SERIE DE PUBLICACIONES MISCELANEAS No. 174

DOCUMENTOS Y ACUERDO FINAL DE LA REUNION DE TRABAJO SOBRE COMPOSICION DE ALIMENTOS Y SISTEMAS DE ALIMENTACION ANIMAL

Editado por Víctor Quiroga Mg.Sc.

IICA

AID–CATIE–IFI–UCR

Sede Central, del 27 al 29 de setiembre de 1977

COMPOSICION DE ALIMENTOS Y SISTEMAS DE ALIMENTACION

Editado por

Víctor Quiroga, Mg. Sc.

Trabajos presentados durante la Reunión de Trabajo sobre Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación, celebrado en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), San José, Costa Rica entre el 27 y el 29 de setiembre de 1977.

Co-Patrocinada por:

Agencia Internacional para el Desarrollo (AID)
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Instituto Interamericano de Ciencas Agrícolas (IICA)
International Network Feed Information Centers (INFIC)
Universidad de Costa Rica (UCR)

Comité Organizador de la Reunión de Trabajo

Hernán Fonseca Z.
Lorin E. Harris
Víctor Quiroga G.
Manuel E. Ruiz

Editor:

Víctor Quiroga G.

Publicado por:

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas - IICA
Apartado 10281
San José, Costa Rica

AUTORES, ORGANIZADORES Y PARTICIPANTES

NOMBRE	INSTITUCION	PAIS
Buitrago, Julián	Centro Internacional de Agricultura Tropical	Colombia
Cabezas, Marco T.	Instituto de Nutrición Centro América y Panamá	Venezuela
Carlson, D.E.	University of California, Davis	U.S.A.
Cubillos, Gustavo	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	Costa Rica
Chicco, Claudio	Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias	Venezuela
Fonseca, Hernán	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Harris, Lewis E.	Utah State University	U.S.A.
Kearl, Leonard C.	Utah State University	U.S.A.
Muñoz, Héctor	ALPA - Presidente	Costa Rica
Paladines, Osvaldo	Centro Internacional de Agricultura Tropical	Colombia
Quiroga, Víctor	Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas	Costa Rica
Raun, Ned	Agencia Internacional para el Desarrollo	Washington
Ruíz, Manuel E.	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	Costa Rica
Tapia, Mario	Instituto Interamericano de Ciencas Agrícolas	Bolivia
Torres, Filemón	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	Argentina
Wernli, Claudio	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	Chile

CONTENIDO

Página

Página

Página

PAGINA

Página

SISTEMAS DE ALIMENTACION DE BOVINOS DE CARNE EN EL TROPICO AMERICANO.

Chicco, Claudio F.

Shultz, Thomas A.

CUADROS

Página

Página

Página

FIGURAS

Página

Página

PROLOGO

En este volumen se ha reunido parte de los trabajos presentados a la reunión de trabajo sobre "Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación", con el objetivo de conocer la información existente sobre el rubro, para identificar los problemas que pudieran existir y analizar las posibilidades de promover las actividades tendientes a solucionar esta situación problemática.

La fase inicial de planeamiento fue realizada en colaboración con la Universidad de Costa Rica, Utah State University, el IICA y la Asociación Latinoamericana de Producción Animal como institución promotora. El Comité organizador se formó con representantes de las 4 instituciones quienes se encargaron de la selección de los temas, proponentes y organización del evento.

El Instituto Interamericano de Ciencas Agrícolas de la OEA, fue la sede de la Reunión de Trabajo, brindando sus excelentes facilidades y apoyo logístico.

Se presentaron 13 trabajos en la reunión, que se agrupan en 3 categorías. La primera describe los objetivos y funcionamiento de los Centros de Información de Alimentos y se propone la nomenclatura internacional de alimentos, la segunda presenta los Sistemas de Alimentación Animal predominantes en América Latina. Se discute la información de los conocimientos actuales que existen sobre sistemas de alimentación en las zonas tropicales, templadas y áridas de América Latina y referido a ganado de carne, de leche y animales monogástricos. La tercera categoría presenta diferentes aspectos metodológicos de la evaluación de alimentos para uso animal. Se realizan consideraciones en relación a la evaluación del valor nutritivo de los alimentos en los sistemas de alimentación y se propone la unificación de procedimientos y metodolo-

gías analíticas en los laboratorios de nutrición.

Se destaca la valiosa colaboración del Dr. Ned S.Raun, Chief Livestock División (TA/AGRA USAID) que actuó como coordinador y presidente del día inaugural, igualmente al Sr. Marco T. Cabezas del Instituto de Nutrición Centro América y Panamá.

Se agradece a la Sra. Marigol Genis, que colaborara en la traducción simultánea al inglés de los temas discutidos en la reunión. A la Sra. Ana Margarita Chaves por el trabajo de mecanografía.

Víctor Quiroga G., Editor
Especialista en Estadística
e Información

INFORMACION DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES QUE EXISTEN SOBRE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AVES Y CERDOS EN LAS ZONAS TROPICALES DE AMERICA LATINA

Julián Buitrago A. y Guillermo G. Gómez
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia

INTRODUCCION

La producción de aves y cerdos depende principalmente de la disponibilidad de alimentos requeridos para la preparación de raciones balanceadas en todas las etapas de producción. Los sistemas o programas de alimentación para estas especies son elaborados normalmente con los ingredientes energéticos y protéicos convencionales y por tanto la tecnología adquirida en zonas templadas es frecuentemente utilizada en las regiones tropicales.

El creciente aumento de la población mundial en general, y de América Latina en particular, resulta en un aumento continuo de la demanda de alimentos para satisfacer las necesidades del consumo humano. Los granos de cereales empleados parcialmente en alimentación animal son actualmente utilizados directamente, en casi su totalidad, en alimentación humana y por lo tanto su disponibilidad para alimentación animal es cada vez más reducida. Sin embargo, el mayor volumen de alimentos para aves y cerdos empleados en América Latina está representado por los productos convencionales utilizados en las áreas más productoras de estas especies en el mundo. Los granos de cereales, los productos y sub-productos de origen animal y las tortas de semillas oleaginosas constituyen las fuentes energéticas y protéicas más comúnmente empleadas.

La avicultura relativamente bien tecnificada se encuentra en manos de medianos y grandes productores y a menudo su organización abarca las diferentes etapas de producción. Su mayor eficiencia de producción le permite utilizar con más ventajas y tener mayor prioridad en el uso de granos y subproductos de molinería disponible. La producción porcina está en manos de pequeños y medianos productores y su grado de tecnificación es muy inferior al de la explotación avícola. Consecuentemente, la factibilidad económica de incremento de la producción porcina es li-

mitada y debe de recurrir a la utilización de sub-productos agro-industriales o productos de desecho. Por las razones expuestas, el estudio sobre la utilización de recursos alimenticios no-convencionales se ha realizado con mayor énfasis en el área de la producción porcina que en la industria avícola.

El objetivo de este trabajo es revisar los aspectos de producción avícola y porcina en América Latina y las informaciones obtenidas durante los últimos años sobre sistemas de alimentación para aves y para cerdos, en especial para los programas de desarrollo de estas especies en las regiones tropicales de América Latina.

POBLACION Y PRODUCCION DE AVES Y CERDOS EN AMERICA LATINA.

La producción mundial total de carne para 1974 (FAO) se estimó en 115 millones de toneladas, de las cuales 63 millones, o sea 55% de la producción total, estaba constituída por la producción de carne de aves y de cerdos. América Latina produjo un total de 11 millones de toneladas de carne (aprox. 10% de la producción mundial), de las cuales 3.2 millones de toneladas fueron producidas por aves y cerdos; estas cifras indican que aves y cerdos en América Latina contribuyeron en solo 20% de la producción total de carne de esta región. Las cifras comparativas son aún más divergentes si se comparan los datos de producción de aves y cerdos de los países latinoamericanos con los de los países más desarrollados. La carne de aves y de cerdos a nivel mundial contribuyen el 18 y 37%, respectivamente, mientras que en América Latina representan solo el 11.5 y 17%, respectivamente, de la producción total en los países latinoamericanos.

El Cuadro 1 resume los datos estadísticos publicados por la FAO para 1974 en relación a la población y producción avícola y porcina en el mundo y en América Latina. Las poblaciones de aves y cerdos en América Latina representan el 11.6 y 10.5%, respectivamente, de las estadísticas mundiales; sin embargo, en términos de producción, la contribución de carne de aves y de cerdo solo representa el 6.3 y 4.5%, respectivamente, de la producción mundial de esta especie. Las diferencias relativas en población y productividad de las especies avícola y porcina en América Latina en comparación a los datos mundiales reflejan baja e

ficiencia de productividad de ambas especies, pero sobre todo de la especie porcina.

La situación de baja productividad no sucede de manera tan drástica en la industria avícola debido a que la mayor parte de las explotaciones son empresas comerciales grandes y medianas bastante bien organizadas; la contribución a la producción por parte de fincas o granjas es muy limitada. Por el contrario, se estima que más de un 80% de los cerdos en América Latina son criados por pequeños productores, en explotaciones rudimentarias en las cuales los cerdos se alimentan de residuos o desperdicios agrícolas y caseros; bajo estas condiciones los aspectos nutricionales, de manejo y de sanidad no son adecuados, reflejándose en una ineficiente producción.

Los datos sobre población y producción anual de carne de aves y de cerdos para los países de América Latina se muestran en el Cuadro 2 (FAO, 1974). Brasil, México y Argentina son los países que poseen las mayores poblaciones.

Cuadro 1. Población y producción de aves y cerdos en el Mundo y América Latina.

Parámetro	Aves	Cerdos
Población (millones animales)		
Mundial	5.901.3	670.7
América Latina	682.6	70.7
Relación A.L./Mundial, %	11.6	10.5
Producción Avícola y porcina		
(millones de toneladas)		
Mundial	20.6	42.4
América Latina	1.3	1.9
Relación A.L./Mundial, %	6.3	4.5

Fuente: Adaptado de FAO, 1974. Anuario de Producción. Vol 28.

Cuadro 2. Población y producción de aves y cerdos en América Latina

País	AVES		CERDOS	
	Población (miles)	Prod. Carne (miles tons)	Población (miles)	Prod. Carne (miles tons.)
Argentina	31,700	221	5,100	232
Bolivia	5,000	6	1,104	20
Brasil	259,462	369	34,000	723
Chile	19,500	60	950	50
Colombia	45,000	58	1,560	70
Costa Rica	4,600	6	288	7
Cuba	15,700	34	1,450	38
Ecuador	8,247	13	2,350	41
El Salvador	8,643	7	420	8
Guatemala	11,000	9	880	15
Haití	3,281	3	1,682	23
Honduras	7,700	5	511	5
Jamaica	3,600	21	222	8
México	160,000	143	13,024	414
Nicaragua	3,400	3	600	10
Panamá	3,790	9	175	4
Paraguay	6,724	7	659	28
Perú	22,000	92	2,300	70
R. Dominicana	7,600	30	800	18
Uruguay	7,200	23	440	26
Venezuela	24,606	141	1,570	52

Fuente: FAO, 1974. Anuario de Producción. Vol 28

y producciones totales nacioanles de aves y de cerdos. Los países de la región andina como Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela muestran poblaciones y producciones anuales intermedias entre los tres países antes nombrados y el resto de países que se incluyen en el Cuadro 2. Existe muy poca información documentada sobre la producción de aves y cerdos en las regiones tropicales de los países latinoamericanos; en el caso de aves, las regiones productores se encuentran localizadas en las áreas productoras de granos y es muy limitada la producción avícola en zonas tropicales húmedas. Algo similar ocurre con la producción porcina, si bien existen poblaciones bastante numerosas, aunque muy diseminadas en zonas tropicales.

No obstante que los datos de producción de carne en general no reflejan realmente su disponibilidad nacional o regional en nutrición humana, el Cuadro 3 muestra información sobre cálculos de disponibilidad aparente de carne y de cerdo para los países cuyos datos de población y producción fueron presentados en el Cuadro 2. Aparentemente para América Latina, la disponibilidad anual per cápita de carne de pollo sería de 4.2 kg y la de carne de cerdo de 6.1 kg. Estos consumos por persona en la mayoría de los países de América Latina son inferiores, especialmente en lo que se refiere a carne porcina, al compararlos con los de otros países, sobre todo de Europa y Norteamérica. En los países latinoamericanos la carne de cerdo contribuye el 10-20 por ciento del total del consumo de carnes, mientras que en Europa y Norteamérica esta contribución representa el 30-40 por ciento. A pesar de que estas cifras son simples estimaciones sugieren que la tecnificación e intensificación de la agricultura en América Latina podría conducir a incrementos considerables en las producciones avícola y porcina.

Cuadro 3. Disponibilidad aparente per cápita (g/día) de proteína animal en América Latina.

País	Proteína total	Proteína animal	Proteína de carne	Proteína de carne-cerdo	Proteína de carne - ave
Argentina	104.7	62.3	47.7	4.0	4.1
Bolivia	45.8	12.1	8.4	1.5	0.6
Brasil	66.8	21.4	11.1	3.7	1.7
Chile	65.9	28.0	14.2	2.7	2.9
Colombia	50.0	25.5	12.9	1.5	1.1
Costa Rica	62.0	26.8	11.6	1.3	1.5
Cuba	62.8	27.6	15.3	1.8	1.8
Ecuador	45.5	15.1	7.4	2.9	0.9
El Salvador	45.2	12.5	4.6	1.1	0.9
Guatemala	50.5	12.7	6.3	0.9	0.8
Haití	47.0	4.7	2.8	2.0	0.3
Honduras	55.0	15.5	6.2	2.1	0.8
Jamaica	59.1	26.5	8.6	1.7	5.1
México	66.3	15.2	6.9	3.5	1.2
Nicaragua	63.2	20.7	9.5	1.6	0.7
Panamá	59.2	26.3	14.4	1.1	2.8
Paraguay	65.4	29.0	23.9	7.2	1.4
Perú	54.6	19.1	9.2	1.7	2.9
R. Dominicana	50.1	21.5	6.9	1.6	3.1
Uruguay	90.8	62.2	40.2	4.5	3.7
Venezuela	59.7	26.2	13.4	2.8	5.6

Fuente: Elaborado en base a datos de la FAO, 1974. Anuario de Producción Volumen 28.

RECURSOS ALIMENTICIOS DISPONIBLES PARA AVES Y CERDOS EN AMERICA LATINA

La tendencia en la producción avícola, en particular, y en la producción porcina, con menor énfasis, es hacia el tipo de empresas comerciales con relativos grandes volúmenes de producción. Para lograr este objetivo, la producción tecnificada tiende a concentrarse en los alrededores de zonas de agricultura intensiva, productoras de granos y de sus subproductos que pueden utilizarse en nutrición de aves y de cerdos. La demanda por las materias primas alimenticias aumentará considerablemente, tornándose más crítica la competencia por la disponibilidad de alimentos entre humanos, aves y cerdos.

Las materias primas escasean en muchas áreas de Latinoamérica, especialmente en las regiones tropicales húmedas, como resultado de una limitada producción agrícola. El desarrollo de las empresas avícolas y porcícolas en estas zonas dependerá estrechamente del incremento de la agricultura intensiva y del aumento de su tecnificación para lograr producciones de alimentos que sobrepasen la demanda para consumo humano. Mientras tanto, la adecuada disponibilidad de excedentes de productos agrícolas constituye una de las alternativas para aumentar la productividad avícola y porcina.

En general, las raciones balanceadas para ambas especies están constituídas de 60-80 por ciento de ingredientes energéticos y entre 20-40 por ciento de fuentes protéicas. El Cuadro 4 presenta información estadística sobre las producciones obtenidas en 1974 en los diferentes países latinoamericanos de los principales productos y sub-productos agrícolas considerados alimentos energéticos; el Cuadro 5 resume información similar de las principales fuentes protéicas, de origen vegetal. Puede advertirse que las tendencias observadas por países en términos de población y productividad avícola y porcina son una consecuencia de sus mayores producciones de alimentos energéticos y protéicos.

Cuadro 4. Producción anual (miles de toneladas) de las principales fuentes energéticas en América Latina.

País	Maíz	Sorgo y millo	Yuca	Banano	Melaza*	Subproductos de arroz**	Subproductos de trigo***
Argentina	9,900	6,239	203	400	446	35	1,680
Bolivia	277	700	270	263	61	8	19
Brasil	10,065	-	30,000	7,500	2,469	750	825
Chile	367	-	-	-	38	14	285
Colombia	775	246	1,320	950	479	159	26
Costa Rica	55	16	14	1,100	60	12	-
Cuba	125	15	238	75	1,780	44	-
Ecuador	255	-	543	2,800	100	27	17
El Salvador	356	131	15	53	71	3	-
Guatemala	613	42	7	450	112	4	11
Haití	250	219	137	182	41	22	-
Honduras	260	39	60	1,360	31	2	-
Jamaica	12	-	15	190	116	-	-
México	7,784	2,700	-	1,115	1,019	46	829
Nicaragua	193	60	18	250	50	9	-
Panamá	60	-	41	270	32	19	-
Paraguay	250	6	1,108	264	24	4	11
Perú	472	11	266	-	307	40	35
R. Dominicana	38	17	205	315	364	24	-
Uruguay	225	193	-	-	32	17	158
Venezuela	500	43	325	1,000	174	32	-
A. Latina:	38,860	10,773	34,802	19,872	8,155	1,304	3.896

Fuente: Elaborado en base a datos de la FAO, 1974. Anuario de producción

* Usando una tasa de rendimiento de 30 kg de melaza para cada 100 kg de azúcar producida

** Considerando 11 kg de subproductos por cada 100 kg de arroz paddy (8% de harina y 3% de pica).

*** Considerando 30% de subproductos (afrecho, germen, afrechillo, moyuelo) por tonelada de trigo.

Cuadro 5. Producción anual (miles de toneladas) de las principales fuentes protéicas en América Latina.

País	Semilla de soya	Semilla de algodón	Semilla de Ajonjolí	Copra	Otras semillas y leguminosas*	Subtotal
Argentina	496.0	240.0	-	-	1,351.1	2,087.1
Bolivia	2.0	37.0	-	-	1.0	40.0
Brasil	7,500.0	1,133.0	2.5	1.7	12.6	8,649.8
Chile	-	-	-	-	16.0	16.0
Colombia	159.0	280.0	28.0	2.2	-	469.2
Costa Rica	-	0.8	-	1.3	-	2.1
Cuba	-	2.3	-	-	-	2.3
Ecuador	1.0	2.2	2.3	2.9	-	8.4
El Salvador	-	124.4	3.5	5.5	-	133.4
Guatemala	-	189.0	9.2	-	-	198.2
Haití	-	1.9	0.3	-	4.0	6.2
Honduras	-	8.9	1.3	2.8	-	13.0
Jamaica	-	-	-	12.5	-	12.5
México	410.0	724.5	165.0	146.5	389.0	1,835.0
Nicaragua	-	225.4	5.3	0.1	-	230.8
Panamá	-	-	0.1	0.8	2.0	2.9
Paraguay	170.0	42.0	-	-	-	212.0
Perú	1.0	144.4	0.1	-	3.0	148.5
R. Dominicana	-	2.2	0.3	8.9	29.0	40.4
Uruguay	6.0	0.4	-	-	74.3	80.7
Venezuela	-	48.0	72.0	18.0	4.0	142.0
A. Latina	8,742,0	3,226.3	290.0	230.5	1,884.9	14,373.7

Fuente: Elaborado en base a datos de la FAO, 1974. Anuario de Producción

* Incluye: Linaza, girasol, caupí, gandul y garbanzo

La totalidad de estas fuentes energéticas y protéicas son empleadas, directa o indirectamente, para la alimentación humana y animal. Es prácticamente imposible obtener datos sobre disponibilidad real de estos ingredientes para alimentación avícola y porcina; en forma arbitraria se han fijado estimados aproximados del empleo de estos productos para aves y cerdos, con el fin de calcular las cantidades totales teóricamente utilizables en programas de alimentación para estas dos especies. El Cuadro 6 muestra los cálculos de las proporciones estimadas de alimentos energéticos y protéicos que estarían disponibles para programas de alimentación de aves y de cerdos; de acuerdo a estos estimados se tendrían totales aproximados de 17.1 y 14.2 millones de toneladas métricas de alimentos energéticos teóricamente disponibles para aves y cerdos respeetivamente; mientras que en lo referente a alimentos protéicos, incluyendo harina de pescado y harina de carne y de sangre, se dispondría de totales aproximados de 4.99 y 2.94 millones de toneladas para aves y cerdos, respectivamente.

Cálculos teóricos basados en las necesidades de alimentos energéticos y protéicos para producir un cerdo de 90 kg de peso vivo para el mercado, asumiendo mejoras en la tecnología de la producción porcina, sugieren que el factor más importante para el aumento potencial de carne de cerdos con la disponibilidad teórica estimada de los recursos alimenticios (Cuadro 6), no es el aumento de la población porcina sino la mejora de la eficiencia de producción (Buitrago *et al.*, en prensa). El uso adecuado de los recursos alimenticios disponibles en cada zona o región será el factor determinante de la factibilidad de producción de aves y cerdos.

Cuadro 6. Alimento total disponible estimado para alimentación de aves y cerdos

	Producción total (mil tons)	Alimento para aves: Porcentaje estimado	Alimento para aves: Disponible total (mil tons)	Alimento para cerdos: Porcentaje estimado	Alimento para cerdos: Disponible total (mil tons)
Maíz	38,860	20	7,772	10	3,886
Sorgo y Millo	10,773	45	4,848	45	4,848
Subproductos de arroz	1,304	40	522	50	652
Subproductos de trigo	3,896	40	1,558	50	1,948
Yuca[1/]	34,802	10	3,480	10	3,480
Banano[1/]	19,872	10	1,987	10	1,987
Melaza	8,155	10	815	15	1,223
Sub-total			20,982		18,024
Torta de soya	6,500	50	3,250	33	2,161
Torta de Algodón	1,900	50	950	33	627
Torta de ajonjolí	145	50	73	33	48
Torta de copra	75	5	4	5	4
Harina de sangre y carne	100	40	40	40	40
Harina de pescado	800	80	640	10	80
Sub-total			4,957		2,960
TOTAL			25,939		20,984

1/ La yuca y banano están expresados como harina seca

EVALUACION DE RECURSOS ALIMENTICIOS NO-CONVENCIONALES PARA PROGRAMAS DE ALIMENTACION DE AVES Y CERDOS EN AMERICA LATINA

En las secciones anteriores se ha presentado una serie de cifras estadísticas relacionadas con la población y productividad de aves y de cerdos, así como las producciones y disponibilidad aparente de alimentos energéticos y protéicos para programas de alimentación de estas dos especies. En el caso de aves, por sus características fisiológicas y digestivas así como por su reconocida eficiencia de conversión alimenticia, los programas de alimentación avícola se basan principalmente en el empleo de fuentes alimenticias convencionales se ve limitada por la relativa poca flexibilidad en la variación de los patrones alimenticios establecidos. En cambio, las características de la explotación porcina permiten una mayor variabilidad en sus hábitos alimenticios. Por estas razones, durante los últimos años se han llevado a cabo en diferentes instituciones latinoamericanas y de otros continentes, evaluaciones de alimentos no-convencionales y de subproductos agroindustriales, orientados a substituir parcial o totalmente los granos de cereales, principalmente. Aunque existe un potencial ilimitado en lo referente a fuentes protéicas no-convencionales, las investigaciones en esta área han sido más reducidas que las realizadas en el área de ingredientes energéticos. Parte de la información obtenida en la evaluación de programas de alimentación porcina se presentan a continuación.

Alimentos energéticos

Las raíces y tubérculos (yuca, camote, malanga, etc.) ofrecen un potencial en alimentación animal hasta ahora poco explotado. La yuca (*Manihot esculenta*, Crants) es cultivada en la mayoría de los países tropicales por su alto valor energético y sus raíces son normalmente usadas para alimentar más de 200 millones de personas. El área cultivada de yuca en el mundo ha aumentado en aproximadamente 30% durante el período de 1961-65 a 1974 y una tercera parte de la producción

mundial se obtiene en América Latina, especialmente en Brasil que es el primer productor de yuca (FAO, 1974).

Aunque la mayor parte de las raíces de yuca es actualmente empleada para alimentación humana, las perspectivas de su uso como alimento animal han aumentado como consecuencia de los cambios en las políticas agrícolas de la Comunidad Económica o Mercado Común Europeo, que permiten el empleo de yuca importada como una fuente energética que substituye o reemplaza los granos de cereales en alimentos concentrados para animales, especialmente para cerdos (Coursey and Halliday, 1974; Phillips, 1974).

Existe una amplia información experimental en el uso de la yuca en alimentación porcina obtenida en diferentes países. Posiblemente la mayor parte de la información ha sido obtenida en Colombia, tanto en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) como en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Casi toda la información ha sido divulgada en diferentes formas (Buitrago, 1964; Gómez et al., 1976, 1976a; Job, 1975; Maner, 1972; Maner and Gómez, 1973; Tewe,1975).

Las raíces de yuca pueden suministrarse como raíces frescas picadas, como ensilaje o en la forma de harina de yuca. La cantidad de yuca fresca picada requerida por cerdo durante el período para alcanzar su peso de mercado (desde el destete hasta 95-100 kg de peso vivo) es de aproximadamente 390-400 kg. Debido a su escaso contenido de proteína y de otros micronutrientes, debe de emplearse su suplemento que aporte proteínas-minerales y vitaminas para cubrir las necesidades nutricionales; el suplemento puede suministrarse en comederos separados o mezclarse con la yuca picada. La diferencia básica en el consumo de la dieta es la cantidad de suplemento que se puede ahorrar cuando se le mezcla con la yuca picada; sin embargo, se requiere mayor cantidad de trabajo para efectuar la mezcla. El consumo de yuca fresca por cerdo en crecimiento y acabado varía de acuerdo al contenido de proteína en el suplemento, cuando se suministra en comedero separado; el consumo diario de yuca es mayor cuando el contenido de proteína en el suplemento disminuye. Raíces de yuca fresca picada pueden ser empleadas satisfactoriamente en los períodos de gestación y lactancia.

Un programa de alimentación basado en el uso de altos niveles de harina de yuca (60-70%) durante todos los períodos del ciclo de vida del cerdo ha sido experimentalmente probado en el CIAT. Los resultados obtenidos indican la factibilidad nutricional de emplear la harina de yuca como el principal ingrediente energético, pero los resultados reproductivos satisfactorios fueron inferiores a los obtenidos con la dieta control a base de maíz común. Los aspectos alimenticios económicos especialmente en relación a la mayor cantidad de ingrediente protéico requerido para balancear las dietas a base de yuca, en cualquiera de sus formas, son indispensables de tomarse en consideración.

El empleo de yuca en alimentación de aves se ha limitado a la inclusión de niveles relativamente reducidos de harina de yuca como substitución parcial de granos de cereales. Informes en la literatura (Hendershott, 1972) indican experimentos con aves con niveles hasta de 47.5% de harina de yuca para dietas de pollos, sin embargo las recomendaciones de uso son del orden del 10-20%. Experimentos con harina de yuca amarga (Montilla *et al.*, 1975) sugiere la factibilidad de utilizar niveles de 30% en raciones para pollos.

Otro cultivo ampliamente difundido en las regiones tropicales es el banano, que comprende más de treinta especies del género *Musa*. El 65% de la producción mundial se obtiene en América Latina. Aunque el banano y el plátano se cultivan principalmente para la exportación y para el consumo doméstico de la población humana, hay grandes cantidades disponibles de esta fruta que pueden emplearse en la ali-

mentación animal. Se estima que aproximadamente un 30% de la producción en Ecuador se pierde a nivel de plantación y que alrededor del 10% de la producción anual es utilizada en alimentación animal (Oliva, 1977).

Amplia información experimental ha sido obtenida durante la última década en Ecuador, en trabajos colaborativos entre el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el CIAT, en relación al uso del banano de rechazo, especialmente en alimentación porcina (Oliva, 1970; Calles et al., 1970; Clavijo, 1972; Clavijo y Maner, 1975; Oliva, 1977).

El banano contiene aproximadamente 80 por ciento de agua, haciendo su manejo aún más difícil que el de las raíces, como las de yuca (65 por ciento de humedad) y limitando la capacidad de consumo por parte de los animales. El banano maduro fresco es bien apetecido por los cerdos y puede ser eficientemente utilizado si se le suplementa adecuadamente con proteína, minerales y vitaminas; su empleo durante el período de lactancia es limitado debido a la capacidad gastrointestinal de la cerda que no le permitiría consumir las cantidades de banano fresco necesarias para satisfacer sus necesidades energéticas. Los bananos frescos verdes por su contenido de taninos, tienen un sabor amargo y no son tan apetecidos como los bananos maduros. Sin embargo, los bananos maduros no pueden ser deshidratados fácilmente y por lo tanto la preparación de harina de banano (Banharina) se realiza a partir de bananos verdes. La Banharina puede incluírse satisfactoriamente en niveles óptimos del 42 por ciento para todos los períodos del ciclo de vida del cerdo; niveles ligeramente más altos pueden emplearse en las dietas de lactancia.

Poca información existe en relación al empleo de Banharina para

programas de alimentación de aves. Aparentemente solo se puede usar en niveles muy bajos, del orden del 2.5 al 5.0 por ciento de las dietas para pollos. (Oliva, 1977).

El cultivo de caña de azúcar se encuentra también ampliamente difundido en América Latina. La melaza de caña es uno de los subproductos obtenidos del procesamiento e industrialización de la caña de azúcar; la melaza es empleada comunmente en alimentación animal así como substrato energético para varios tipos de fermentaciones. Se emplea normalmente en alimentación de vacunos así como de porcinos. La mayor parte de la información sobre el uso de melaza en alimentación porcina ha sido recientemente resumida y publicada (Buitrago, et al., 1977).

La composición de la melaza de caña depende del grado de tecnificación del procesamiento en la producción de azúcar. Por esta razón es bastante difícil y arriesgado hacer recomendaciones generales de su uso en alimentación de monogástricos, sin conocer su calidad. En general, su inclusión en dietas para aves es bastante restringida. En cerdos puede emplearse hasta niveles bastante elevados (30-40 por ciento) en la fase final de acabado, pero en aumentos progresivos. Programas de alimentación porcina para los períodos de crecimiento y acabado, con dietas de harina de yuca, de puliduras de arroz o de sorgo y con niveles crecientes de melaza (desde 5 hasta 35 por ciento) han dado resultados satisfactorios. Comunmente, este sistema es empleado en granjas porcinas del Valle, en Colombia.

Las poblaciones latinoamericanas son tradicionalmente consumidoras de arroz y por lo tanto, el cultivo de este cereal está ampliamente difundido siendo uno de los más importantes en estas regiones. El salvado y las puliduras (polvillo o harina) de arroz con subproductos de los procesos de molienda del grano, cuya composición química permite considerarlos como substitutos de los granos de cereales en programas de alimentación de animales monogástricos. Como en el caso de los subproductos o residuos agrícolas antes mencionados, su nivel de uso en alimentación de aves es relativamente reducido.

La composición química y el valor alimenticio de las puliduras pueden variar ligeramente dependiendo de la eficiencia del procesamiento de pulido o de la adulteración con cantidades elevadas de cascarilla. Las recomendaciones sobre uso de las puliduras de arroz se ha limitado hasta hace poco a niveles relativamente reducidos, del orden del 25-30 por ciento de las raciones para cerdos (Morrison, 1966). A estos niveles, las ganancias de peso y la eficiencia de conversión alimenticia de cerdos en crecimiento y acabado son similares a los que se obtienen con raciones a base de maíz y torta de soya. En general los resultados experimentales sugieren que conforme se elevan los niveles de puliduras en las dietas, se reduce la ganancia de peso y se empeora la eficiencia alimenticia (Noland and Scott, 1963; Ara et al., 1975).

Parte de las discrepancias en los resultados obtenidos con puliduras de arroz es la diferencia en la calidad del producto empleado. Investigaciones recientes en la Universidad de Florida en Gainesville han utilizado salvado de arroz con un mínimo de 12 por ciento de proteína, un mínimo de 12 por ciento de grasa y un máximo de 12 por ciento de fibra (Campabadal et al., 1975a). En las investigaciones realizadas en CIAT y orientadas a las etapas de crecimiento y acabado, se ha utilizado puliduras con un 13-14 por ciento de proteína y normalmente con 5-6 por ciento de fibra. Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que es factible desarrollar programas de alimentación basados en niveles altos (60 por ciento) o exclusivos (77-80 por ciento) de puliduras de arroz para cerdos en crecimiento y acabado (Gómez et al., 1977). La calidad de la proteína suplementaria es uno de los factores de mayor importancia, habiéndose obtenido los mejores resultados con la combinación de fuentes protéicas de origen animal de buena calidad, como la harina de pescado. Además, los cerdos en crecimiento y acabado pueden consumir dietas con puliduras altas en fibra, sin afectar considerablemente su crecimiento, pero el consumo de las dietas es mayor, resultando en u

na menor eficiencia de conversión alimenticia. La combinación de niveles altos de puliduras de arroz y de cantidades crecientes de melaza durante el período de crecimiento y acabado, permite substitur totalmente los granos de cereales en las dietas para esos períodos (Gómez et al., 1977).

Una posibilidad más factible para zonas templadas sería la introducción y aumento de la producción de maíces altos en lisina. Existe amplia información sobre el uso de este tipo de granos en programas de alimentación de aves y de cerdos y del ahorro de proteína suplementaria como resultado de su mejor calidad protéica. Recientes estudios realizados en CIAT (Gómez et al., resultados no publicados) durante todos los períodos del ciclo de vida del cerdo indican que se puede ahorrar algo más del 65 por ciento de torata de soya cuando se emplea maíz opaco-2 en lugar de maíz común durante un ciclo reproductivo. La evaluación de variedades de maíces altos en lisina pero con endospermo de consistencia dura (Gómez et al., 1975) sugiere la posibilidad de eliminar el obstáculo que presentan los maíces amiláceos en relación a su conservación y almacenamiento.

Existen sin lugar a dudas muchas otras fuentes energéticas potencialmente importantes para alimentación animal en América Latina, pero la información que se tienen sobre ellas es limitada. El camote, la malanga, los residuos del proceso de extracción de almidón de la yuca, otras raíces y tubérculos propios del trópico pueden constituirse en ingredientes de cierta importancia especialmente para alimentación porcina.

Alimentos protéicos

El aporte de proteínas en dietas prácticas para aves y porcinos reviste especial importancia tanto del punto de vista nutricional como económico. La demanda creciente de proteínas en alimentación humana permite vislumbrar un mayor uso directo de alimentos proteícos tradicionalmente usados en alimentación animal, y por tanto disminuye su disponibilidad y aumenta su costo, haciendo prohibitivo su uso en nutrición animal en general y en porcinos en particular. Estas cir-

cunstancias obligan a la búsqueda de fuentes protéicas que tradicionalmente no son utilizadas en alimentación de animales monogástricos y que deben ser evaluadas para conocer sus limitaciones de uso.

El caupí y el garbanzo son dos leguminosas de granos que ofrecen buen potencial de producción en zonas tropicales. Los granos de caupí (Vigna sinenesi) contienen un promedio de proteína de aproximadamente 24 por ciento (Maner, 1973). Debido a la presencia de componentes tóxicos (inhibidores de tripsina, hemaglutininas, etc.) en las leguminosas de grano, es normalmente necesario someterlas a un tratamiento térmico para destruir dichos compuestos. Cerdos alimentados con dietas a base de caupí crudo, con o sin suplementación de metionina, muestran menores rendimientos de crecimiento que aquellos alimentados a base de caupí cocido. La suplementación de metionina no parece tener efecto benéfico adicional en las dietas de caupí cocido, sugiriendo que el factor limitante en su utilización es la presencia de compuestos tóxicos o antimetabolitos y no la deficiencia de metionina (Maner, 1973).

Desafortunadamente, no todas las variedades o líneas de caupí poseen un valor nutritivo similar; la variedad Zipper Cream ha demostrado ser la más promisoria desde el punto de vista nutricional, pero aparentemente es una de las que produce menores rendimientos agronómicos. Los estudios preliminares sobre evaluación nutritiva de caupí en ratas y cerdos sugieren un potencial nutricional apreciable como ingrediente protéico para las zonas tropicales, sin embargo, su difusión es limitada y se requiere más conocimeintos en los aspectos agronómicos de producción y en la selección de variedades adaptables a zonas tropicales.

Existe también un apreciable potencial en la utilización de proteína foliar para animales monogástricos, sin embargo existen una serie de limitaciones que restringen su uso práctico en estos animales. En general, la mayoría de las harinas obtenidas de Desmodium, de soya perenne (Glycine wightii) y de hojas de yuca contiene entre 20-24 por ciento de proteína total pero al mismo tiempo los niveles de fibra cruda son del orden del 24-26 por ciento; por lo tanto, la subs-

titución de las fuentes protéicas tradicionales por harina foliar implica la incorporación de niveles relativamente elevados de fibra cruda en las dietas.

En CIAT se han realizado varios experimentos con harinas foliares tanto en ratas como en cerdos en crecimiento. Aumentos de los niveles de harina de Desmodium, hasta 30 por ciento, en las dietas para cerdos en crecimiento produjo una depresión lineal proporcional en la ganancia de peso corporal, en la ingestión de las dietas y en la eficiencia de conversión alimenticia al comparar los resultados con los de una dieta control (CIAT Informe Anual, 1974). Existe un campo casi inexplorado en la investigación sobre el uso de proteína foliar en animales monogástricos. Gran parte de los resultados obtenidos en CIAT y en otras instituciones sugieren que la limitación de uso de niveles altos de harinas de hojas forrajeras en dietas para animales monogástricos en crecimiento podría ser debida a la incapacidad de estos animales para utilizar niveles altos de fibra cruda. Sin embargo, resultados experimentales recientes (Myer and Cheeke, 1975) en ratas indican que el factor limitante en el uso de alfalfa deshidratada por animales monogástricos no es su contenido de fibra sino más bien la poca palatabilidad y aceptabilidad de las dietas experimentales conteniendo niveles altos de alfalfa deshidratada que resulta en un reducido consumo de la dieta.

Una de las posibilidades de emplear niveles elevados de harinas de hojas de leguminosas y quizás de otras plantas es en las dietas de cerdas gestantes. Un estudio reciente (Danielson and Noona, 1975) con cerdas alimentadas con una dieta conteniendo 96.75 por ciento de harina de heno de alfalfa durante tres gestaciones consecutivas, indica que los rendimientos reproductivos y los resultados de las camadas al destete fueron similares a los obtenidos con una dieta control. Durante la lactancia las cerdas recibieron una dieta convencional para este período hasta el destete. Estos resultados sugieren un potencial apreciable en el empleo de harina de hojas forrajeras en alimentación porcina.

Existen procesos más tecnificados para extraer la proteína foliar como el reportado para preparar un concentrado protéico de alfalfa. El proceso involucra la extracción del jugo de alfalfa verde por prensado, la coagulación y el secado de la proteína (Kohler et al., 1973). El material obtenido es conocido como "Pro-Xan"(Protein-Xanthophyll), contiene aproximadamente 38 por ciento de proteína, menos del 2 por ciento de fibra, niveles altos de cenizas y su composición de aminoácidos se compara favorablemente con la de torta de soya (Cheeke and Myer, 1973). Aunque este tipo de proceso requiere un nivel aparentemente elevado de tecnología, ofrece sin embargo una alternativa en el potencial de la utilización de proteínas foliares para el futuro.

Durante los últimos años se ha despertado gran interés en la tecnología alimenticia para transformar ciertos sub-productos agro-industriales o aún subproductos industriales, como los derivados de la industria del petróleo, en medios de cultivo que convenientemente suplementados proveerían los nutrientes necesarios para el crecimiento y multiplicación de microorganismos tales como bacterias, hongos o levaduras. Estos procesos requieren de una tecnología avanzada y algunos de ellos, especialmente los que utilizan los derivados del petróleo, han sido ensayados a escala de plantas de producción.

En el área agrícola existe un potencial poco explorado en relación a la utilización de sub-productos agrícolas tales como melaza de caña o aún el aprovechamiento de raíces y tubérculos con elevados contenidos de almidón que podrían ser convertidos en proteína microbiana. Recientemente, investigadores de la Universidad de Guelph han desarrollado un proceso orientado a producción de proteína microbiana utilizando el almidón de yuca como substrato energético. El proceso desarrollado estará dirigido a buscar un método simple y económico para convertir las raíces de yuca en proteína microbiana.

Los estudios se han concentrado en un hongo filamentoso, amilolítico, termotolerante que puede utilizar el almidón de las raíces

de yuca sin necesidad de hidrolizar el almidón antes del proceso de fermentación, además el nivel de asepsia del proceso no requiere mayores cuidados debido a las condiciones altamente selectivas del medio de cultivo (pH 3.5 y temperaturas de 45-50°C); el costo de enfriamiento es relativamente barato y la naturaleza filamentosa del hongo permitiría su recuperación por filtración (Gregory et al., 1976). El hongo seleccionado para este proceso es el Aspergillus fumigatus I-21. Un mutante de este hongo que no produce esporas, para evitar el posible problema de aspergilosis, ha sido obtenido y designado I-21A, el cual está actualmente siendo usado en pruebas a nivel de planta piloto. Actualmente se están realizando estudios para seleccionar otros hongos (Cephalosporim sp. y Rhizopus sp.) que muestran potencial aún mayor que el A. fumigatus I-21A, en términos de calidad y cantidad de proteína.

Los detalles de la producción de la proteína microbiana a nivel de laboratorio han sido publicados por Reade y Gregory (1975). El CIAT, ha construído una planta piloto para estudiar la factibilidad del proceso a una escala práctica de forma de producir proteína microbiana para ser evaluada nutritiva y toxicológicamente en alimentación porcina (Gregory et al., 1976). La planta piloto se encuentra en funcionamiento habiéndose obtenido datos preliminares con un fermentador de 200 litros (Santos and Gómez, 1977). La biomasa final contiene aproximadamente 30 por ciento de proteína. Evaluaciones biológicas de la biomasa secada al sol con ratas en crecimiento ratifican la limitación del aminoácido metionina en la proteína microbiana, requiriendo su suplementación en dietas prácticas. El proceso ofrece perspectivas futuras halagadoras y representa un esfuerzo conjunto de la Universidad de Guelph en Canadá y de los programas de Yuca y Porcinos en CIAT. El proyecto cuenta con el apoyo y respaldo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá.

RESUMEN

Datos de población y producción avícola y porcina para los países latinoamericanos son presentados en este trabajo. El aporte de carne de aves y de cerdos al consumo total de carne per cápita en los países de América Latina es bastante inferior a los promedios mundiales. Las posibilidades de aumento de producción, especialmente en la especie porcina, son factibles mediante mejoras de la eficiencia de producción más que con incremento en la población animal.

La disponibilidad de alimentos constituye el obstáculo más importante en los programas de desarrollo avícola y porcino. La industria avícola debido a su mayor eficiencia y tecnificación utiliza prioritariamente los alimentos convencionales disponbiles en las zonas de producción. En cambio la explotación porcina depende de la disponibilidad de subproductos agroindustriales o residuos agrícolas.

En las regiones tropicales existen sin embargo una serie de recursos alimenticios poco explotados, los cuales pueden ser utilizados en alimentación porcina. Se presentan datos de investigaciones sobre la utilización de fuentes energéticas y protéicas no convencionales con potencial futuro para alimentación animal en general, y porcina en particular.

REFERENCIAS

Ara, V., Luis, A.A. Owen, J. Buitrago y J. Pineda. 1975. Determinación del valor nutritivo y del nivel óptimo de utilización de la harina de arroz en dietas para cerdos. Rev. ICA X(1), pp. 127-137. Bogotá, Colombia.

Buitrago, J.A. 1964. Utilización de la yuca en dietas para crecimiento y ceba de cerdos. Tesis de grado. Univ. Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bogotá, Colombia.

————, H. Obando, J.H. Maner, M. Corzo y A. Moncada. 1977. Subproductos de la caña de azúcar en la nutrición porcina. CIAT, Boletín Serie ES-23. 43 p.

Calles, A., H. Clavijo E. Hervas y J.H. Maner. 1970. Ripe bananas (Musa) as energy source for growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 31:197 (Abstr.).

Campabadal, C.M., H.D. Wallace and G. E. Combs. 1975. An evaluation of rice bran as a feed ingredient for growing-finishing pigs. Res. Report AL-1975-9 Dept. Animal Science, Florida Agric. Exp. Sta., Gainesville, Florida.

————, H.D. Wallace and G.E. Combs. 1975a. Nutrient utilization of swine diets as influenced by various levels of rice bran and the addition of fat. Res. Report AL 1975-10. Dept. Animal Science Florida Agric. Exp. Sta., Gainesville, Florida.

CIAT. Informe Anual 1974. Sistemas de producción de ganado porcino. pp. 163-212.

Clavijo, H. 1972. Utilización de banano y plátano en la alimentación de cerdos. pp. 177-188. En Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Colombia, 18-21 septiembre 1972.

Clavijo, H. y J.H. Maner. 1975. El empleo del banano de rechazo en la alimentación porcina. CIAT, Boletín Serie ES No. 6, 20 p.

Coursey D.G. and D. Halliday. 1974. Cassava as animal feed. Outlook of Agriculture. 8:273.

Cheeke, P.R. and R.O. Myer. 1973. Alfalfa protein concentrate: A new protein supplement for swine. Feedstuffs, Dec. 10, 1973.

Danielson, D.M. and J.J. Noona. 1975. Roughages in swine gestation diets. J. Anim. Sci. 41:94.

FAO. 1974. Production yearbook. Vol 28.

Gómez, G.G., J.H. Maner, Z. Flores, C.A. Francis and J. Buitrago. 1975. A comparison of vitreous and soft endosperm high-lysine and common maize in diets for growing rats and pigs. J. Anim. Sci. 41: 1638.

Gómez, Guillermo, C. Camacho y J.H. Maner. 1976. Utilización de yuca fresca y harina de yuca en alimentación porcina. pp. 91-102. En Memoria Seminario Intern. Ganadería Tropical, Acapulco, México. 8-12 Marzo 1976.

Gómez, G., C. Camacho y J.H. Maner. 1976 a. Utilización de dietas a base de harina de yuca, sin suplementación de metionina, durante los períodos del ciclo de vida del cerdo. IV International Symposium on Tropical Root Crops, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali, Colombia, 2-7 agosto 1976.

Gómez, G., F. Alvarado, J. Chamorro y J.H. Maner. 1977. Utilización de las pulidurás de arroz en raciones para cerdos en crecimiento y acabado. V. Reunión Asoc. Panameña Prod. Animal, David, Panamá, 17-19 Junio 1977.

Gregory, K.F., A.E. Reade, G.L. Khor, J.C. Alexander, J.H. Lumsden and G. losos. 1976. Conversión of carbohydrates to protein by high temperature fungi. Food Technology. 30: 30-35.

Gregory, K.F., A.G. Meiering, F.A. Azi, J.A.D. Sedguick, J.D. Cunninghan, S.J. MacLean, J. Santos and G. Gómez. 1976. Establishment of a pilot plant for the production of fungal protein from cassava. In Proceedings of the Fourth Symposium of the International Soc. for Tropical Root Crops held at CIAT, Cali, Colombia, 1-7 August 1976, Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-080e, pp. 267-270.

Hendershott, CH. et al., 1972. A literature review and research recomendations on cassava (Manihot esculenta, Crants) AID Contract No. csd/2497, University of Georgia Team. March 1972.

Job, T.A. 1975. Utilization and protein supplementation of cassava for animal feeding and the effects os suphur sources on cyanide detoxification. PhD. Thesis, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria.

Kholer, G.O., J. Chrisman and E.M. Bickoff. 1973. Separation of protein from fiber in forage crops. pp. 52-60. In Alternative sources of protein for animal production. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Maner, J.H. 1972. La yuca en la alimentación de cerdos, pp. 189-227 En Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia, 18-21 Septiembre 1972.

Maner, J.H. 1973. Investigation of plants not currently used as major protein sources. In Alternative sources of protein for animal production. Proceedings of a Symposium. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. July 31, 1972. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Maner, J.H. and Guillermo Gómez. 1973. Implications of cyanide toxicity in animal feeding estudies using high cassava rations, pp. 113-120. In Chronic cassava toxicity: proceedings of an interdisciplinary workshop London, England, 29-30 January 1973. Int. Develop. Res. Centre Monogr. IDRC-010 e.

Morrison, F.B. 1966. Feeds and feeding. 22nd ed. The Morrison Publishing Co., Ithaca, N.Y. pp. 457-458.

Myer, R.O. and P.R. Cheeke. 1975. Utilization of alfalfa meal and alfalfa protein concentrate by rates. J. Anim. Sci. 40:500.

Noland, P.R. and K.W. Scott. 1963. Substituting various grains and rice milling by-products for corn in rations for growing-finishing swine. Bull. 668. Agric. Exp. Sta. Univ. of Arkansas, Fayetteville. 16p.

Oliva, Francisco. 1970. Evaluación de la harina de banano verde con cáscara, en crecimiento y acabado de cerdos en confinamiento. Tesis Fac. Ingeniería, Agronomía, Medicina Veterinaria, Universidad Central, Quito, Ecuador.

Oliva, Francisco. 1977. La utilización del banano en la alimentación animal. Seminario sobre Identificación de prioridades en la investigación del banano y plátano, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. 20-22 Septiembre 1977.

Phillips, P. Truman. 1974. Cassava utilization and potential markets. Int. Develop. Res. Centre. Monogr. IDRC-020e.

Reade, A.E. and K.F. Gregory. 1975. High-temperature production of protein enriched feed from cassava by fungi. Appled Microb. 30:897-904.

Santos, N.J. and Gómez, G. 1977. Pilot plant for single-cell protein production. In Cassava as an animal feed. Proceedings of an Interdisciplinary workshop, Guelph, Canadá, 18-20 April, 1977.

Tewe, O.O. 1975. Implications of the cyanogenic glucoside fraction of cassava in the growth and reproductive performance of rats and pigs. Ph.D. Thesis, Department of Animal Science, University of Ibadan, Nigeria.

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PARA TECNICOS DE LABORATORIO

Hernán Fonseca Z.
Universidad de Costa Rica

Por espacio de muchos años, los laboratorios de nutrición en los diferentes centros de investigación, han proliferado con bases sólidas en cuanto al personal científico que los dirige, tales como nutricionistas y químicos graduados en instituciones de nivel superior. Sin embargo, debido a las limitaciones de recursos económicos que afrontan la mayoría de estos laboratorios, el personal capacitado a este nivel es escaso y sus funciones se van multiplicando conforme avanzan los trabajos de investigación y proliferan los análisis químicos cualitativos y cuantitativos de infinidad de muestras que ingresan a los laboratorios para su rápido y adecuado procesamiento y análisis.

Paralelamente, a esta presión de trabajo, ha concurrido la necesidad de contratar personal de nivel "técnico", para que asuma buena parte del trabajo llamado de rutina, o sean los análisis simples que en todo laboratorio se llevan a cabo, tales como proteína, fibra cruda, extracto etéreo, etc.

En esta etapa de contratación del personal técnico, es donde se presenta el problema para conseguir personas idóneas con experiencia, ya que ninguna institución educativa de América Latina posee programas de adiestramiento para técnicos de laboratorio de nutrición. Ello conlleva a una situación de inopia de personal capacitado a este nivel y por lo tanto, los centros de investigación se han visto forzados a buscar personas que aparenten tener destrezas e inclinación hacia el trabajo analítico y entrenarlas dentro de un medio eminentemente práctico y si cabe la expresión, empírico, ya que lo que hacen estos técnicos es seguir procedimientos mecánicos, sin poseer bases sólidas de química y nutrición.

La deficiencia apuntada nos ha llevado a cometer grandes errores tanto en análisis simples de alimentos como en proyectos de investigación que requieren del concurso del laboratorio como apoyo fundamental. Personalmente, a través de los años de experiencia en este sentido, he podido comprobar que un técnico de laboratorio que no conoce lo que se espera de un análisis en particular, reporta un resultado completamente fuera de toda lógica, porque cometió un error involuntario en el proceso del análisis o de cálculo.

La prueba más fundamentada de lo anteriormente expuesto, la tenemos en los resultados de análisis de muestras de alimentos y forrajes realizadas en América Latina, que recopiló el Proyecto de Composición de Alimentos y que dio lugar a las Tablas de Composición de América Latina. Al tabular los análisis procedentes de diversos países, hubo de eliminarse buen número de ellos, ya que del todo no coincidían con los valores aproximados para determinado alimento. La inclusión de estos valores erráticos, hubiesen cambiado sustancialmente la medida, con el consiguiente perjuicio para aquellos que utilizan estas tablas para formular raciones y otros fines científicos especialmente en aquellos casos en que fueron pocos los análisis computados de un mismo alimento.

Esta situación nos hace pensar en la necesidad de entrenar debidamente a los técnicos de laboratorio, tanto para impartirles los conocimientos básicos, como para armonizar todas las técnicas empleadas y de esta manera, todos los laboratorios podrían llegar a usar los métodos aprobados, reportando resultados confiables.

El entrenamiento puede ser de dos tipos:

1. <u>Cursos cortos de nivelación</u>

   En vista de que las personas que tomen este tipo de entrenamiento ya son prácticos en conducir las técnicas básica de un laboratorio de nutrición, es importante entonces concentrarse en aspectos teóricos del manejo y conducción de las técnicas.

Estos cursos deben ser impartidos por Universidades o Institutos técnicos, con una duración de cuatro semanas y con ocho horas de teoría y práctica por día.

Patrón para un curso corto de nivelación

Duración:	4 semanas
Requisito:	un año mínimo de práctica de laboratorio en técnicas de análisis de alimentos
Horas por semana:	Teoría 30; práctica 10
Horas total:	Teoría 120; práctica 40

I. INTRODUCCION AL ANALISIS QUIMICO

II. INTRODUCCION A LA NUTRICION

a. Proteínas
b. Carbohidratos
c. Grasas
d. Vitaminas
e. Minerales
f. Agua
g. Sustancias tóxicas en los alimentos y forrajes

III. MATERIALES DE LABORATORIO

IV. EQUIPO DE LABORATORIO

V. MANTENIMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPO

a. Reactivos
b. Cristalería
c. Equipo electrónico
d. Equipo eléctrico

VI. PREPARACION DE REACTIVOS

VII. TEORIA DEL ANALISIS

a. Análisis aproximado (Weende)
b. Análisis de Van Soest
c. Análisis de Vitaminas
d. Análisis de Minerales
e. Análisis de sustancias tóxicas
f. Análisis de otros compuestos

VIII. PRACTICA ANALITICA EN LABORATORIO

IX. REGISTROS DE LABORATORIO

X. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El esquema anterior o algo similar podría aplicarse en un futuro próximo para realizar un curso de laboratorista para el programa del Centro Latinoamericano de Composición de Alimentos y Sistemas de Producción.

2. Carreras cortas para el entrenamiento de técnicos de laboratorio

Los candidatos a este programa deberán poseer al menos el Certificado de conclusión de estudios secundarios y preferiblemente dos años de estudios básicos universitarios, tales como cursos en física, química, matemáticas, y biología.

Este curso tendría una duración mínima de seis meses, con el fin de ofrecer una preparación teórica-práctica adecuada en todos los aspectos básicos de las técnicas de análisis químico.

El programa de instrucción, debe ofrecerlo la Universidad o un Instituto tecnológico en forma regular, extendiendo un diploma de "laboratorista en nutrición animal" después de rendir pruebas satisfactorias de aptitud y conocimientos.

Patrón para una carrera corta de laboratorista

Duración:	24 semanas
Requisito:	Conclusión de estudios secundarios y preferiblemente cursos universitarios de física, biología, matemáticas y química.
Horas por semana:	Teoría 15; práctica 25
Horas total:	Teoría 360; práctica 600

PRIMER CICLO (2 semanas)

I. INTRODUCCION A LAS TECNICAS DE LABORATORIO

II. INTRODUCCION A LA NUTRICION ANIMAL

III. EQUIPO Y MATERIALES BASICOS DE LABORATORIO

IV. RECIBO Y PREPARACION DE MUESTRAS PARA EL ANALISIS

SEGUNDO CICLO (3 semanas)

I. TEORIA DEL ANALISIS APROXIMADO (Weende)

a. Proteína cruda

b. Humedad

c. Extracto etéreo

d. Fibra cruda

e. Cenizas

II. PREPARACION DE SOLUCIONES Y REACTIVOS PARA EL ANALISIS APROXIMADO

III. PRACTICA DEL ANALISIS APROXIMADO

IV. CALCULO DE LOS RESULTADOS

TERCER CICLO (3 semanas)

I. TEORIA DEL ANALISIS DE VAN SOEST

a. Fibra ácido detergente

b. Fibra neutro detergente

c. Paredes celulares

d. Contenido celular

e. Celulosa

f. Lignina

II. PREPARACION DE SOLUCIONES Y REACTIVOS PARA EL ANALISIS DE VAN SOEST

III. PRACTICA DEL ANALISIS DE VAN SOEST

IV. CALCULO DE LOS RESULTADOS

CUARTO CICLO (4 semanas)

I. FUNCION DE LAS VITAMINAS

II. TEORIAS DEL ANALISIS

III. EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS

IV. PRACTICA DEL ANALISIS

a. Vitamina A

b. Vitamina D

c. Vitamina E

d. Vitamina K

e. Complejo B

V. CALCULO DE RESULTADOS

QUINTO CICLO (5 semanas)

I. FUNCION DE LOS MINERALES

II. TEORIAS DEL ANALISIS

III. EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS

IV. PRACTICA DEL ANALISIS

a. Calcio
b. Fósforo
c. Magnesio
d. Potasio
e. Sodio
f. Manganeso
g. Cobre
h. Cobalto
i. Zinc
j. Iodo
k. Hierro
l. Selenio
m. Fluor
n. Molibdeno
o. Otros

SEXTO CICLO (3 semanas)

I. FUNCION DE LOS AMINO ACIDOS

II. TEORIA DEL ANALISIS

a. Analizador de amino ácido
b. Análisis microbiológico

III. EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS

IV. PRACTICA DEL ANALISIS

a. Amino ácidos esenciales

SEPTIMO CICLO (1 semana)

I. DETERMINACION DE SUSTANCIAS ADITIVAS DE LOS ALIMENTOS

a. Presencia de antibióticos
b. Sulfonamidas
c. Nitrofuranos
d. Coccidiostáticos
e. Urea
f. Otros

OCTAVO CICLO (2 semanas)

I. DETERMINACION DE SUSTANCIAS TOXICAS EN LOS ALIMENTOS

a. Aflatoxinas

b. Acido cianhídrico

c. Nitratos y Nitritos

d. *Crotalaria spectabilis*

e. Alcaloides

f. Otras sustancias

NOVENO CICLO (1 semana)

I. REGISTRO DE RESULTADOS EN EL FORMATO ESPECIAL SEGUN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE COMPOSICION DE ALIMENTOS

II. NOMENCLATURA INTERNACIONAL DE ALIMENTOS

III. PROGRAMACION Y COMPUTACION PARA LA TABULACION DE ANALISIS DE ALIMENTOS

IV. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

LITERATURA CITADA

Anónimo. 1966. II. T. Council adopts undergraduate minimum standars. Food Technol. 20(12): 61.

Scharch, K.M. 1974. Flexible options for food Science majors. Food Technol. 28(4): 74.

Thompson, D.R., 1974. Food engineering for food science majors. 34 th IFT Animal Meeting, New Orleans. Paper No. 84.

INTERNATIONAL FEED VOCABULARY[1]

Lorin E. Harris and Leonard C. Kearl[2]
International Feedstuffs Institute
Utah State University, Logan, Utah

Data on feed analyses and animal trials with feeds started more than on hundred years ago. Since the beginning of our century, there has been a tradition of compiling feed composition tables similar to those of Kellner (1905) in Germany and Henry (1898) in the USA. It would seem to be more than mere coincidence, however, that fifty years later separate centers of feed data documentation were established concurrently in Germany (Haendler, 1963); Haendler and Jager, 1971) and in the United States (Harris, et al., 1968).

International Feed Vocabulary

Research that is effective in determining the nutrient requirements of animals on the one hand, and establishing the need for more accurate information about composition and nutritive values of feeds on the other, requires specialized methods of processing large amounts of data.

With the expansion of food technology and the use of more fabricated human foods, an increasing number of human food by-products as well as offals suitable for animal feeding are available. This increases the problems of feed nomenclature for applied nutritionist. Non-forage diets of many domestic animals no longer consist primarily of unaltered farm-produce grains. At an ever increasing rate, feed production. Even when entire grains are used in diets, they often go through commercial channels where cleaning, grading, blending,

---

1 A report on Project 079, Journal Series No. 2242. This research was partly financed by the United States Agency for International Development under contract number AID/TA-C-1159 entitled, "Increasing Livestock Production Through Improved Nutrition Information".

2. Director and Associate Directos, respectively, of the International Feedstuffs Institute, members of the Animal, Dairy, and Veterinary Sciences.

and possibly grinding, pelleting, or extruding have resulted in products, nutritionally unlike the crop originally harvested. Oftentimes, these changes will have a significant effect upon the nutritional value of the diet.

Feed control officials of both United States (USA) and Canada therefore approved names for the feeds regulated by feed legislation in their countries and described the processes involved and permitted in their manufacture. Such names, however, are usually common or trade names, and do not convey nutritionally useful information, except by coincidence or implication. As a means of correcting the numerous inconsistencies practiced by various organizational workers who are naming feeds, a new international system was proposed (Harris 1963; Harris et al., 1968; and Harris et al. 1977). This system was modified by the Hohenheim system is now known as the "International Feed Vocabulary" (IFV).

To date, more than 18,000 feeds have been given "International Names" more than 20% of the "common names" found in general usage, proved to be duplicate names for the same product found in different areas the world. This unnecessary duplication is complicating accurate feed identification. The IFV system is now in widespread use in North and South America and its principles have been adopted by the International Network of Feed Information Centers (INFIC). It has been designed to minimize identification problems by assigning descriptive names to feedstuffs, and it offers a system with the potential for international standardization.

The international feed name gives, to the extent that information is available or applicable, a quantitative description of the product.

A complete name consists of twelve component terms:

- genus
- species
- origin (or parent material)
- species, variety or kind
- chemical formula

- season
- part eaten as affected by process(es)
- Process(es) and treatment(s) to which the origin or part eaten was subjected to prior to being fed to the animal
- stage of maturity or development (applicable to forages and animals)
- cutting (primarily applicable to forages)
- grade (official grades with guarantees, etc.)
- classification (according to nutritional characteristics)

All terms used in each of the various components have been previously defined, and therefore, always carry the same meaning whenever appearing in a feed name. Thus, each component contributes pertinent information, while all parts together give a complete comprehensive description of the feed.

The system of naming may be ilustrated by the following example. The first column indicates the name components and the second, the descriptions.

Genus	Medicago
Species	Sativa
Origin	Alfalfa
Variety	Ranger
Part	Leaves
Process	Dehydrated pelleted
Stage of maturity	Early bloom
Cutting	Cut 1
Grade	Grade 1
Class	(1)

When written in linear form, the name components are separated by commas, but without other punctuation. For consistency, only the first letter of the name, the first letter of proper names, and the first letter of element symbols are capitalized. Thus, the feed identified by the above example when written linearly becomes: (Medicago sativa),

Alfalfa, ranger, leaves, dehydrated pelleted, early bloom, cut 1, grade 1.

It should be noted each component is in a certain order. This order follows a logical sequence and is always employed when naming a feed. A description of each of the twelve name components is presented below.

Genus and Species

The genus and species are in Latin unless the feed does not have a Latin name. Examples of feeds without Latin are; Bread and Cereal.

Origin

The origin or parent materials are of four types:

- plant
- animal
  - specific
  - nonspecific
- poultry or birds
  - specific
  - nonspecific
- fish
- minerals

The first component of the common name is the origin or parent material. For a feed derived from a plant, the origin is the name of the plant (e.g. Clover, Wheat, Oats). For a feed derived from animals our poultry the origin is the name of the animal or bird (e.g. Horse, Turkey, Whale). For a feed of fish origin, the term is "Fish" followed by the species or variety (e.g., Fish, cod: Fish, menhaden). If the specific animal origin is not known, "Animal" (nonspecific), or "Poultry" (nonspecific), is used as the origin. The origin of minerals begin with the mineral name. For example Calcium phosphate, di basic.

When a common name has a multiple meaning an "origin" has been used which can be recognized internationally. As an example, the seed of the plant Zea mays, commonly called corn, is defined according to the dictionary as being a small hard seed or seeds of any of the

cereal grasses used fot food, especially the seeds of the important cereal crop of a particular region. In England, corn referes to wheat: in Ireland and Scotland, it refers to oats: in Canada and Australia it refers to Indian corn. Thus the name corn is a nickname for Indian corn which, itself, was originally a local name for the seed of the maize plant. As corn has such a variety of meanings, it is not ideal as an official name of a specific feed. In view of this, the name maize has been used rather than corn, as this name is known internationally.

In some cases feeds are known by more than one origin. To solve this problem in feed composition tables cross references are used. An example is: Distillers grains-see Maize; see Rye; see Wheat.

Species, Variety or Kind

The origin term may refer to a given species or to a genus. The second component of the feed name specifies more exactly the origin of the feed. For instance, Sorghum vulgare is a single species, but there are several feeds of greatly varying nutritional characteristics that belong as varieties to the species. These are designated by variety as Sorghum, milo: Sorghum, sudangrass. Conversely, the name Brome referes to many species of the genus Bromus, each of which is different. The origin name Brome is, therefore, supplemented by a second term indicating the species referred to, as Brome, smooth (Bromus inermus) or Brome, Cheatgrass (bromus tectorum).

Chemical Formula

This applies primarily to minerals, drugs and chemicals used in animal diets. To properly identify the material and show the element desired in relation to other materials in the compound, the chemical formula becomes part of the international name. Examples are: Calcium sulfate, anhydrous, $CaSO_4$; and Calcium sulfate, dihydrate, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

Season

In many areas, especially in the tropics, there are extreme variations in the composition of forages during the wet (growing) and dry (dormant) seasons. To properly identify the feed derived from

the same source (Plant species) in relation to the period in which it is harvested, the component "season" becomes part of the international name. Examples are Pangolagrass (Digitaria decumbens), wet season, aerial part, fresh, (2) and Pangolagrass (digitaria decumbens) dry season, aerial part, fresh, (2).

Part Actually Eaten

The third component of a feed name is the actual part of the parent material consumed. To the layman, the edible parts of plants or animals are considered to be mostly the obvious parts of the structure, as leaves, stems, seeds, meat trimmins, milk, bone, etc. But today food technologysts are desassembling a large number of our natural foods and subsequently reconstituting many of the parts into new "processed foods". For example, many of the modern-day cereals are blends of parts of numerous cereals with or without added synthetic or purified minerals, vitamins, amino acids, antioxidant, and flavors. This extensive fractionation of plant seeds and manufacturing of new products provides innumerable by-products that find use as feeds for animals, as do also the by-products from the preparation of table meats and fish.

Examples of various parts and definitions are as follows (Harris et al., 1968).

Bran. - The pericap of cereal grains

Cob - The fibrous inner portion of the ear of maize from which the kernels have been removed.

Gluten- The tough, viscid nitrogenous substance remaining when the flour or wheat or other grain is washed to remove the Starch.

Husks - Leaves enveloping an ear of maize; the other coverings of kernels or seeds, especially when dry and membranous.

Processes and Treatments

Modification of a feed may greatly alter the feeding value of the product treated. While heat may damage some components, as the amino acids and vitamins, it may make other nutrients more available, as

the carbohydrate in potatoes and beans. Mink may suffer from thamine defficiency when fed certain types of raw fish that contain the enzyme thiaminase. This enzyme destroys the thamine present in a mixed ration. Since thiaminase is heat labile, cooking the caustive fish before mixing the remaining diet ingredients is a satisfactory means of avoiding this problem. Experimental biotin deficiency may be produced in various animals be feeding the raw egg white. This factor in the egg white is destroyed by cooking. Grinding may change completeness of digestion of cellulose and protein, while grinding and pelleting of roughages alters the proportions between the lower fatty acids produced by rumen microflora in milking cows and hence affects the fat, solids-not-fat relations in the milk produced. For this reason pelleting of roughages is not recommended in dairy cow diets if all the diet is pelleted.

It is important that the feeder be aware of the processes to which a given feed has been subjected. Examples of representative processes are listed and defined below (Harris, et al., 1968).

Condensed. Reduced to denser form by removal of moisture.

Cracked. Particle size reduced by a combined breaking and crushing action. Refers to grain.

Dry-Milled. Milled by tempering with a small amount of water or steam to facilitate the separation of the various component parts of the kernel in the absence of any significant amount of free water.

Mechanically extracted. Extracted by head and mechanical pressure. Refers to removal of fat or oil from the seeds. Syn: expeller extracted, hydraulically extracted, old process.

Sun-cured. Dried by exposure to the direct rays of the sun.

Other examples of processes include acidified, bleached, blended, bolted, canned, centrifuged, chopped, clipped, cooked, crimpted, crumbled, crushed, cultured, cured, ensiled, evaporared, fan air dried, homogenized, hydrolized, irradiated, kibbled, leached, malted, mixed, molded, pearled, pelleted, polished, pressed, roasted, rolled,

scoured, screened, shredded, skimmed, solvent extracted (solv extd), spent, stabilized, steamed, suncured, washed, water extracted, weathered, wet milled, wet rendered, whole pressed.

Stage of Maturity

The stage of maturity may not be important when applied for many feeds such as concentrates and slaughterhouse by-products, but for forages it is probably the most important factor influencing their nutritive value. Alfalfa is an example of this. When maturity extends beyond appczimately the one tenth bloom stage (early bloom), the lignin content increases repidly and lowers the digestibility of the harvested hay. The stages of maturity are shown in Table 1.

Cutting or Crop

Many forage crops are cut and harvested several times during the growing season. Each cutting has a unique nutrient content as well as characteristic physical propeties. The cutting or crop component of the name refers to the sequence of cutting from the first to the last (cut no.1, cut no. 2, etc.). Maturity terms refer to the stage of growth or of regrowth (Table 1) and tehrefore, must be considered within the limits of cutting or crop.

In tropical areas crops are cut throughout the year. Under these circumstances the time to start counting cuttings would be in the spring or the time in days since the last cutting under stage of maturity.

Since stage of maturity is more important than cutting date, the various cuts for forages are usually left out of tables on feed composition.

Grade or Quality Designations

Commercial feeds and feed ingredients are, in many cases, subject to government grading procedures and are sold on a quality description basis. Thus, these grades and quality designations must be included as a definitive component of a fully descriptive feed name.

In some cases the feed industry has established content guarantees for certain products (i.e. Soybean, seeds, solvent extracted ground, 41% protein). These quality or content guarantees are listed in the

TABLE Stage of Maturity Terms

Preferred Term	Definition	Comparable Terms
For Plants That Bloom		
Germinated	Stage in which the embryo in a seed resumes growth after a dormant period	Sprouted
Early vegetative	Stage at which the plant is vegetative and before the stems elongate	Fresh new growth, before heading out, before inflorescence emergence, immature, prebud stage, very immature, young
Late bloom	Stage at which stems are beginning to elongate to just before blooming; first bud to first flowers	Before bloom, bud stage, budding plants, heading to in bloom, heads just showing, jointing and boot (grasses), prebloom, preflowering, stems elongated
Early bloom	Stage between initiation of bloom and stage in which 1/10 of the plants are in bloom; some grass heads are in anthesis	Early anthesis, first flower, headed out, in head, up to 1/10 bloom
Mid-bloom	Stage in which 1/10 to 2/3 of the plants are in bloom; most grass heads are in anthesis	Bloom, flowering, flowering plants, half bloom in bloom, mid anthesis
Full-bloom	Stage in which 2/3 or more of the plants are in bloom	3/4 to full bloom, late anthesis
Late bloom	Stage in which blossoms begin to dry and fall and seeds begin to form	15 days after silking, before milk, in bloom to early pod, late to post anthesis
Milk stage	Stage in which seeds are well formed but soft and immature	After anthesis, early seed, fruiting, in tassel, late bloom to early seed, past bloom, pod stage post anthesis, post bloom, seed developing, seed forming, soft, soft immature
Dough stage	Stage in which the seeds are of dough-like consistency	Dough stage, nearly mature, seeds, dough, seeds well developed, soft dent
Mature	Stage in which plants are normally harvested for seed	Dent, dough to glazing, fruiting, fruiting plants, in seed, kernels ripe, ripe seed
Post ripe	Stage that follows maturity; seeds are ripe and plants have been cast and weathering has taken place (applies mostly to range plants)	Late seed, over ripe, very mature
Stem cured	Stage in which plants are cured on the stem; seeds have been cast and weathering has taken place (applies mostly to range plants)	Dormat, mature and weathered, seeds cast
Regrowth early vegetative	Stage in which regrowth occurs without flowering activity; vegetative crop aftermath; regrowth in stubble (applies primarily to fall regrowth in temperate climates); early dry season regrowth	Vegetative recovery growth
For Plants That Bloom Intermittently[a]		
1 to 14 days growth	A specified length of time after plants have started to grow.	2 week's growth
15 to 28 days' growth	A specified length of time after plants have started to grow.	4 weeks' growth
29 to 42 days' growth	A specified length of time after plants have started to grow	6 weeks' growth
43 to 56 days' growth	A specified length of time after plants have started to grow.	8 weeks' growth
57 to 70 days' growth	A specified length of time after plants have started to grow.	10 weeks' growth

[a]These classes are for species that remain vegetative for long periods and apply primarily to the tropics. When the name of a feed is developed, the age classes form part of the name (e.g., Alfalfa, aerial part, 15 to 28 days' growth). For plants growing longer than 70 days, the interval is increased by increments of 14 days.

grade component of the name. "More than" (minimum) and "less than" (maximum) of various constituents in the name such as crude fiber, protein, fat, etc., are taken from the official country designations.

Classification

The final component of the feed name is the classification code. Feeds are classified into groups that have similar properties to be considered in formulating feed mixtures and diets. The numbers and classes they designate are:

1 Dry forages and roughages: subdivided into hay (both legume and non-legume), straw, fodder (aerial part with ears, with husks or with heads), stover (aerial part without ears, without husks or without heads) and other products with more than 18% fiber, hulls and shells.
This class includes all forages and roughages, cut and cured. Forages or roughages are low in net energy per unit weight, usually because of their high fiber content, though sometimes because of their high fiber content, though sometimes because the water content is high. According to the nomenclature, product that in the dry state contain more than 18% crude fiber are classified as forages and roughages. Thus, in addition to forages, such products as oat hulls, peanut hulls, and cotton seed hulls are classified as roughages and are

2. Pasture, range plants and forages fed green: included in this group are all forage feeds not cut (pasture), all feeds cut and fed green, and feeds cured on the stem, such as dormant range plants. The term "fresh" is used as a process term for most of these feeds although they may be dry and matured when consumed.
3. Silages: Subdivided into maize, legume and grass.
4. Energy feeds: subdivided into cereal grains low in cellulose, cereal grains high in cellulose, cereal milling by-products low in cellulose, cereal milling by-products high in cellulose, fruits, nuts and roots. Products with less than 20% pro-

tein and less than 18% crude fiber are classified as energy feeds.

5. Protein supplements: subdivided into those of animal, avian, marine, milk and plant origin. Products which contain 20% or more protein.
6. Mineral supplements
7. Vitamin supplements
8. Additives: antibiotics, colouring materials, flavoring, hormones, medicants.

The guidelines for classification are approximate and there is some overlapping. Each class used in this system has certain properties that are considered in balancing diets. A special problem occurs with feeds that, on the basis of their composition, meet the criteria for several classifications. Dehydrated alfalfa meal can be considered a forage on the basis of its fiber content, a protein supplement on the basis of its protein content, or a vitamin supplement because of its carotene content, and indeed, this product is used for all three purposes. Brewers yeast can be considered both a protein and a vitamin supplement. In such circumstances, the regular use of the main body of feeds to which the feed in question belongs in considered. Thus, alfalfas are most usually used as forages so dehydrated alfalfa meal is considered as a forage and most yeast products are used as vitamin supplements so brewers yeast is classified as a vitamin supplement.

International Feed Number

A 6-digit "International Feed Number" (IFN) is assigned to each feed. The first digit is the class of the feed. This number may be used as the "numerical name" of a feed when making up a diet with electronic computers.

Country Names

Feed name identification is oftentimes very difficult for those enganged in formulatin animal diets. To overcome this and make the information in the "World Databank" more meaningful the names that the feed is known by in each country (or region) is coded and becomes

a part of the names stored in the name file.

Usually, the country names are such that they do not stipulate the origin (source) of the product. Therefore, they are not suitable four use as the international name. They area, however printed out with the international name in feed tables other publication when desired. For example:

Arabic name - Halib bakar

International Feed Name - Bos spp Cattle, milk, fresh

Names from all countries will be added to the name files as they become known.

Procedures Used in Calculating Data

The following are examples of the calculation procedures used in compiling data for tables of feed composition.

- All data are converted to a 100% dry matter basis (moisture free)
- Individual values for each nutrient are totaled and means calculated.
- The mean nitrogen-free extract is calculated with mean data as: mean nitrogen-free estract (%) = 100 ash - % crude fiber - % ether extract - % protein

Nitrogen free extract is not longer used as an entity to calculate diets, but until sufficient data are available to replace TDN with the calorie system, there is some advantage in having nitrogen-free extract so DE and ME may be calculated from TDN.

Certain values in the tables of feed composition that are not determined experimentally are marked with an asterisk (*). These values are computed from equations marked with an asterisk or are estimated from feeds of similar composition.

- Digestible protein is calculated for each kind of animal by the formula:

a. $\text{digestible protein} = \frac{\text{\% protein X protein digestion coefficient}}{100}$

b. or by equations * in Table 2 if protein digestion coefficients were not available.

. Digestible energy for each animal is calculated:

a. From the mean digestible energy in Kcal/kg or cal/kg

b. De in Kcal/kg - GE (kcal/kg) X GE digestion coefficient

c. from TDN for cattle and sheep:

* DE in Mcal/kg - TDN % X 0.04409

d. from TDN for horses:

* DE in Mcal/kg = 0.0365 X TND% + 0.172

2. from TDN for swine:

* DE in kcal/kg = TDN X 44.09

. Metabolizable energy for each animal kind is calculated:

a. from the average metabolizable energy in kcal/kg or Mcal/kg

b. from nitrogen corrected metabolizable energy (ME_n) for chickens and turkeys (NRC, 1966).

c. from DE for ruminants and horses as:

ME in Mcal/kg = 0.82 X DE (Mcal/kg)

Table 2. Equations Used To Estimate Digestible Protein (Y) From Protein (X) for Five Animal Kinds and Four Feed Classes.[a]

Animal kind	Feed Class[b]	
Cattle	1	Y = 0.866 X -3.06
Cattle	2	Y = 0.850 X -2.11
Cattle	3	Y = 0.908 X -3.77
Cattle	4	Y = 0.918 X -3.98
Goats	1 and 2	Y = 0.933 X -3.44
Goats	3	Y = 0.908 X -3.77
Goats	4	Y = 0.916 X -2.76
Horses	1 and 2	Y = 0.849 X -2.47
Horses	3	Y = 0.908 X -3.77
Horses	4	Y = 0.916 X -2.76
Rabbits	1 and 2	Y = 0.772 X -1.33
Sheep	1	Y = 0.897 X -3.43
Sheep	2	Y = 0.932 X -3.01
Sheep	3	Y = 0.908 X -3.77
Sheep	4	Y = 0.916 X -2.76

[a]Taken from Knight and Harris 1966

[b](1) Dry forages and roughages: (2) pasture, range plants, and forages fed green: (3) silages: and (4) energy feeds.

. ME in Mcal/kg = 0.82 x DE (Mcal/kg)

d. from DE for swine as:

* ME in kcal/kg = (0.96 - 0.00202 X crude protein %) X DE (kcal/kg)

. Net energy for finishing cattle:

a. from the average net energy for NE_m or NE_{gain}

b. net energy (NE) values for some cattle feeds are calculated from equations developed by Garrett (1977).

NE_m (Mcal/kg DM) = 1.115 - .8971ME + .6507ME^2 - .1028 ME^3 + .005725ME^4

NE_g (Mcal/kg DM) = 3.178ME - .864ME^2 + .1275ME^3 - . 00678ME^4 - 3.325

c. net energy values for NE_{milk} (NE_1) are estimated by using the formula of MOE and Tyrell (1976).

NE_1 (Mcal/kg DM) = -.12 + .0245 TDN (% of DM)

. Total digestible nutrients (TDN) for each animal kind are calculated:

a. from average TDN

b. from digestion coefficients as:

digestible protein in %	X 1
digestible crude fiber in %	X 1
digestible nitrogen free extract in %	X 1
digestible ether extract in %	X 2.25
TDN in % =	Total

c. * from regression equations (See Table 3).

d. from DE for cattle and sheep:

$$*TDN\ \% = \frac{DE\ in\ Mcal/kg}{0.04409}$$

e. TDN % es not calculated from DE for swine

f. from DE for horses as:

*TDN % = 20.35 X DE (Mcal/kg) + 8.90

This formula is only used for class 1 feeds

g. from ME for cattle and sheep as:

*TDNS % = 27.65 X ME in Mcal/kg

TABLE 3 Regression Equations to Estimate Total Digestible Nutrients[+]

Animal kind	Feed class	Equation
Cattle	1	% *TDN = 92.464 - 3.338 (CF) - 6.945 (EE) - 0.282 (NFE) + 1.115 (Pr) + 0.031 $(CF)^2$ - 0.133 $(EE)^2$ + 0.036 (CF) (NFE) + 0.207 (EE) (NFE) + 0.100 (EE) (Pr) - 0.022 $(EE)^2$ (Pr)
	2	% *TDN = - 54.572 + 6.769 (CF) - 51.083 (EE) + 1.851 (NFE) - 0.334 (Pr) - 0.049 $(CF)^2$ + 3.384 $(EE)^2$ -0.086 (CF) (NFE) + 0.687 (EE) (NFE) + 0.942 (EE) (Pr) - 0.112 $(EE)^2$ (Pr)
	3	% *TDN = - 72.943 + 4.675 (CF) - 1.280 (EE) + 1.611 (NFE) + 0.497 (Pr) - 0.044 $(CF)^2$ - 0.760 $(EE)^2$ - 0.039 (CF) (NFE) + 0.087 (EE) (NFE) - 0.152 (EE) (Pr) + 0.074 $(EE)^2$ (Pr)
	4	% *TDN = - 202.686 - 1.357 (CF) + 2.638 (EE) + 3.003 (NFE) + 2.347 (Pr) + 0.048 $(CF)^2$ + 0.647 $(EE)^2$ + 0.041 (CF) (NFE) - 0.081 (EE) (NFE) + 0.553 (EE) (Pr) - 0.046 $(EE)^2$ (Pr)
	5	% *TDN = - 133.726 - 0.254 (CF) + 19.593 (EE) + 2.784 (NFE) + 2.315 (Pr) + 0.028 $(CF)^2$ - 0.341 $(EE)^2$ - 0.008 (CF) (NFE) - 0.215 (EE) (NFE) -0.193 (EE) (Pr) + 0.004 $(EE)^2$ (Pr)
Horses	1	% *TDN = 52.476 + 0.189 (CF) + 3.010 (EE) -0.723 (NFE) + 1.590 (Pr) - 0.013 $(CF)^2$ + 0.564 $(EE)^2$ + 0.006 (CF) (NFE) + 0.114 (EE) (NFE) - 0.302 (EE) (Pr) - 0.106 $(EE)^2$ (Pr)
Sheep	1	% *TDN = 37.937 - 1.018 (CF) - 4.886 (EE) + 0.173 (NFE) + 1.042 (Pr) + 0.015 $(CF)^2$ - 0.058 $(EE)^2$ + 0.008 (CF) (NFE) + 0.119 (EE) (NFE) - 0.038 (EE) (Pr) + 0.003 $(EE)^2$ (Pr)
	2	% *TDN = - 26.685 + 1.334 (CF) + 6.598 (EE) + 1.423 (NFE) + 0.967 (Pr) - 0.002 $(CF)^2$ - 0.670 $(EE)^2$ - 0.024 (CF) (NFE) - 0.055 (EE) (NFE) - 0.146 (EE) (Pr) + 0.039 $(EE)^2$ (Pr)
	3	% *TDN = - 17.950 - 1.285 (CF) + 15.704 (EE) + 1.009 (NFE) + 2.371 (Pr) + 0.017 $(CF)^2$ - 1.023 $(EE)^2$ + 0.012 (CF) (NFE) - 0.096 (EE) (NFE) - 0.550 (EE) (Pr) + 0.051 $(EE)^2$ (Pr).
	4	% *TDN = 22.822 - 1.440 (CF) - 2.575 (EE) + 0.655 (NFE) - 0.863 (Pr) + 0.020 $(CF)^2$ - 0.078 $(EE)^2$ + 0.018 (CF) (NFE) + 0.045 (EE) (NFE) - 0.065 (EE) (Pr) + 0.020 $(EE)^2$ (Pr)
	5	% *TDN = - 54.820 + 1.951 (CF) + 0.601 (EE) + 1.602 (NFE) + 1.324 (Pr) - 0.027 $(CF)^2$ + 0.032 $(EE)^2$ - 0.021 (CF) (NFE) 0.018 (EE) (NFE) + 0.035 (EE) (Pr) - 0.0008 $(EE)^2$ (Pr)
Swine	4	% *TDN = 8.792 - 4.464 (CF) + 4.243 (EE) + 0.866 (NFE) + 0.338 (Pr) + 0.0005 $(CF)^2$ + 0.122 $(EE)^2$ + 0.053 (CF) (NFE) - 0.073 (EE) (NFE) + 0.182 (EE) (Pr) - 0.011 $(EE)^2$ (Pr)

[+]In the equation CF = crude fiber, EE = ether extract, NFE = nitrogen free extract, Pr = protein.

When sufficient data are available it is hoped that TDN values can be dropped.

Vitamin Standars

The international standard for vitamin A activity as related to vitamin A and beta-carotene are as follows:

One IU or vitamin A = one USP unit

Vitamin A activity of 0.300 microgram of crystalline

Vitamin A alcohol, which corresponds to 0.344 microgram of

Vitamin A acetate or 0.550 microgram of vitamin A palmitate

Beta-carotense is the standard for provitamin A

On mg of beta-carotene = 1.667 IU of vitamin A

International standards for vitamin A are based on the utilization of vitamin A and beta-carotene by the rat (see Table 4). Because the various species do not convert carotene to vitamin A in the same ratio as rats, it is suggested that the conversion rates in Table 4 be used.

Table 4. Conversion of Beta-Carotene to Vitamin A for Different Animal Species

Species	Conversion mg beta-carotene to IU of vitamin A mg		IU	IU of vitamin A activity (calculated from carotene) %
Standard	1	=	1,667	100.0
Beef cattle	1	=	400	24.0
Dairy cattle	1	=	400	24.0
Sheep	1	=	400 - 500	24.0 - 30.0
Swine	1	=	500	30.0
Horses				
Growth	1	=	555	33.3
Pregnancy	1	=	333	20.0
Poultry	1	=	1,667	100.0
Dogs	1	=	833	50.0
Rats	1	=	1,667	100.0
Foxes	1	=	278	16.7
Cats	Carotene not utilized			
Mink	Carotene			
Men	1	=	556	33.0

Taken from: Beeson 1965.

References Cited

Beeson, W.M. 1965. Relative potencies of vitamin A and carotene for animals. Federation Proc. 24:924.

Haendler, H. 1963. Bedentung and anfgaben des archivs fur Futtermittel Hohenheim. Kraftfutter 46(11): 555-556.

Haendler, H. and F. Jager. 1971. Stand und Entwicklung der Befunddokumentation Futtermittel. Mitteilunger der Gesellschaft fur Bibliothekswesen and Dokumentation des Lankbaues H., 15:23-31.

Harris, L.E. 1963. A system for naming and describing feedstuffs, energy terminology, and the use of such information in calculating diets. J. Animal Sci. 22:535-547.

Harris, L.E., J. Malcolm Asplund and Earle W. Crampton. 1968. An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets. Utah Agr. Exp. Sta. Bul. 479.

Harris, Lorin E., Leonard C. Kearl and Paul V. Fonnesbeck. 1977. Rational for naming feeds. Utah Agr. Exp. Sta. Bull. 497.

Henry, W.A. 1898. Feeds and feeding. First edition, W.A. Henry, Madison, Wisconsin.

Kellner, Oscar Johann. 1905. Der Ernshrung de Landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlagsbuchhandlung. Paul Parey. Berlin.

Knight, Arlin D., and L.E. Harris. 1966. Digestible protein estimation for NRC feed composition tables. Am. Soc. Animal Sci. Western Sec. Proc. 17:283.

NRC. 1966. Biological energy interrelationships and glossary of energy terms. (Prepared by L. E. Harris) Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council. Pub. 1411. First revised edition. pp. 1-35.

THE INTERNATIONAL NETWORK OF FEED INFORMATION CENTERS[1]

Leonard C. Kearl and Lorin E. Harris[2]
International Feedstuffs Institute
Utah State University
Logan, Utah

The degree of development within a country depends upon the extent and development of its resources. Relatively little can be done to increase supplies of natural resources, but there are innumerable ways to improve their utilization. The natural and cultivated forage that can be utilized by wild and domestic livestock is a most important source for the production of animal products, but this resource is often mismanaged. Primary attention must be given to assisting country and regional organizations in achieving efficient use of their resources.

Developed countries with large animal production systems have documented and computerized considerable amounts of composition data on feedstuffs and the nutrient requirements of several species of domestic animals. Also, software has been developed that identifies alternate ways of using these materials in formulating animal diets.

Developing countries, however, lack basic data on the chemical, physical and biological values of their feeds. Cereal grains and other products suitable for human foods are generally not available for use in animal diets in developing countries. Instead, forages and by-products from the production of human foods are the primary feeds, and these require individualized analyses.

---

[1]A report on Project 079, Journal Series No. 2243. This research was partly financed by the United States Agency for International Development under contract number AID/TA-C-1159 entitled, "Increasing livestock Production Through Improved Nutrition Information".

[2]Associate Director and Director, respectively, of the International Feedstuffs Institute, members of the Animal, Dairy, and Veterinary Sciences Department.

Because environmental factors affected the chemical and physical properties of plant species, application of nutrition principles has to take into account the conditions prevailing in a given region. These factors point to the urgent need for generating data through applied nutrition research in all countries. It is the responsibility of the developed nations to provide financial and technical assistance to the less developed countries in these efforts and to help in the planning and the conduct of such work to ensure the validity of the information generated.

The utilization and productive value of feeds in terms of their economic value and the nutritional requirements of animals must be precisely known before profitable animal diets can be formulated. A major problem in present feed evaluation is the scarcity of information available. To overcome this, a world data bank should contain nutritional information about all feeds used in formulatin animal diets. In addition, the information should express feed energy values in terms compatible with those describing the energy requirements of animals.

Efficient and effective data exchange among countries and regions requires an international feed vocuabulary to accurately describe materials used as animal feeds, and standar methods for chemical and biological analyses of feeds. These requisites must be fulfilled before data can be processed and entered into data banks that can service all countries.

Background

In the early nineteenth century sufficient knowledge of the chemistry of feedstuffs had been attained to enable scientists to begin classifying feeds according to their chemical composition. The earliest recorded feed tables are those of Thaer (1809) who classified hays according to their content of acid and alkali soluble material. Later, Boussingault (1843) published a table of "hay equivalents" that compared feeds on the basis of their nitrogen content.

Wolff (1874) and Lehmann (1899) expressed feed values in terms of digestible nutrients. These concepts took into consideration differences between feeds in nutrient losses during digestion. This work was expanded by Kellner (1905) in Germany and Armsby (1903) in the United States who,

although independently, observed and catagorized differences between feeds in the amount of energy lost during metabolism.

The work of Wolff was expanded in the United States by Atwater (1874). His methods were modified by Henry and Morrison (1910) and became known as the total digestible nutrient (TDN) system. The concepts of digestible, metabolizable and net energy were the outgrowth of work by Armsby (1903) and Kellner (1905).

The TDN and energy system approaches to defining the nutritive value of feedstuffs, have continued up to the present time. Publications of feed composition tables in the United States ocurred in Morrisons "Feeds and Feeding" until the 22nd edition which appeared in 1956. The introduction of digestible nutrients by species of animals first appeared in Schnieder's "Feeds of the World" (Schnieder 1947).

In 1947 the United States National Academy of Sciences recognized the need for a review of feed composition information. This resulted in two publications, one on the composition of concentrates (NRC 1956) and one on the composition of forages and grains (NRC 1958).

It seems to be more than mere accident that in the home countries of the afore-mentioned pioneers in compiling of feed composition tables, Germany and USA, two separate centers of feed data documentation were built up. The German documentation began in 1949 (Haendler, 1963: Haendler and jager, 1971) and the documentation in Utah (USA) began in 1952 (Harris, et al., 1968).

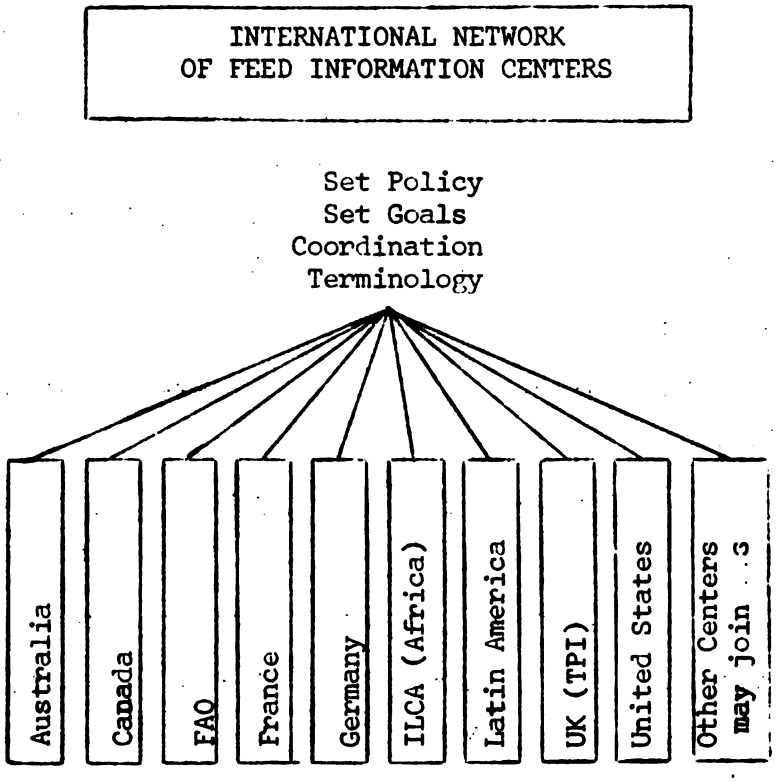
Although there was some contact between Utah and Hohenheim for several years, it was not possible to combine or adapt the two systems to each other. Personnel at the Utah center contacted the FAO concerning the need for world co-operation. The FAO in turn set a consultant to visit various centers compiling data on feed composition (Alderman, 1971). This resulted in two informal meetings which were held at FAO headquarters in Rome in 1971 and 1972 (Harris and Christiansen, 1972; Haendler and Harris, 1973). These meetings resulted in the organization of the International Network of Feed Information Centers (INFIC). Regular annual meetings have been held since that time. Discussions have centered around policy matters and strengthening and expanding the organization. Currently, there are nine activie INFIC centers (Figure 1). The Mid-East is taking steps to establish

a center and become a member of the organization.

Purpose of INFIC

INFIC was organized to provide a means the acquisition and dissemination of reliable feed composition information on a world-wide basis.

- It provides a vehicle for the exchange of ideas an data among the existing documentation centers.
- It is an organization dedicated to assist regions or countries in establishing centers for the collection and documentation of feed composition data in their areas.
- When fully operational, it will provide liaison between prospective centers and funding agencies.
- It will maintain representation with scientific organizations engaged in defining the chemical and biological entities of feedstuffs.
- It will convey the needs of animal agriculture and animal nutrition in particular, to those institutions working on improved chemical and biological methods.
- It will provide to prospective regional centers the expertise required in the specialization of data documentation.



All Centers function independently in regards to financing personnel, data retrieval, data exchange Research, publication

Figura 1. Organization of the International Network of Feed Information Centers.

Organization

INFIC is an organization of documentation centers interested in promoting the welfare of animal agriculture by providing animal nutritionists everywhere with a databank of the most up-to-date information on chemical and biological values of feedstuffs, and the nutrient requirements fo animals. Regional centers will be supported by countries and institutions within their regions and will provide feed composition information and other services to users within their region. INFIC will give technical aid to help all centers become fully operational.

Current members are:

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) Rome. Italy.

The Australian Animal Feedstuffs Collating Center, New Prospect, Australia.

The Canadian Department of Agriculture, Ottawa, Canada .

The Documentation Center at the University of Hohenheim, Stuttgat, Federal Republic of Germany.

The International Feedstuffs Institute, (IFI) Utah State University, Logan, Utah.

The International Livestock Center for Africa (ILCA), Addis Ababa, Ethiopia

The Latin American Program for Feeds and Feeding Systems, San José, Costa Rica.

The L'Institut d'elevage et de Medicine Veterinaire des Pays Tropicans (IEMVT), Maison-Alfort, France.

The Tropical Products Institute (TPI), London, United Kingdom.

Tentative membership includes:

The Middle East Center for Feeds and Feeting Systems

Each feed center is autonomous and has the responsibility to formulate policy for its internal affairs; provide its own finances; designate type of information to process; set costs for services; and specifies services it will provide.

Geographic Responsibilities

INFIC representatives were assigned responsibility for the acquisition of feed information from the following geographical areas:

(a) Africa: Hohenheim, Germany, in cooperation with FAO, the International Livestock Center for Africa, L'Institut d'Elevage et de Medecine Veterinaire des Pays Tropicaux, and Tropical Products Institue.
(b) Europe: Hohenheim, Germany
(c) Latin America: San Jose, Costa Rica and Logan, Utah, USA
(d) Mid-East: Logan, Utah, in cooperation with FAO and the Tropical Products Institute, London, United Kingdom.
(e) North America: Logan, Utah, and Ottawa, Canada
(f) Oceania and Southeast Asia: Sydney, Australia.

International Feed Vocabulary and Principles for Describing Feeds

In recording data from different parts of the world and processing them for use in a common data bank, a standarized unambiguous identification system for feedstuffs is essential. This must include(a) a vocabulary consisting of elements (descriptors) that do not overlap, and (b) regulations for the use of these descriptors in naming feeds. Based on the principles of the International feed vocabulary (Harris 1963 and Harris et al., 1968) an international system was developed. This system as modified by the Hohenheim system is now known as the "International Feed Vocabulary" This vocabulary is in English, French, German and Spanish. After review by a specialized committee, this has been adopted by INFIC. The vocabulary is divided into logical categories (or facets) as explained below. A feed name is established by combining descriptors of different facets, and a translation by computer is possible--for example, from English into French names. The terms used in the vocabulary might not always correspond to those in common use in a given country. In these instances

adjustments are made for conversion of international documentation terms into common terms.

The International Feed Vocabulary is now in widespread use in North and South America and its principles have been adopted by INFIC. It has been designed to minimize feed identification difficulties by assigning descriptive names to feedstuffs, and it offers a system with the potential for international standardization.

The international Feed Vocabulary is designed to give a comprehensive and concise name to each feed. A complete name may have as many as twelve individual components. Each component describes an essential attribute in evaluating a particular feed. The twelve components are:

- Genus
- Species
- Origin (or parent material)
- Species, variety or kind
- Chemical formula
- Season
- part eaten as affected by process(es)
- process(es) and treatment(s) to which the origin or part eaten was subjected to prior to being fed to the animal
- Stage of maturity or development (applicable to forages and animals)
- Cutting (primarily applicable to forages)
- grade (official grades with guarantees, etc.)
- classification (according to nutritional characteristics)

Only sufficient components are used to describe each feed name.

Feeds have been assigned to eight classes. Further subdivision of up to nine groups each is envisaged for developing regression equations to predict missing values. The eight main classes are:

1 Dry forages and roughages.

2 Pasture, range plants and forages fed green.

3 Silages.

4 Energy feeds: products with less than 20 percent protein and less than 18 percent crude fiber.

5 Protein supplements: products which contain 20 percent or more protein.

6 Mineral supplements.

7 Vitamin supplements.

8 Additives: antibiotics, coloring material, flavoring, hormones medicants.

Since the descriptive feed names are not quite practicable for data processing, a consecutive order 5-digit identification number (International Feed Number) is assigned to each name. The code for the feed class is inserted in front of this reference number (which would be a 1-digit number, making a 6-digit number in all--see Table 1. Two-examples of naming are given in the table. This the International Names for the two feeds are:

No. 1: Zea mays indentata. Maize, dent, aerial part, ensiled, dough.

No. 2: Gossypium spp. Cotton, seeds without oil, solv extd, less than 36 percent protein.

Table 1. Examples of International Feed Names

Name components	Feed No.1	Feed No.2
Genus (of original material)	Zea	Gossypium
Species	Mays	spp.
Variety or kind	Indentata	.....
Common name	Maize	Cotton
Common variety	Dent	.....
Part eaten	Aerial part	Seeds without oil
Process(es) and treatment(s) to which products has been subjected	Ensiled	Solv extd ground
Stage of maturity	Dough stage	.....
Cutting or crop	.....	.....
Grade (or quality designation)	.....	Lees than 36 percent protein
Class	(3)	(5)
International Feed No.	3-02-912	5-01-632

All feed names are listed in the International Name File. Any new name not previously composed is added to this file.

Collection and Coding Feed Data

A document known as the "International Form" is used to record the information about a feed (Harris 1970). On this form, in use in may laboratories throughout the world, the following information is included: identification of the sample, information on the geographical area in which the feed originated, the reference source--published or unpublished, and pertinent information about factors which may influence the nutritional characteristics of the product. The form also has space for describing the animal and procedures used in digestion and balance trials. Chemical and biological values that have been determined on the feed sample can be recorded on the form.

These forms are available to all participating institutions and are

printed in five different languages.

Data are requested by regional centers in the following ways:

- Chemical and biological analyses of feed samples
- From cooperating feed analysis laboratories and research institutions which are forwarded by mail or obtained by personal contact.
- Literature search
- Publications containing feed information that are forwarded to the centers.

After the data are put on the source form they are coded (Knight et. al. (1966) and Harris et al. (1968). For example, all information concerning the area (country, region, state, province), the sources of reference and the feed description are coded and punched into one card. Data pertaining to the soil condition, fertilizer applied, etc., are recorded on a second card. Information reported on metabolic studies are recorded on a third card and a fourth card is used to record the chemical and biological data. Additional cards are used to report environmental and other information. The system thus provides flexibility and can be expanded.

Benefits to the User

Benefits from the work on INFIC may be obtained by the results of international standardization of feed data documentation, and in the main from the output facilities of the common data base. The information store in the combined data bank of INFIC will be of particular value to those involved in research and education, planning and development, the feed industry and paractical animal production. Eventually the total output is aimed at providing ready access to:

- all relevant values for chemical, physical and biological data of existing and potential feedstuffs;
- information on relevant factors affecting the nutritional value of feeds (e.g., age of plant, soil, fertilization, temperature, method of processing).

- information relevant to the incorporation of feeds into diets and rations. (e.g., physiological restrictions by the animal, intake, efficiency of utilization, toxicity levels).

Information retrieval may be accomplished in various ways depending on the user's needs and the facilities he has for receiving the information. Retrieval would be largely in the form of feed tables and print-outs when use of computer data and information tapes, direct or via a remote terminal, is impracticable for a user. Feed composition tables may be of the conventional form; by animal species and type of production, and by type of data (e.g., minerals, amino acids, and so on). It is envisaged that in the future there will be more frequent withdrawals in response to specific inquiries. The system is ideal for providing information such as the values feeds from on · crop species, from a group of crops or from the crops of a given area. Additionally, abstracts of information relevant to specific questions can be selectively withdrawn.

The system also permits analysis of factors affecting composition and nutritional value of feeds (e.g., environment and technology of processing), provided the sample analysed has been sufficiently described (for example, as requested on the International Source Form distributed to the cooperating laboratories). Data may also be suitable for the establishment of regression equations. The importance of giving consideration to the experimental conditions under which data were obtained and of distinguishing between actually determined and derived values is well recognized. Especially important is the efficient use that can be made of the international data stored by connecting it with computerized programs for the formulation of diets for miximum profit.

Cooperation Required to Support INFIC's Objectives

It is obvious that the portential out-put from a data bank depends both in quantity and quality on its input. The provision of information across fields of specialization, countries and languages requires close cooperation between institutions all over the world. Certainly, there are a number of limitations to achieving the aim of an optimal coverage in the documentation of world data. Particular assistance is sought by INFIC from:

- donors for the work toward integration of the existing data stores and for international standardization in organizing future data input into a common data base;
- feed analyses laboratories and collecting organizations, in particular those serving developing countries, in making their results available to the central data bank;
- leading workers in the field of feed analyses and energy metabolism to make recomendations on the most economic determinations to employ and appropriate systems to choose in expressing energy values.

Representatives from the participating countries have expressed interest in the work of INFIC and pledged continued support for it. The United States Agency for International Development (USAID) has made an essential contribution through its Florida project, during which 69 laboratories in 23 Latin American countries have cooperated in producing, collecting and forwarding analysis results to the Project Center. Using these data, comprehensive feed composition tables have been published in Spanish, Portuguese and English. USAID is providing financial support for the participation of the Utah Center in INFIC and some funds to start the Latin America Center in San Jose. The Government of the Federal Republic of Germany is supporting work toward INFIC's objectives undertaken by the Hohenheim Center in cooperation with FAO and the International Livestock Center for Africa.

Summary

The aim of INFIC is to combine (by the use of the computer) world data on the composition and nutritive value of products which are or may be used as feeds, and to provide linked abstracts of, an reference to, other information about feeds. As an essential prerequisite, for the sucessful exchange between data stores and for organizing future input to a common data base, agreement has been established on a multilingual international feed vocabulary, on information coding, data structure and computer programming. Efforts are being made to establish regional centers for collection, documentation and retrieval of feed composition information in developing countries.

The output of the common data base may take many forms depdending on the needs of users which can range from conventional feed composition tables, replies to specific inquiries or on line data. The output of the system is also inmediately applicable in computer programming operations for the formulation of the most profitable diets.

INFIC can provide a unique service to advisers in developing countries; it also incorporates services of proven values for the technically advanced countries.

To become fully successful in its work INFIC requires the collaboration of all laboratories that produce or hold information on feeds, particularly in developing countries, and continued support from funding agencies.

References Cited

ALDERMAN, G. 1971. Proposals for establishment of a feeds information system for the Food Agricultural Organization, FAO AGA/MISC/71/28.

HAENDLER, H. and F. JAGER. 1971. Stand und Entwicklung der Befunddokumentation Futtermittel. Mitteilunger der Gesellschaft fur Bibliothekswesen und Documentation des Lankbaues H., 15:23-31

ARMSBY, HENRY PRENTISS. 1903. The Principles of Animal Nutrition. First Edition. John Wiley and Sons. New York.

ATWATER, W.V. 1874. Annual Report, Connecticut Board of Agriculture.

BOUSSINGAULT, JEAN-BAPTISTE. 1843, Economic Rurale Consideree dans ses Rapports avec la Chimie, La Physique et la Meteorologie. Bechet Heunne. Paris. (In 2 volumes). Translated by Sir George Lawes. 1845. Rural economica in its relation with chemistry, physics and meteorology. D. Appleton and Company. New York.

HAENDLER, H. 1963. Bedebtung and anfgaben des archivs fur Futtermittel Hohenheim. Kraftfutter 46(11): 555-556.

HAENDLER, L. and L.E. HARRIS. 1973. Data Documentation in the field of feed analysis and the international cooperation it includes. Quartely Bull. Interna. Assoc. Agr. Librarians and Documentalists. 18(2): 87-94.

HARRIS, L.E. 1963. A system for naming and describing feedstuffs energy terminology, and the use of such information in calculating diets. J. Animal Sci. 22:535-547.

HARRIS, LE., J. MALCOLM ASPLUND and EARLE W. CRAMPTON. 1968. An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets. Utah Agric. Exp. Sta. Bul. 479.

HARRIS, L.E. 1970. Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals. Vol. 1.

HARRIS, L.E. and W.C. CHRISTIANSEN, 1972. International Network of Feed Information Centers (INFIC). Special pulbication from Millerlungen der Gessellschaft fur Bibliothekswesen und Documentation des Landbanes. H 17: 93-100.

HENRY, W.A. and F.B. MORRISON. 1910. Feeds and Feeding. Tenth Edition W.A. Henry, Madison, Wisconsin.

KELLNER, OSCAR JOHANN. 1905. Der Ernshrung der Landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlagsbuchhandlung. Paul Parey. Berlin.

KNIGT, ARLIN D., LORIN E. HARRIS, EARLE W. CRAMPTON, and ALICE DENNEY. 1966. Collection and summarization of feed composition data. III. Coding of the source form for compiling feed composition data. J. Dairy Sci. 49:1548.

LEHMANN, CURT. 1899. Emil Wulff's Rationelle Futterung de Landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlagsbuchhandlung. Paul Parey. Berlin.

MORRISON, FRANK B. 1915. Feeds and Feeding. Fifteenth Edition. F.B. Morrison, Ithaca, New York.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1956. Composition of Concentrate by product Feeding Stuffs. (Prepared by Donald F. Miller, R.F. Boucher, H.E. Bechtel, K.C. Beeson, L.E. Harris, C.F. Huffman, H.L. Lucas, F.B. Morrison, E.M. Nelson, and B.F. Scheider). Nat. Academy os Sci.-Nat. Res. Council, Washington D.C., USA.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1958. Composition of Cereal Grains and Forages (Prepared by Donald F. Miller, R.F. Boucher, H.E. Bechtel, K.C. Beeson, L.E. Harris, C.E. Huffman, H.L. Lucas, F.B. Morrison, E.M. Nelson, and B.F. Scheider) Nat. Academy of Sci.-Nat. Res. Council, Washington D.C., USA.

SCHNEIDER, Burch Hart. 1947. Feeds of the World, Their Digestibility and composition. Jarrett Printing Company, Charleston, W.Va.

THAER, A. 1809. Grundsatze der rationelle Landwirtschaft. Vol. 1. Sec. 275. Die Realschulbuchhandlung. Berlin.

WOLFF, EMIL. 1874. Rationelle Futterung der Landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlagsbuchhandlung. Paul Parey. Berlin.

SISTEMAS DE ALIMENTACION EN AMERICA LATINA

O. Paladines

CIAT

I. Introducción

Los sistemas de alimentación de ganado actualmente en uso en América Latina son tan variados casi como hay productores. Una discusión coherente de los sistemas es, por tanto, difícil y aún si se hiciera un intento por describirlos y discutirlos, resultaría poco útil por la imposibilidad de entender los fundamentos cualitativos y, sobre todo, cuantitativos de las dietas.

Por tanto, este trabajo se reducirá a encontrar los factores comunes, si los hay, y las diferencias más sobresalientes en las formas en que se alimenta el ganado en América Latina y finalmente discutir las posibilidades de establecer el balance entre alimento disponible y requisitos de los animales para la producción.

II. Características Comunes

Aún en condiciones tan heterógeneas de producción como están incluídas en la América Latina, hay factores comunes.

En el caso de los sistemas de alimentación, las características de similaridad están relacionadas con la dependencia fundamental en las praderas y en las características de crecimiento y calidad de esas praderas.

Las características comunes que se discutirán son: alimentación a base de praderas, ausencia de la suplementación, cambios estacionales en la provisión de forraje y crecimiento compensatorio.

1. Dependencia de las praderas

El común denominador en los sistemas de alimentación de ganado en América Latina es la dependencia, prácticamente de

100%, de los forrajes a través de todo el año. Esto es cierto bajo las condiciones más variadas de clima y localización geográfica y bajo sistemas de producción muy diversos. La dependencia es igualmente total en las zonas áridas y frías del Norte de México en que predomina la cría de ganado de carne de la raza europea Hereford, como lo es en las explotaciones de engorde intensivo en ciertas áreas de América Central con ganado Cebú y sus cruces con criollo, o en las áreas de producción lechera especializada de los valles internadinos de Colombia y Ecuador con ganado selecto y mestizo, o en las áreas de cría extensiva en las sabanas tropicales de los Llanos de Colombia y Venezuela y el Campo Cerrado de Brasil o la producción de carne en las Pampas Argentinas y la cuenta del Río de la Plata, con ganado Shorthorn y Hereford, principalmente.

Esta igualdad está determinada por las condiciones climáticas que predominan en América Latina, que permiten el crecimiento de forraje por un período prolongado del año y sobre todo permite el mantenimiento de los animales en los campos durante todo el año.

Pero no solamente hay coincidencia en la dependencia de los forrajes para la alimentación, sino que además el común denominador se extiende a la dependencia del pastoreo como el sistema predominante de alimentación. Esto tiene implicaciones muy importantes para la utilidad y modo de utilización de la información tabulada, que se discutirá más adelante.

Es importante mencionar algunas cifras sobre la población ganadera y los tipos de explotación como reflejo directo de los sistemas de alimentación. Que la producción ganadera se realiza casi exclusivamente sobre pastizales se deriva del hecho de que el 85% de las tierras utilizadas para este propósito son praderas nativas en países como Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad Tobago y Venezuela, y el 89% en Argentina y Uruguay (O.E.A. 1974) y que la carga promedio en América Latina es de 0.56 cabezas/ha (USDA, 1976).

2. Ausencia de la suplementación

La ninguna dependencia del ganado en alimentos concentrados puede observarse en el Cuadro 1 que contiene datos derivados del Programa Ganadero de Colombia para 1974-1975 (Ministerio de Agricultura 1974-1975). Solamente recibió alimento concentrado el ganado lechero especializado a pesar de que el ganado no suplementado contribuyó con el 55% de la producción total de leche en el país. Considerando los niveles bajos de producción promedio del ganado "criollo" y del ganado de carne ordeñado no era de esperar que recibieran concentrado. Cabe aclarar que en la categoria de ganado selecto y mestizo, solamente el 55% del primero y 17% del segundo recibió en efecto suplementación, correspondiendo con seguridad en los dos casos a las vacas de mayor producción. Además, el ganado selecto y mestizo especializado en lechería se encuentra casi totalmente localizado en los valles interandinos de clima medio y frío en los cuales la producción se realiza en praderas de kikuyi (Pennisetum clandestinum),ryegrass (Lolium perenne y L. multiflorum) en mezclas poco estables con leguminosas, principalmente trébol blanco (Trifolium repens). Con buenas mezclas de estas especies, se sabe que las vacas son capaces de seleccionar en pastoreo una dieta suficiente para producir por lo menos 12 kg. de leche, lo cual está por encima de las buenas producciones promedio del país. De esto se deduce que el consumo de concentrado, aún en las vacas selectas y mestizas, es reflejo del mal manejo de las pradera y que, por tanto, podría obviarse.

El ganado de carne en Colombia recibió solamente 1.8% del alimento concentrado y éste estuvo dedicado a animales seleccionados (Ministerio de Agricultura 1974-1975).

Estas cifras nos han indicado hasta este momento dos cosas:

1. La producción depende de los forrajes y

2. tomando Colombia como un ejemplo, por lo menos de los países tropicales andinos, no hay ninguna dependencia efectiva de los alimentos concentrados para la producción.

Sería necesario obtener cifras sobre el uso de forrajes "conservados. (heno y ensilaje) para determinar hasta qué punto la alimentación del ganado en América Latina depende de este modo de suplementación. Desafortunadamente no he podido encontrar información a este respecto y me atrevo, por tanto, a asumir que la dependencia debe ser muy baja, menor aún que el caso de los concentrados y reducido a las explotaciones especializadas de ganado lechero.

Si se acepta este análisis, podemos decir que en general la producción ganadera de América Latina depende del pastoreo para la producción.

Cuadro 1. Producción de Leche y Consumo de Alimentos Concentrados en Colombia*

Tipo de Ganado	Número de vacas en ordeño	Contribución de la producción total de leche %	Producción diaria por vaca kg.	Consumo de concentrado kg/vaca/día
Selecto y mestizo	552.660	45	4.5	0.3
"Criollo" Lechero	255.820	9	2.0	0.0
De carne en ordeño	1.408.337	46	1.8	0.0

* Cifras derivadas por el autor empleando la información contenida en: Ministerio de Agricultura 1974-1975.

3. Cambios estacionales en la provisión de forraje

La estacionalidad en el crecimiento de los pastos es el tercer factor común en los sistemas de alimentación del ganado. La estacionalidad puede estar condicionada en algunos casos a la baja temperatura de invierno en los extremos Norte y Sur, pero depende en la gran mayoría de los casos de la presencia o ausencia de las lluvias. Cualquiera que sea el caso, el efecto es el mismo y puede ser discutido como uno solo.

Para América Central, por ejemplo, Cubillos y colaboradores (1974) encontraron que la tasa de crecimiento de las praderas en las zonas secas alcanza 50% o más del máximo sólo por 3 meses en el año y 0% de crecimiento durante 6 meses, en tanto que en las zonas húmedas hay 50% o más de crecimiento durante 6 meses y en el resto del año, por lo menos un 30% de la tasa máxima. Sin embargo de las grandes diferencias en la modalidad de crecimiento, en las dos áreas es de esperar épocas de insuficiencia de forraje para el ganado, explicables por el diferente grado de intensificación relativa de la producción que ocasiona demandas diferentes de nutrientes a través del año. Es decir, que el problema causado por las diferenciasestacionales en la provisión de forraje tiene el mismo efecto proporcional sobre la producción, independiente del volumen total de forraje producido, porque las praderas serían cargadas con ganado en la medida que ellas puedan proveer alimento para el ganado en las épocas críticas.

Alrededor de este principio se desarrollan, en efecto, los sistemas de alimentación (se puede decir también los "sistemas de pastoreo") en América Latina. Una consecuencia obvia, exagerada en el trópico, es la abundancia y "desperdicio" de forraje en la época de lluvia y el sobrepastoreo de las praderas en la época seca. También esto explica la preferencia de los productores por especies que sean capaces de 1) resistir el sobrepastoreo de la época seca; y 2) crecer rápidamente con las primeras lluvias, adelante de las malezas.

Cuadro 2. Variación Anual en la Ganancia Compensatoria de Novillos que Pastoreaban Pasto Gordura en los Llanos Orientales de Colombia*

Carga Novillos/ha	Año 1			Año 2			Año 3		
	Seca kg/ animal	Lluvia kg/ animal	Compen-sación %	Seca kg/ animal	Lluvia kg/ animal	Compen-sación %	Seca kg/ animal	Lluvia kg/ animal	Compen-sación %
Sin Suplemento									
0.44	-54	170	71	-24	110	0	-26	112	15
0.88	-56	68	7	-40	93	0	-21	96	80
Con Suplemento									
0.44	12	123	-	- 1	115	-	34	102	-
0.88	10	63	-	3	104	-	24	61	-

* Adaptado de CIAT 1974, 1975 y 1976

1. Efecto del clima

El clima con sus factores de lluvia y temperatura es el principal determinante de los sistemas de producción ganadera y de los sistemas de alimentación, ya que condiciona las especies que pueden crecer en un área geográfica y los animales que pueden vivir efectivamente. Dentro de zonas climáticas similares, sean éstas determinadas por la latitud o la altura, por un lado, por la carencia o abundancia de lluvia por otro, los tipos de producción y los sistemas de alimentación tienden a ser iguales.

Como ejemplo se puede citar la producción lechera en zonas frías de México, los Valles de Bogotá y Quitó, y la Provincia de Buenos Aires, que se realizan con praderas de tipos similares y ganados de razas iguales. Otro ejemplo es la producción extensiva de ganado de carne en las extensas sabanas de Colombia, Venezuela, Brasil, y aún otro más, la producción de leche que se realiza a base del ordeño parcial de ganado de carne, principalmente de tipo cebuino, en áreas de producción semi-extensiva de carne en todo el trópico.

Por otro lado, la producción extensiva de ganado de carne, difiere mucho en especies y productividad entre la pampa y las sabanas, a pesar de tener en común su dependencia exclusiva del pastoreo y los métodos rudimentarios de explotación.

La temperatura ambiental condiciona el crecimiento de especies tropicales, las cuales no crecen a temperaturas ambientales inferiores a 15°C y tienen su mejor crecimiento a temperaturas superiores a 30°C, en tanto que las especies de clima templado funcionan mejor a temperaturas de 20-25°C (Cooper 1970).

También la temperatura, y en este caso en interacción con la humedad ambiental, condiciona la sobrevivencia productiva de las razas de ganado. La temperatura ambiental elevada también implica el desarrollo de enfermedades parasitarias y hemáticas a las cuales el ganado europeo es muy susceptible. Sin embargo, Preston y Willis (1970) mantienen que el efecto negativo de las altas temperaturas sobre el ganado europeo es un reflejo más bien de la mala alimentación que el ganado recibe en estas condiciones, que una

limitación genética. La práctica de producir ganado en el trópico, sin embargo, pone serias dudas sobre esta afirmación.

2. Efecto de la fertilidad del suelo

Dentro de una zona climática determinada, el tipo de explotación ganadera predominante, generalmente está determinada por la capacidad del suelo para proveer los nutrientes necesarios para el desarrollo de una u otra especie de forrajes.

Es axiomático que las especies forrajeras de mayor valor nutritivo necesitan niveles de fertilidad del suelo superiores. Así, especies tropicales de mayor valor alimenticio como pangola (Digitaria decumbens), estrella (Cynodon nlemfuensis) o guinea (Panicum maximum) requiere suelos de superior fertilidad a pastos como puntero (Hyparrhenia rufa) o gordura (Melinis minutiflora) de inferior valor nutritivo.

También tiene relación con la fertilidad del suelo, el nivel de fertilización que se necesita para obtener aumento en la producción de forraje y en este sentido limita las posibilidades de intensificar la producción.

Sin embargo, este factor de variación es el que más fácilmente se controla, por medio de enmienda y fertilización del suelo y está tal vez más que ningún otro ligado a las condiciones económicas de la industria.

La fertilidad del suelo tiene efecto sobre el contenido de algunos elementos nutritivos de los forrajes, pero su acción más directa sobre el nivel alimenticio de la dieta que consume el animal está condicionada por la relación entre la fertilidad del suelo y la "calidad" alimenticia de las especies forrajeras que están adaptadas a esos suelos. La fertilización específica aumenta el contenido de la mayoría de los elementos minerales, incluyendo el nitrógeno, pero la efectividad de este sistema para aumentar el consumo de los animales es dudoso, en el campo práctico.

Así la experiencia indica que si es necesario aumentar el contenido de un elemento en la dieta, es más efectivo lograrlo por la suplementación oral antes que por la fertilización y además que si se requiere un aumento en el valor alimenticio de la dieta, la fertilización debe ir acompañada por el reemplazo de la especie por otra más nutritiva.

3. Intensidad de la explotación

Es el factor de desigualdad menos independiente, ya que es modificado directamente por la interacción entre los factores físicos y los factores económicos de la producción.

El grado de intensificación de la explotación determina el sistema de alimentación que se emplea.

Hay casos aislados en América Latina en los cuales se emplean sistemas muy intensos en capital, tierra y mano de obra para la producción ganadera.

En ciertas áreas de América tropical en las cuales la tierra es un recurso escaso y la necesidad de productos ganaderos elevada, existe un marcado interés por la intensificación con el uso de forrajes tropicales de alto rendimiento como la caña de azúcar (Preston, 1977).

La intensificación a base de métodos de alimentación con forrajes frescos en el establo, tipo soiling, no ha sido exitosa en algunos casos de zonas de clima templado (Maddaloni y Pereira) y tropical (De Alba 1976), y están generalmente relacionados con la imposibilidad por parte del animal de seleccionar una dieta de valor nutritivo suficientemente alto. Esta dificultad puede obviarse con la suplementación, principalmente de productos protéicos y minerales que compensen la falta de selectividad en el consumo.

Si bien en el conjunto de la producción ganadera de América Latina, los números de animales que son estabulados es insignificante, en términos de la economía y de la provisión de productos de origen animal locales, puede ser muy importante. Casos como és

tos se registran en las zonas de producción láctea del altiplano de México, a base de alfalfa bajo riego (de Alba 1976) y en la Costa del Perú en las cercanías de Lima a base de forraje fresco de maíz. Estos sistemas intensivos, por tanto, no deben ser ignorados.

IV. Racionalización de los Sistemas de Alimentación

La racionalización de los sistemas de alimentación que el productor debe seguir y la comprensión de los procesos productivos en el ganado, se hace a base del balance entre los nutrientes que el animal necesita y la calidad nutritiva del alimento que el animal consume. Por esta razón, desde hace varias décadas los investigadores han tratado de desarrollar métodos fáciles y precisos para determinar los requisitos nutricionales de los animales y el valor nutritivo de los alimentos.

El éxito que éstos han tenido es relativo aún cuando con los nuevos desarrollos, la capacidad de predicción del comportamiento animal a base de la dieta consumida ha aumentado.

Cuando enfrentamos una situación de pastoreo permanente a través del año es, evidentemente, muchas veces más difícil establecer la ecuación entre consumo y producto, porque los factores nutricionales varían en forma constante e incontrolada. Se discutirán tres de los principales factores de variación, los cuales espero que nos den una idea clara de las posibilidades de encontrar un medio para establecer la correspondencia entre disponibilidad de forraje en las praderas y el rendimiento de productos pecuarios.

1. Cambios en la calidad del forraje

Es muy conocido y bien documentado el cambio que los pastos sufren a través del año en su digestibilidad como resultado del avance en edad. La declinación se presenta en especies de clima templado (Reid 1959) y en especies de clima tropical (Minson 1973). La velocidad de disminución es

mayor en los climas templados, lo cual puede estar relacionado con su mayor digestibilidad (Minson y McLeod 1970) o con el régimen más constante de temperatura y crecimiento en las especies tropicales.

Por esta razón el animal en pastoreo está enfrentando constantemente a una dieta de valor nutritivo cambiante.

Con frecuencia, además, las praderas no están formadas por una sola especie y debido al pastoreo preferencial de unas especies sobre otras, el estado de desarrollo de todas las plantas de una pradera no será igual, es más,debido a los hábitos selectivos de consumo tampoco todas las plantas de la misma especie de una pradera tendrán el mismo estado de desarrollo y por tanto la misma digestibilidad.

También el consumo del forraje cambia con la edad y el cambio es proporcionalmente mayor que el cambio en la digestibilidad (Reid 1961 y Minson 1971), de tal manera que la declinación en el consumo de forraje digerible es muy significativo y tiene un obvio gran efecto sobre la productividad de los animales.

En las praderad de leguminosas y gramíneas del trópico se agrega una fuente más de variación en el valor nutritivo, porque el consumo de las leguminosas es superior al de las gramíneas (Milford y Minson 1966).

2. Manejo del pastoreo

En la última década se ha avanzado en el conocimiento de los factores que influyen sobre el aprovechamiento de las praderas por los animales y sobre algunas relaciones entre la pradera como la proveedora del alimento y el animal que la utiliza. Mucho de este avance se debe a los trabajos de Stobbs y sus colaboradores (1975).

Con el empleo de las diversas técnicas de manejo del pastoreo se logra cambiar la forma espacial y la magnitud del consumo de forraje en pastoreo, porque con ellas se afecta el grado de selección de los animales por las hojas, se regula la cantidad de residuo no consumido y se afecta la composición botánica y el ren

dimiento de la pradera.

Los animales ejercen un grado muy elevado de selección por ciertas especies en praderas nativas y su consumo no tienen relación con la disponibilidad individual de las especies (Bishop et al., 1975), en estos casos el pastoreo, sobre todo cuando es intenso, disminuye la presencia de las especies más aceptables en deterioro de la calidad de la pradera. También en estas praderas no hay relación entre forraje disponible o contenido total de nutrientes y producción animal.

En praderas cultivadas, se debe establecer una clara diferenciación entre especies de clima templado y tropical, porque hay diferencias que determinan el grado de consumo y selectividad: densidad de hojas, relación hoja-tallo y composición química de las praderas en todos sus estratos horizontales.

En praderas tropicales, con especies de crecimiento erecto, en que las hojas se presentan principalmente en la parte superior, el consumo de nutrientes disminuye a medida que el pastoreo se prolonga y los animales se ven obligados a consumir las partes inferiores de las plantas (Chacón y Stobbs 1976), esta situación cambia, desde luego, con la especie de planta. Estos cambios están principalmente asociados, en especies tropicales, con la proporción de hojas en las plantas. En la Figura 1 se presentan los cambios en contenido de MS digerible (in vitro) del Desmodium distortum de acuerdo a la edad y en el cual se observa que los cambios son debidos exclusivamente al aumento en la proporción del tallo y a la disminución en el valor nutritivo de los tallos con el aumento de la edad.

En otras especies de crecimiento menos erecto, se encuentra una relación hoja-tallo más favorable y mayor densidad de las hojas en los estratos superiores de la pradera. También en estas especies, la relación entre forraje disponible y producción animal es mayor. Este es el caso del pasto pangola (Digitaria decumbens). En la Figura 2 se encuentra una relación de este tipo en

condiciones de pastoreo rotativo muy intenso. Posiblemente por estas características, el pasto pangola ha demostrado ser más valioso para producción de leche que otras gramíneas tropicales (Stobbs y Sandland 1972).

Estas condiciones estructurales de las gramíneas y leguminosas tropicales, explican los cambios en productividad animal que se encuentran en condiciones normales de producción o cuando se cambian los sistemas de pastoreo, principalmente incrementando la presión de pastoreo o disminuyendo el tiempo de descanso de una pradera en rotación.

3. Cambios en los requisitos nutricionales de los animales

La tercera consideración de importancia se refiere a las peculiaridades que se pueden esperar en los requisitos nutricionales de los animales cuando producen en ambientes diferentes y pertenecen a razas distintas.

Esta variación es particularmente interesante cuando se comparan razas europeas y cebuinas en el trópico.

Si bien la información disponible no es totalmente clara, parece que el ganado Cebú o cruces de Cebú con razas europeas tiene mayor capacidad de digestión, sobre todo en forraje fibroso (ver la revisión de Warwick y Cobb 1975). Esta diferencia pequeña, generalmente determinada entre 2 y 3 unidades de porcentaje, no puede considerarse como importante en condiciones de alimentación en que la dieta ingerida por los animales puede cambiar de día a día por varias veces esta cantidad.

Se ha sugerido también una mayor eficiencia del ganado Brahman en la utilización de la energía y éste parecería estar asociada con la mejor utilización de la energía metabolizable (Vercoe 1970) antes que con mayor digestibilidad o menor requisito de mantenimiento de energía.

Elliott y Topps (1963) encontraron interesante evidencia de que el ganado Cebú y sus cruces tienen un requisito menor de proteína que el ganado europeo, y Karue y colaboradores (1972) han

Figura 1. Rendimiento de M.S. y M.S. digerible (*in vitro*) de hojas y tallos de *Desmodium distortum* (Paladines no publicados).

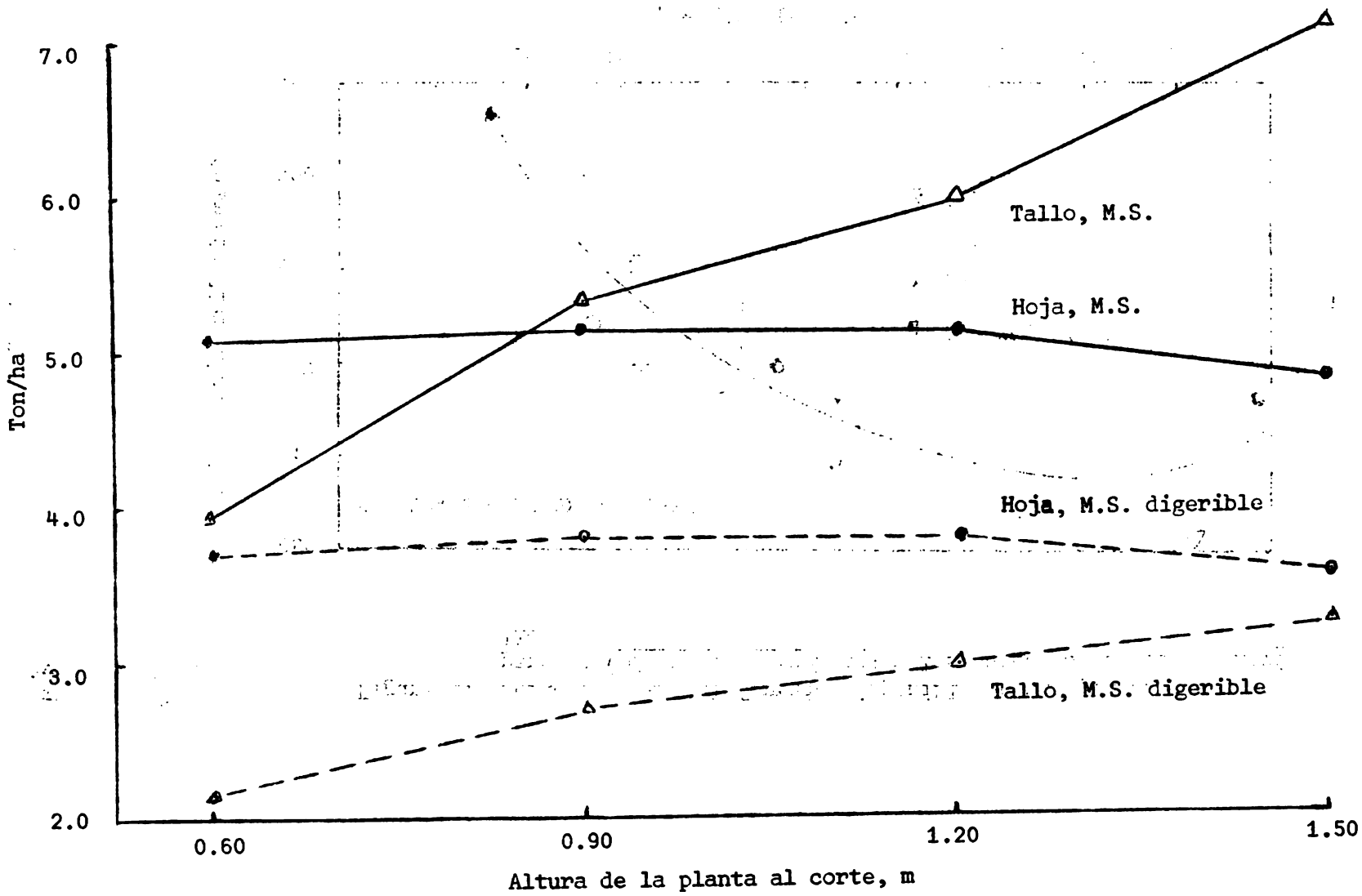
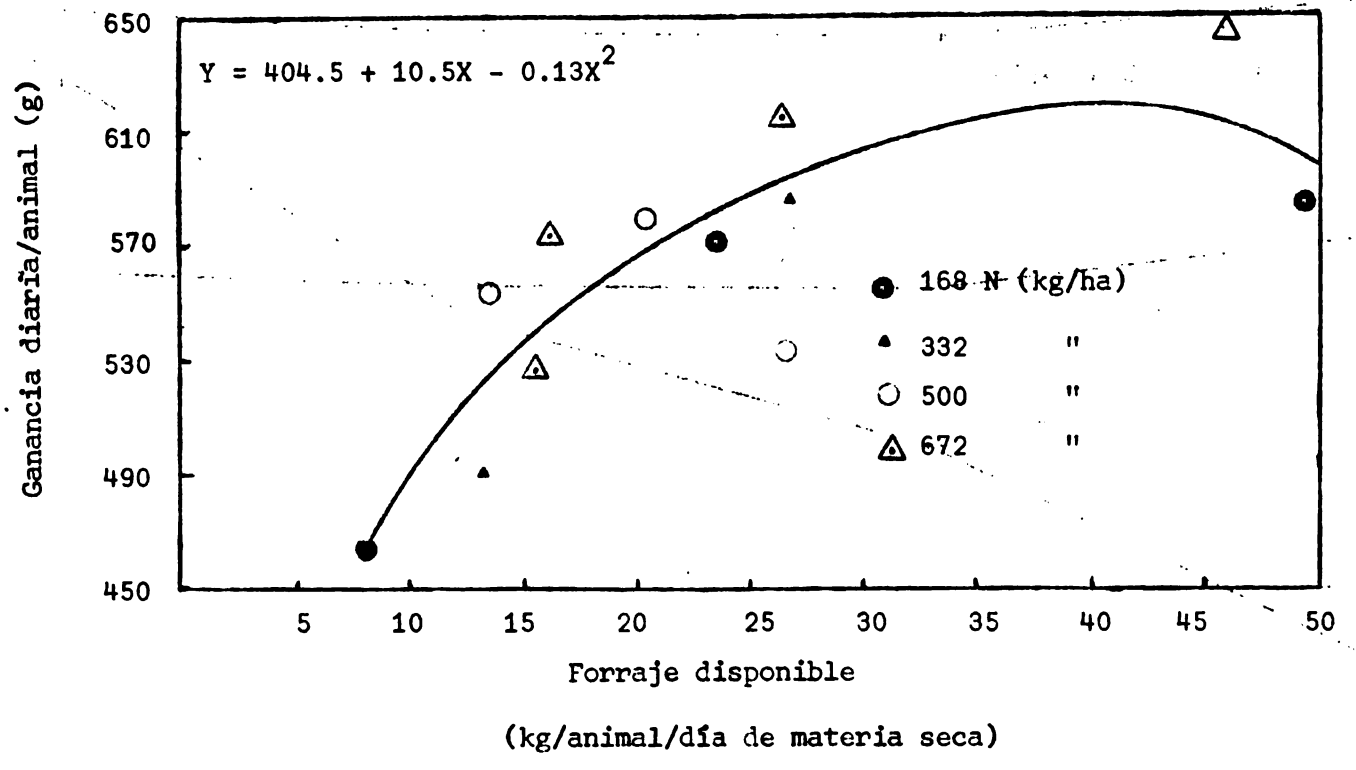


Figura 2. Relación entre el forraje disponible en una pradera de pasto pangola (Digitaria decumbens) y los aumentos de peso de novillos.



CIAT, 1976

encontrado un consumo superior de forrajes de bajo valor nutritivo en el ganado cebú, pero no encontraron diferencias en la habilidad para utilizar la proteína. También Phillips (1960) encontró un menor consumo de agua por kilogramo de heno, y lo que es más interesante encontró también que restringiendo el consumo de agua disminuyó el consumo de forraje en los dos tipos de animal pero la disminución fue menor en el ganado Cebú.

Posiblemente el más importante cambio se relaciona con el aumento en el requisito de mantenimiento de los animales en pastoreo. El aumento sobre el costo de energía para animales estabulados varía entre 25 y 50% (Osuji 1974) y está seguramente relacionado con el esfuerzo que el animal debe hacer para recoger su ración diaria. De acuerdo a la densidad de la pradera y al volumen de forraje disponible, el tiempo empleado en el pastoreo por día puede ir de 6 a 12 horas y en casos verdaderamente extremos hasta 13.5 horas (Smith 1959), pero en casos normales, la fatiga impide el pastoreo sobre las 12 horas (Stobbs 1975).

Hay diferencias, además, en el tiempo de pastoreo asociadas con la carga animal. Los animales de las cargas más altas pastorean por períodos más largos para compensar por la menor disponibilidad de forraje. Sin embargo, en condiciones de carencia de forraje, como ocurre en la época seca en las zonas de clima estacional marcado, la carga animal no tiene efecto sobre el tiempo de pastoreo (Smith 1959).

V. Comentarios finales

Varias generalizaciones parecen válidas para enmarcar a los sistemas de alimentación en América Latina:

1. La alimentación depende esencialmente del pastoreo.
2. Los sistemas extensivos de producción son los predominantes .
3. Es díficil describir cuantitativamente el valor alimenticio de las praderas a través del año.
4. No hay correlación entre forraje disponible y rendimien-

to de productos animales en los sistemas de producción.

5. La dieta consumida por los animales en pastoreo varía cualitativa y cuantitativamente a través del día y a través del tiempo.
6. Por la variación en la densidad y calidad de la pradera, los requisitos de mantenimiento de los animales son variables.
7. Es posible esperar diferencias en la eficiencia metabólica entre tipos de ganado.

Por estas razones, parece muy poco probable que se logre encontrar un método para balancear los recursos alimenticios y la producción animal.

Es más lógico pensar en la posibilidad de describir y estudiar en forma cuantitativa la productividad que se puede esperar de los sistemas de producción animal enmarcados en grupos establecidos en base a las siguientes características: 1. Fertilidad del suelo; 2) Clima y sus variaciones estacionales y a través de los años; 3) especies forrajeras adaptadas a las condiciones de suelo y clima; 4) tipos de producción animal posibles en los suelos, climas y especies predominantes; 5) relaciones económicas insumo-producto bajo las restricciones establecidas por el tipo de producción, las especies y su uso en el sistema de explotación, los niveles de fertilización necesarios para mantener la fertilidad del suelo requerida y la integración de recursos alimenticios de acuerdo a la variación estacional y anual en la disponibilidad de forraje.

Warwick, E.J. and Cobb, E.H. 1975. Genetic variation in nutrition of cattle for meat production. In: The effect of genetic variance on nutritional requirements of animals. National Academy on Sciences, Washington, D.C., pp. 3-18.

LA ORGANIZACION Y FUNCIONES DE LOS COMITES DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACION

Manuel E. Ruiz, Ph. D
Centro Nutricionista Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

Ante la posibilidad de la creación de un Centro Latinoamericano de Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación, conviene considerar algunas de las implicaciones y examinar el mecanismo que seguirían los Comités o Grupos de Trabajo, base de la operación del Centro.

Antes de abordar los aspectos relativos a los Comités, es útil ubicar éstos dentro de un esquema posible de organización del Centro, y éste a su vez debe ser considerado dentro de una definición de objetivos del Centro que responde a las necesidades de América Latina.

Por qué un Centro de Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación para América Latina?

En el ámbito zootécnico latinoamericano, solo han ocurrido dos eventos de carácter multinacional. Uno de ellos, y el más importante, es la creación de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y, el segundo, la contribución de las instituciones nacionales e internacionales, relativa a la composición química de los alimentos, dentro de un proyecto patrocinado por la Agencia para el Desarrollo. Internacional (AID) de los Estados Unidos de América, y llevado a cabo por las Universidades de Florida y la Estatal de Utah.

ALPA. La Asociación Latinoamericana de Producción Animal, se creó en 1967, con los fines principales de (1) estimular la investigación, el estudio y la enseñanza que favorezcan el desarrollo de la zootecnia, (2) difundir los adelantos de las investigaciones y estudios pecuarios, (3) promover el desarrollo de la producción e industria animal. Para lograr estos objetivos, ALPA celebra cada dos años una reunión

científica en la cual se dan a conocer los resultados de investigación y se estimula el intercambio de opiniones y entonfoques de investigación, y se establecen vínculos de trabajo. Estas reuniones constituyen la principal actividad de ALPA.

Tablas de composición de alimentos en América Latina

En 1969, se suscribió un contrato entre la Universidad de Florida y AID, para recopilar y organizar información sobre composición de alimentos de América Latina. Se obtuvieron contribuciones de 69 laboratorios de 21 países del área. Como resultado, se cuenta en la actualidad con una publicación de 1974 en inglés, comprendiendo 3.390 alimentos. También se publicó una versión abreviada en inglés, español y portugés, comprendiendo 650 alimentos. Estas publicaciones se distribuyeron en los países. La naturaleza de la información era química principalmente. Algunos datos que indicaban ciertas circunstancias biológicas (energía metabolizable, energía neta, etc.) se obtuvieron mediante la aplicación de funciones de regresión en E.E.U.U. y Canadá.

INFIC. Fuera del ámbito latinoamericano, ha ocurrido el establecimiento de una Red Internacional de Centros de Información sobre Alimentos (INFIC), como un medio para alcanzar la colaboración mundial en la recopilación de datos de composición de alimentos y en la descripción de los mismos. FAO actúa como la Secretaría de dicha organización, la cual cuenta en la actualidad con la participación de los E.E.U.U., Canadá, FAO, Inglaterra, Alemania, Francia, Etiopía y Australia, con la Universidad Estatal en Utah, designada como la sede para el procesamiento central de datos.

Considerando los logros a nivel latinoamericano, se podría decir que se ha hecho evidente la necesidad de impulsar una colaboración regional que permita el desarrollo de sistemas de alimentación en armonía con las características ecológicas y socio-económicas, predominantes en la región. Sin embargo, esto no es posible mediante la

simple elaboración de tablas de composición química y pareciera que no es suficiente el apoyo de las tablas de requisitos del National Research Council (NRC) de los EE.UU., por lo menos en condiciones tropicales, dada la disparidad entre éstas y las condiciones bajo las cuales fueron producidos los datos del NRC. Por ejemplo, especialmente en el caso de los sistemas de producción bovina, existe una predominancia de los sistemas en pastoreo, en claro contraste con los sistemas en EE.UU. y Europa.

Para realizar la recopilación, procesamiento, análisis, interpretación y publicación de datos sobre alimentos, además de establecer guías de investigación para la generación de información integrable en sistemas, es necesario crear una organización que cuente con su propio personal permanente, facilidades computacionales, un mecanismo de acopio y redistribución de información y equipos de apoyo técnico en áreas específicas de la producción animal, con énfasis en los aspectos de alimentación.

Con los antecedentes de varias reuniones con diferentes organizaciones y personas, una posibilidad de creación del Centro sería mediante el concurso del IICA, USU, UCR y CATIE, con el apoyo técnico de ALPA. En uno de los informes del Dr. Lorin Harris, se presenta un esquema tentativo de organización del Centro (Fig. 1). En este esquema puede apreciarse que todos los componentes del Centro están directamente interrelacionados, variándose solamente la intensidad de la relación.

Introduciendo algunas modificaciones al esquema de Harris, se puede visualizar un esquema operacional del Centro, en el cual quedaría involucrado el papel que jugarían no solamente ALPA, IICA, e INFIC, sino que también se evidenciaría la necesidad de contar con la participación de otros organismos, tales como el IICA/CIDIA, INCAP, CIAT, CATIE e instituciones nacionales con fuentes de programas pertinentes como la Universidad Central de Maracay y la Universidad de Costa Rica (Fig. 2).

La organización y funciones de los Comités del CLADSA

De acuerdo al esquema presentado en la Fig. 2, el Centro Latinoamericano de Apoyo para el Desarrollo de Sistemas de Alimentación, tendría como unidades de trabajo los Comités específicos para cada tipo de explotación considerado importante dentro de cada área climática.

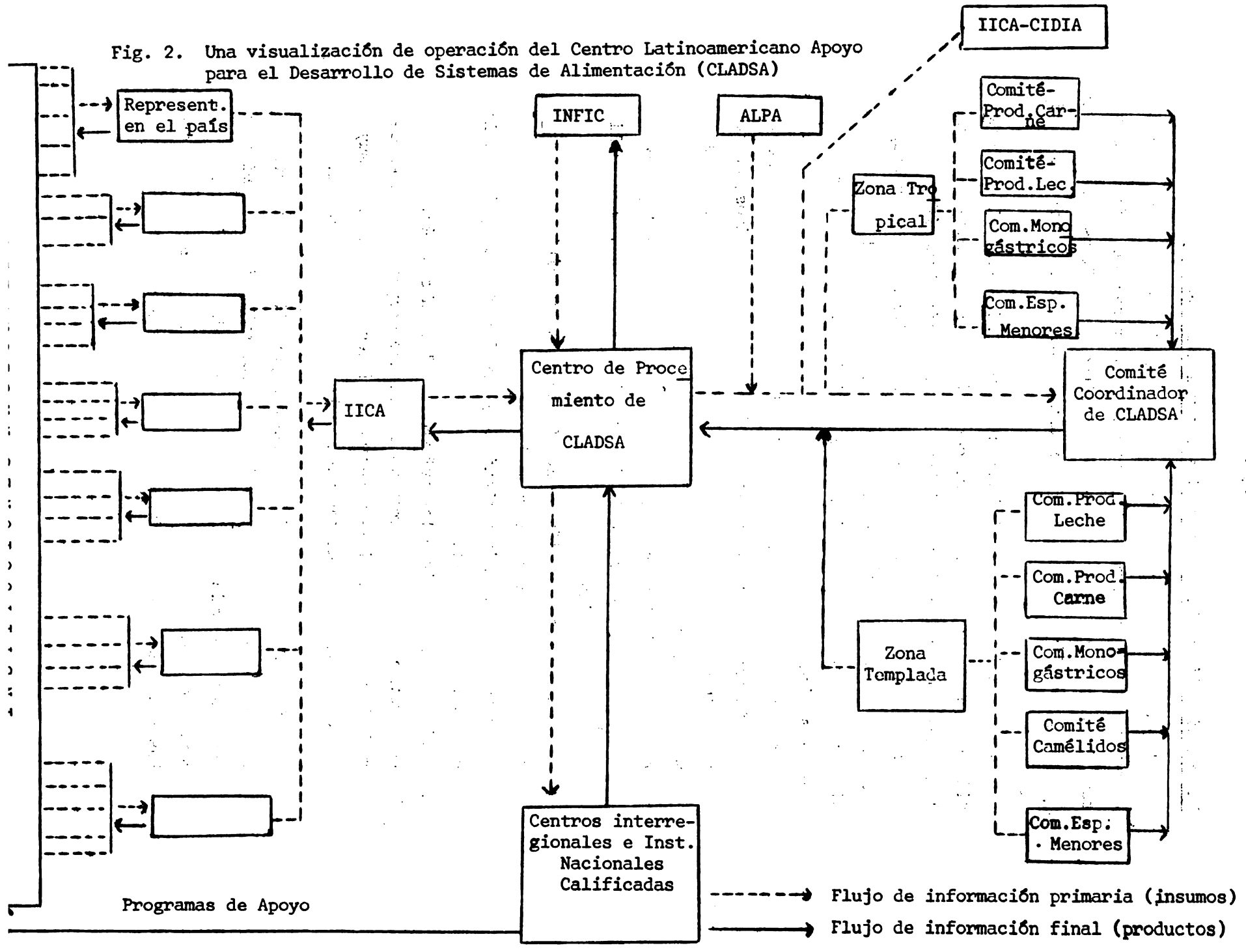
La formación de un Comité Coordinador, sería esencial en la medida que se hace necesario establecer guías y procedimientos estandarizados para uniformizar la labor de cada Comité Específico.

El Comité Coordinador de CLADSA, estaría formado por un grupo reducido de tres o cuatro especialistas altamente calificados y nominados por ALPA. Las funciones del Comité comprenderían, entre otras, las siguientes:

a. Determinar la naturaleza, especificidad y amplitud de información técnica de utilidad para el investigador, técnicos, asesores y productores, para el establecimiento de sistemas de alimentación animal.
b. Asesorar al Centro de Procesamiento de Datos de CLADSA, sobre la forma y naturaleza de la información a ser producida, publicada y distribuida.
c. Gestionar la información de los Subcomités específicos encargados de cada sector de producción.
d. Preparar las directrices técnicas y metodología que guíen la labor de los Subcomités.
e. Revisar y estandarizar los informes de los Subcomités.
f. Programar reuniones de trabajo o designar grupos especiales de trabajo para el análisis y recomendaciones sobre aspectos muy específicos, que requieran para la buena marcha de CLADSA.

Los Subcomités serían designados por ALPA en respuestas a sugerencias del Comité Coordinador. Los subcomités estarían compuestos por técnicos altamente especializados y de intereses comunes, por ejemplo en alimentación de vacas lecheras en pastoreo. Las funciones deberían incluir las siguientes:

Fig. 2. Una visualización de operación del Centro Latinoamericano Apoyo para el Desarrollo de Sistemas de Alimentación (CLADSA)



a. Revisar la información primaria proveniente del Centro de Procesamiento, para su ordenamiento en tablas de composición química y disparibilidad de nutrientes de los alimentos.

b. Revisar la información primaria proveniente del Centro de Procesamiento y la literatura, para la preparación de otros esquemas informativos según lo determine el Comité Coordinador.

c. Determinar las necesidades de información e identificar las instituciones e individuos que puedan crear dicha información, si es necesario, con el apoyo técnico que podría ser proveído por un Centro Regional, Internacional o Nacional calificado.

d. Diseñar metodología de investigación que debe ser recomendada a las instituciones de investigación, en función de los sistemas de alimentación.

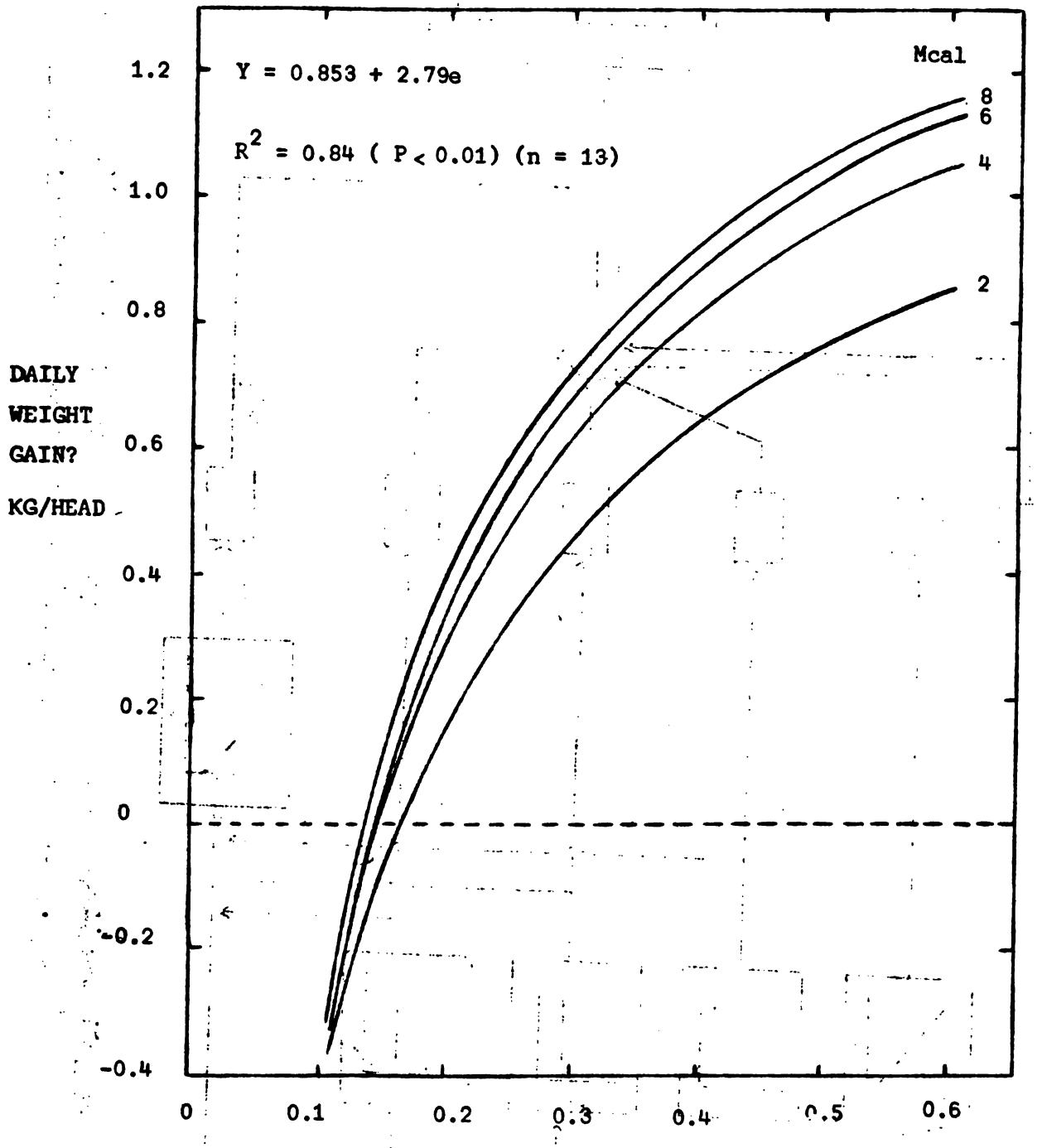
No se pretende que los Subcomités y el Comité Coordinador sinteticen sistemas de alimentación, sino más bien que provean el tipo de información que permita a las instituciones nacionales e individuos, el sintetizar y poner a prueba práctica los sistemas, o el producir la información que aún se hace necesaria para lograr tal objetivo. Por ejemplo, además de la publicación de tablas de composición de nutrientes y sus disponibilidades, también se podría producir publicaciones que contengan información en la que se establezcan relaciones biológicas y matemáticas entre una o más variables nutricionales y un producto final dado. Como ejemplo, en dicha publicación podría aparecer una gráfica como la que se ilustra en la figura 3. En esta figura, se presentan relaciones funcionales entre el nivel de proteína, el nivel de energía y la ganancia de peso, para sistemas intensivos de alimentación a base de mezcla.

Se ha pretendido con este escrito, establecer un documento de trabajo para iniciar una discusión. En ninguna circunstancia se ha pretendido que estas ideas se tomen como un proyecto para ser aprobado o desechado. La ausencia de detalles sólo obedece

a que se prevee una discusión general y a fondo que al final aclarará los requisitos específicos que debe cumplir y contener el CLADSA.

El esquema de la figura 2 y el texto, implican un programa realmente ambicioso. La magnitud de este, quedará por supuesto supeditado a la consideración del apoyo financiero factible de ser obtenido y a la disponibilidad de los técnicos, cuya colaboración sería requerida especialmente a nivel de los Subcomités y Comité Coordinador.

Figura 3. Total crude protein, KG/100 KG L.W./DAY (X_1)



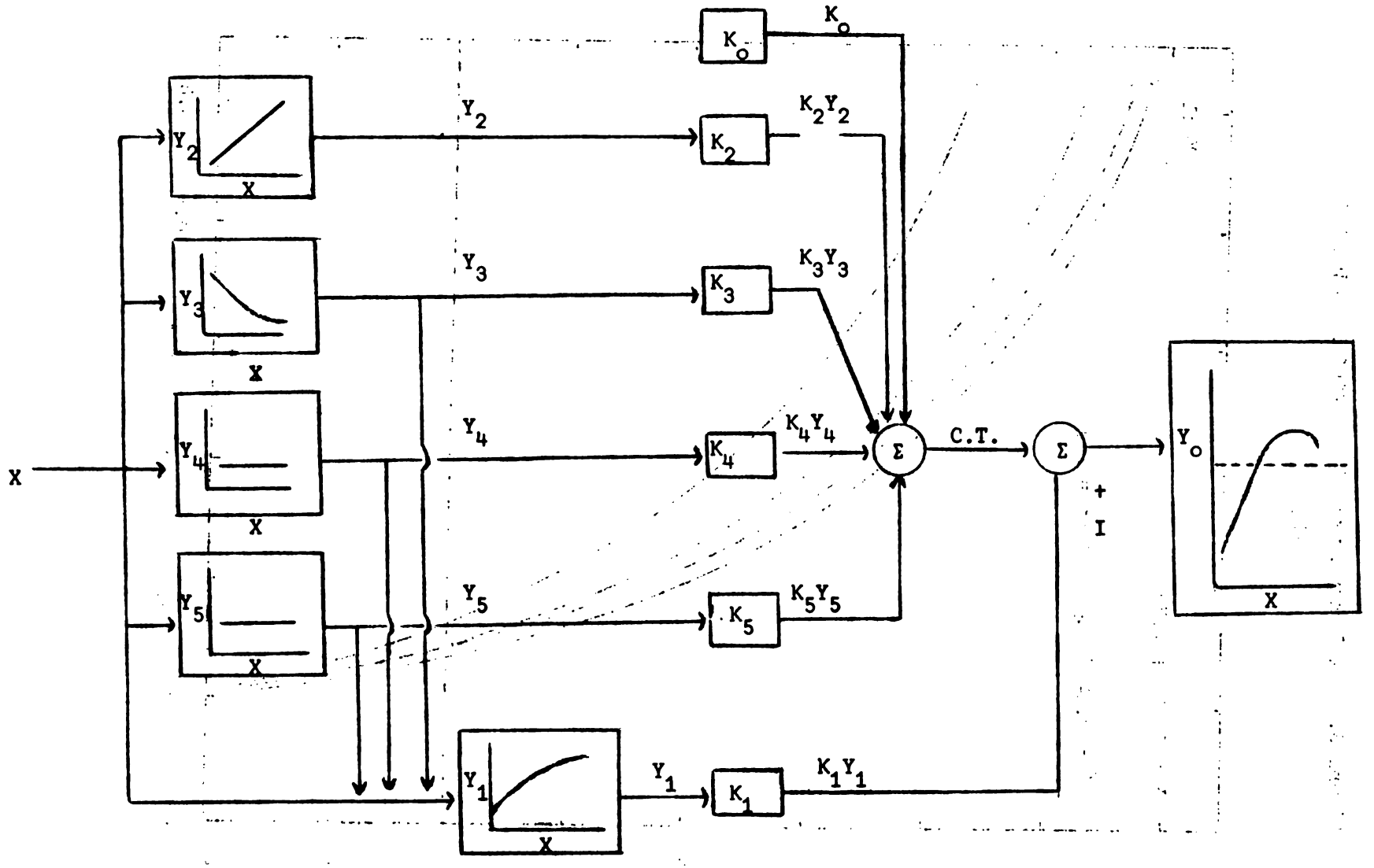


Figura 5. Diagrama representando las causas y efectos biológicos y económicos en un sistema de alimentación dependiente del nivel de melaza en condiciones de consumo Ad libitum de punta de caña.

COMPROBACION A NIVEL COMERCIAL DE 4 SUB-SISTEMAS DE ENGORDA INTENSIVA DE GANADO EN PANAMA

	SUB-SISTEMA			
Descripción	I	II	III	IV
C Suplementaria, (KG/100 KG PV/día)	0.180	0.180	0.225	0.225
FM, Mcal/100 KG OV/día	5.5	6.5	5.5	6.5
% de PC COM UREA	30	60	30	60
Peso inicial, Kg	314	314	314	312
Ganancia de peso, Kg/día				
- Predecida	0.957	0.960	1.023	1.015
- Observada	1.023	1.000	1.023	0.988
Consumo, Kg/100 Kg PV/día				
- Melaza	1.31	1.82	1.28	1.78
- H. Pescado	0.20	0.12	0.25	0.15
- Urea	0.02	0.04	0.02	0.05
- Faja de Arroz	1.01	0.83	1.01	0.84
Rentabilidad, %	17.3	13.1	9.2	8.2

INFORMACION DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES QUE EXISTEN SOBRE SISTEMAS DE ALIMENTACION ANIMAL EN ZONAS ARIDAS DE AMERICA LATINA

Mario E. Tapia

IICA - Oficina Bolivia

Setiembre de 1977

no sea alta, forzando la adaptación de las especies vegetales y animales a la escasez de humedad.

De acuerdo a estas características, las zonas áridas de América Latina se han podido agrupar en las siguientes provincias biogeográficas, Cabrera y Willink (1973).

Méjico y América Central:

Provincia Xerófila mejicana
Provincia Mesoamericana de montaña

América del Sur:

Provincia del Páramo
Provincia de la Caatinga
Provincia de Chaqueña
Provincia de Prepuneña
Provincia del Monte
Provincia del Desierto
Provincia Puneña
Provincia Alto Andina
Provincia Patagónica

Toda el área se inscribe en la región neotropical o sea aquella que ocupa los trópicos de América desde el extremo sur de los Estados Unidos hasta el Estrecho de Magallanes.

La provincia xerófila mejicana, ocupa la mayor parte del Norte de Méjico y su climatología se caracteriza tanto por su escasa precipitación (300-700 mm), como por la irregular distribución de las lluvias, variando los períodos de sequía entre 7 a 11 meses. Los pastizales de esta provincia están dominados por gramíneas como el "Zacate banderita" (Bouteloua curtipendula) navajita (B. graciles).

La provincia mesoaméricana de montaña, ocupa las denominadas tierras frías y altas de América Central y Méjico, sobre la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, cadenas del sur de Méjico y las montañas elevadas de Guatemala y Panamá.

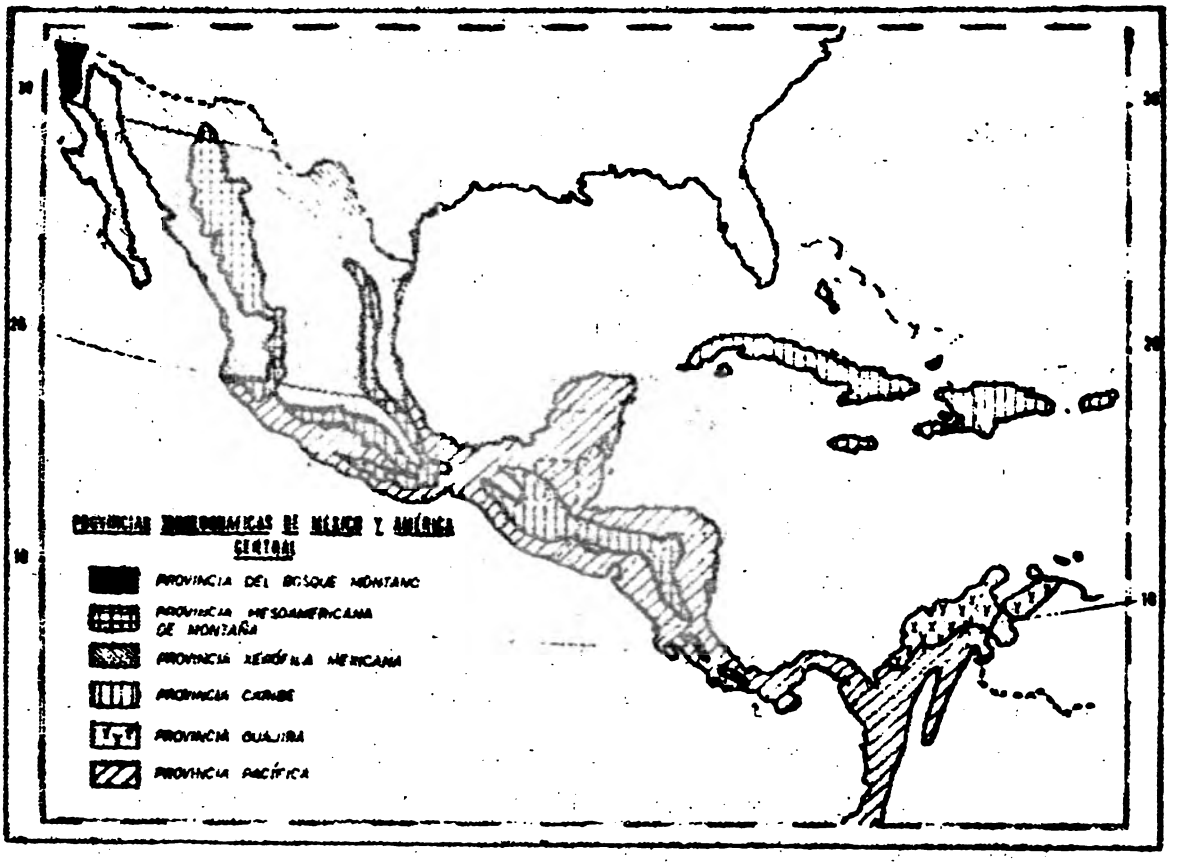


Fig. No. Provincias biogeográficas de México y América Central Cabrera (1973).

Esta provincia varía en alturas desde los 1000 a 4000 m.s.n.m., influyendo la altura fuertemente en la temperatura media que varia entre 8 y 23°C, en tanto que la precipitación varía de 600 a 1300 mm, dando origen a bosques de pinos (Pinus sp.), abetos (Abies religiosa) y encinos (Quercus sp.). Es entre estos bosques que se presenta un estrato herbáceo dominado por gramíneas robustas de los géneros Festuca, Stipa, Calamagrostis, que forman pastizales que por encima de la línea de los bosques se mezclan con flores llamativas de los géneros Senecio, Lupinus y Castilleja.

En América del Sur, las provincias biogeográficas que pueden considerarse como áridas se incluyen dentro de los dominios Amazónicos, Chaqueño y Andino Patagónico.

La Provincia del Páramo se localiza en las altas montañas de Venezuela, Colombia y Ecuador (3800-4000 m) y aunque su suelo es húmedo, y el cielo está cubierto por niebla, la vegetación está dominada por especies propias de la zona xerófila como la Festuca, Calamagrostis, libre de árboles formándose bosques de la especie Espeletia sp. conocida como "frailejon". Desde el punto de vista ganadero, esta zona no presenta ningún valor e incluso la presencia de mamíferos silvestres es muy escasa.

La provincia de Caatinga es una región tropical, árida con una precipitación que va de los 400 a los 750 mm, y con altas temperatura medias de 26 a 27°C. Sin embargo las condiciones son muy variables desde años muy lluviosos con problemas de inundaciones a años de extrema sequía. Esta región del nordeste brasilero, presenta épocas de mayo a septiembre en que los pastos se secan y el suelo aparece desnudo y polvoriento y en donde el sol calcina plantas y animales. El término "Caatinga" parece ser de origen indígena y significa "selva abierta".

La vegetación está compuesta de especies arboreas como el "bálsamo" (Myroxylon peruiferum), el "mulungu" (Erythrina velulina) y arbustivas como leguminosas del género Cassia, Calliandra y Mi-

mosa, así como Cactáceas pequeñas del género Opuntía.

La provincia Chaqueña se extiende desde el sur de Bolivia, oeste de Paraguay y norte de la Argentina. La precipitación varía de 500 a 1200 mm que se concentran pocas semanas en el verano, sobre todo en su área occidental. La temperatura media anual varía de 20 a 23°C, dando origen a una vegetación del tipo de bosques xerófilos caducifolios, en donde sobresale el "quebracho"(Schinopsis), "guayacan" (Caesalpinia) y diversas especies del género Setaria, Pennisetum y Tricheoris. La vegetación del área ha sido estudiada por Adamolli en 1972. Esta provincia ha sido bastante modificada por la intensa explotación forestal y la ganadería, Morello y Saravia Toledo (1959). En algunas áreas, donde el uso ha sido indiscriminado, la vegetación está en un franco proceso de retrogresión.

La provincia del Monte, ocupa la región más árida de la Argentina, en las provincias de Salta, hasta el nordeste del Chubut.

La provincia Prepuneña incluye los terrenos quebrados y laderas secas que se ubican preferentemente en el noroeste argentino, a alturas entre los 1000 y 3400 m.s.n.m. Tiene característicamente un clima seco y cálido en donde las Cactáceas del género Trichocereus forman pequeños bosquetes arbustivos.

El dominio Andino-Patagónico es el más representativo de áreas con pastizales y que alberga una gran población ganadera del continente sud-americano, se han incluído aquí las provincias del Desierto, Puneña, Alto Andina y Patagónica.

La provincia del Desierto abarca la costa del Pacífico desde el paralelo 5°S., hasta el 30°en territorios de Perú y Norte de Chile. Este extenso territorio es de clima cálido y extremadamente seco, debido al efecto de la corriente fría de Humboldt. Las neblinas de invierno que se forman en el mar penetran algunos kilómetros tierra adentro y al chocar con las primeras pendientes de los Andes, ofrecen suficiente humedad para permitir la aparición de vegetaciones anuales conocidas como "lomas", que alimentan rebaños de ovinos, vacunos y cabras en los meses de noviembre a enero.

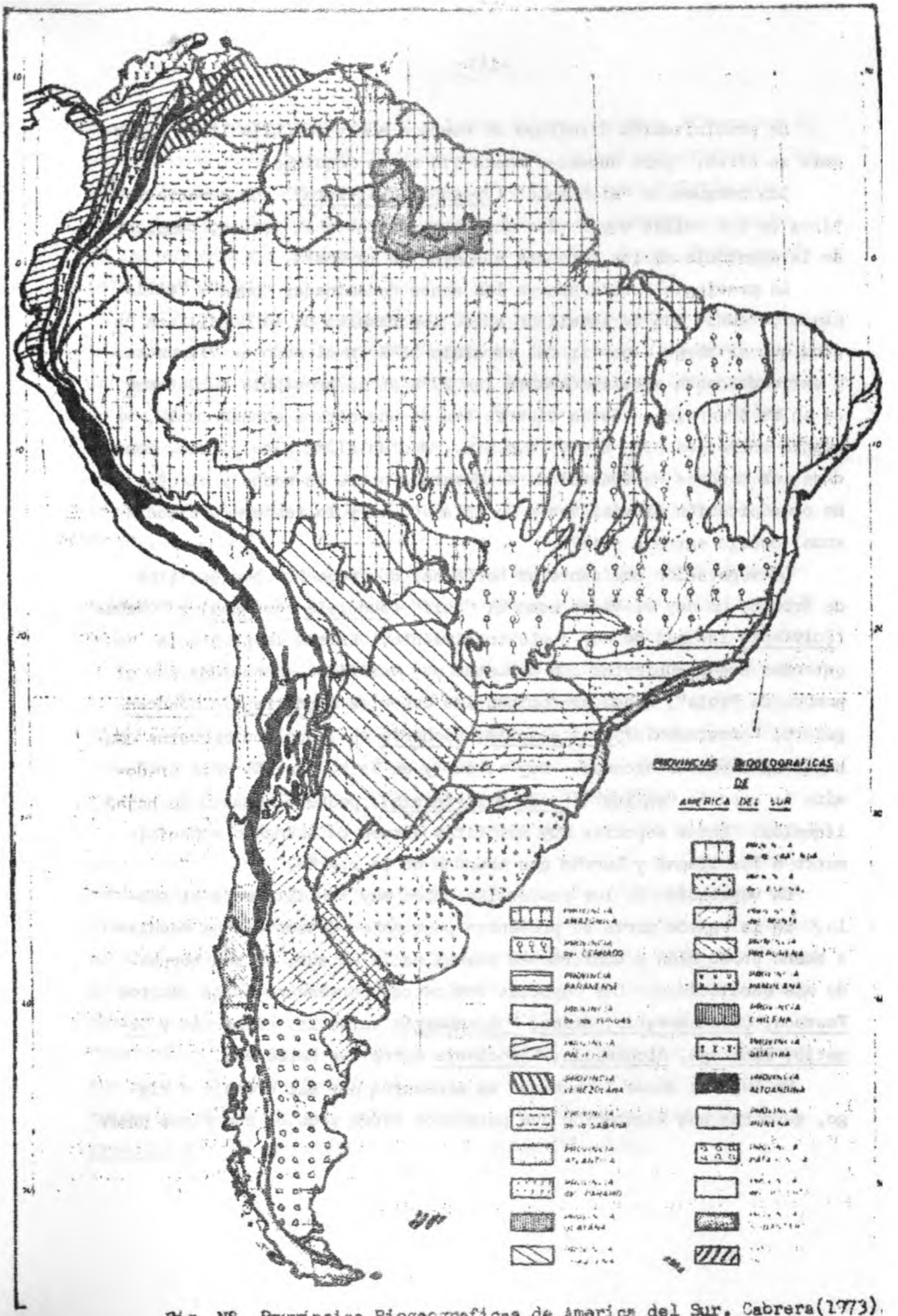


Fig. Nº Provincias Biogeograficas de America del Sur. Cabrera(1973).

La precipitación disminuye de norte a sur y en Chile llega a ser nula en Airca, para aumentar hasta 110 mm en Coquimbo.

Los bosques de "algarrobo" (Prosopis juliflora) son característicos de los valles cuyos ríos cortan el desierto al través, rompiendo la monotonía de los extensos arenales de la Costa.

La provincia Puneña abarca las zonas denominadas "puna", "altiplano", "suni" que se localizan entre los ramales de la Cordillera Andina que se abren a partir del paralelo 15°S en el nudo de Vilcanota y extiende hasta aproximadamente los 27°S en la provincia de Catamarca en la Argentina. Estas tierras son de una altura considerable, variando entre los 3200 a 4300 m.s.n.m., con un clima seco y frío, teniéndose los mayores contrastes de temperatura entre la noche y el día. La precipitación pluvial varía de 50 a 700 mm y la temperatura media anual oscila entre 8 a 11°C.

La vegetación dominante es herbácea, con pequeños bosquecillos de árboles no muy elevados como el "coli" (Buddleia coriacea) y "Queñua" (Polylepis incana) de muy lento crecimiento. Existe la presencia de extensas áreas cubiertas con arbustos muy xerófitos, conocidos con el nombre de "tola", donde predominan las especies Parastrephia quadrangulare, Parastrephia/phylicaefolia, Bacharis sp., que son arbustos con hojas en forma de escamas. Muy al sur y en la región más seca predomina la especie "chijua" (Psila boliviensis), pequeño arbusto de hojas lineales. Estas especies muy xerófitas sirven de alimento especialmente a las llamas y burros que abundan en la región.

La vegetación de los pastizales cubre muy variablemente el suelo. En la región norte se presentan pastizales densos de una regular a buena producción y conforme se avanza hacia el sur, se van tornando más enralecidos. Las especies dominantes pertenecen a los géneros Festuca, Calamagrostis, Stipa, Muhlembergia entre las gramíneas y Senecio, Plantago, Alchemilla, Hjpocheris entre las herbáceas.

En lugares donde la humedad se concentra por mal drenaje o riego, se forma una vegetación que permanece verde todo el año y que puede

mantener una mayor carga animal. Estos lugares reciben diferentes denominaciones como "vegas", "Occonales", etc., y las caracterizan la presencia de especies como la "cuncuna" o "huarichia" (Distinchia muscoides) que forman densos cojines y que es el alimento preferido de las alpacas que habitan especialmente en estas áreas, Tapia et al. 1970, Tapia 1971.

La Provincia Alto Andina comprende las tierras más altas de los Andes desde Venezuela hasta la Tierra del Fuego. Es importante indicar que esta provincia abarca una gran distribución en paralelos, desde los 10ºN hasta los 40ºlatitud S en forma continua, con 7000 kms de cordillera. De esta manera su altura puede variar desde los 4000 m.s.n.m. en latitudes tropicales hasta 3000 m en latitud del paralelo 34 y llega hasta niveles de 500 m a la altura de Tierra del Fuego en el paralelo 54.

La precipitación de esta provincia varía de 400 a 800 mm que ocurren sobre todo en los meses de noviembre a abril en el área tropical y que se distribuyen a todo el año en las latitudes más extensas.

La ganadería de esta zona es preferentemente ovina, utilizando la vegetación de gramíneas xerófilas como Calamagrostis, Stipa, Festuca, Ditichlis y Poa, compuestas y otras dicotiledoneas, que forman una cobertura baja. Entre los géneros endémico se mencionarán Aciahne, Pycnophyllum, Notrotiche, Werneria, Liabum, Hypochoeris.

La provincia Patagónica que se extiende al sur de la Argentina y Chile formada por mesetas, serranías y valles tienen suelos generalmente arenosos y pobres en materia orgánica. El clima es seco, templado a frío con fuertes vientos del oeste, nevadas durante el invierno y heladas casi todo el año. La temperatura media varía de 5ºhasta 13ºC y la precipitación oscila de 100 a 270 mm, aunque puede llegar hasta 500 mm en su extremo oriental. La vegetación dominante es de "pastizales" con algunos arbustos achaparrados. Especies muy frecuentes son el "neneo" (Mulinum spinosum) o la "mata negra" (Junellia tridens), además de las gramíneas como el "coiron blanco" (Festuca gracillina) que son utilizadas por la ganadería ovina.

2. Características de la ganadería en las zonas áridas de América Latina

Las zonas áridas con una vegetación generalmente de porte bajo y/o arbustiva que puede ser utilizada como forraje temporalmente, han permitido el desarrollo de ganadería con características extensivas o sea, en las cuales la baja productividad primaría se compensa con una mayor extensión por unidad animal.

En la provincia xerófila mejicana, se desarrolló una numerosa ganadería de tipo extensivo que utiliza los pastizales. Importante investigación se ha venido efectuando en la Estación Experimental de la Campana, Chihuahua desde el año 1957. Estación que ofrecería mucho al entrenamiento de técnicos Latinoamericanos en la investigación de manejo de pastizales. Las fuertes variaciones de precipitación entre años ha afectado seriamente la producción ganadera de esta zona, incluyéndose además la situación de un mercado incierto.

La baja productividad primaria del área 80 a 400 kgs de forraje utilizable por hectárea condiciona el que se necesite alimentación suplementaria. Otras modificaciones del ecosistema comprende la fertilización, resiembra de pastos nativos e introducidos como el africano (Eragrostis lehmaniana) pasto buffel (Pennisetum aliave) y sorgo almun (Sorghum almun) así como el control de plantas tóxicas.

En el dominio amazónico, como se ha indicado anteriormente, se señala la provincia de las Caatingas, que solo permite mantener una ganadería de vacunos de tipo transhumante, con bajos índices de producción y en la cual durante los años de sequía ocurren enormes pérdidas de ganado.

La provincia de los páramos debe ser diferenciada de las tierras altas andinas, toda vez que las condiciones de fuerte nubosidad y temperaturas del suelo extremadamente fríos no permiten el de-

sarrollo ganadero.

En el dominio Andino-patagónico, las principales áreas ganaderas incluyen las provincias puneña, alto andina y patagónica. En estas áreas, se ha adaptado desde hace unos 400 años ganado ovino y en menor grado ganado vacuno que en las tierras altas ha tenido una barrera de adaptación por el "mal de altura".

Es importante indicar que en esta región se ha localizado el ó los centros de domesticación de dos especies de camélidos del nuevo mundo, la alpaca (lama pacos) y la llama (L. glama) especies que dependen exclusivamente de los pastizales para su alimentación. Existen dos especies silvestres, el huanaco y la vicuña. Pires et al (1976) señala que probablemente la domesticación de los camélidos ocurrió entre los años 2500 a 1750 A.C. Estas cuatro especies tienen el mismo cariotipo 2n = 74 razón por la cual cuando se cruzan entre las especies domésticas y silvestres las crías pueden ser fértiles un factor que nos hace pensar si estamos tratando de cuatro ó una sola especie, Fernández Baca (1971).

En cuanto a la vegetación de la región alto-andina, Ellemberg (1958), ha establecido una interesante teoría, según la cual esta región habría estado cubierta por bosques de "collis" y "queñias", que hubiesen sido indiscriminadamente utilizados como combustibles y que los brotes hubiesen sido fuertemente pastoreados por los camélidos. Su teoría se ve reforzada por el hecho de que los árboles que son plantados y cuidados en la zona se desarrollan perfectamente. El autor midió la temperatura del suelo bajo diferentes condiciones y encontró que bajo los bosques actuales, la temperatura no variaba tanto durante todo el día (10 a 12°C) y que la humedad ambiental se mantenía bastante alta.

La ganadería ovina introducida en el siglo XVI, ha tenido un alto incremento, considerándose que solo en el área de Puna y Alto-Andina de Perú y Bolivia, se crían unos 18 millones y que se alimentan exclusivamente de la vegetación natural.

El número de ganado en las zonas más altas de los Andes ha si

do revisada por Cardozo (1974). Cuadro No. 1.

Cuadro No. 1 Población de rumiantes domésticos en el área de los Andes Altos, Cardozo (1974), miles de cabezas

PAISES	BOVINOS	OVINOS	ALPACAS	LLAMAS	CABRAS
Argentina	10	600	75	75	100
Bolivia	362	4.071	300	1.800	535
Colombia	4.569	2.350	---	-----	---
Chile	---	56	27	61	6.5
Ecuador	1.265	1.807	--	2.5	135
Perú	3.465	13.680	2.856	1.455	1.168
Total	9.694	25.563	3.183	3.393.5	1.944.5

Este cuadro hay que tomarlo con reserva en lo concerniente a los datos sobre vacunos para Colombia y Ecuador, ya que mucho de este ganado no necesariamente se alimenta exclusivamente de los pastizales.

De igual manera Cardozo (1974) estima la producción de los pastizales de los Andes Altos a partir de índices ganaderos constantes, Cuadro N°2.

Cuadro No. 2. Producción estimada de los pastizales en la región de Andes Altos con rumiantes domésticos, Cardozo (1974).

País	Peso vivo T.M./miles	Sup.estimada T.M./miles	Prom.pastoreo km^2/miles	Prod. Económica US $/$km^2$
Chile	6.3	35	1.8	6.60
Argentina	26.7	128	2.1	10.69
Bolivia	315.7	105	30.0	192.30
Perú	1.440.0	240	60.1	558.13
Colombia	988.5	91	108.5	1.484.51
Ecuador	311.8	28	109.7	2.225.39

Las características de esta ganadería son muy variables, de acuerdo a la sub-región donde se desarrolla, pero sobre todo está intimamente relacionada con la estructura agraria y tenencia de la tierra. La capacidad de carga de estas áreas varía de 0.4 a 3 U.O/Ha. año, Tapia Y Segura (1976).

Se considera que las tierras altas de los Andes en su mayor porcentaje tiene una vocación ganadera y que solo en los valles interandinos y pequeñas áreas alrededor del Lago Titicaca y otras lagunas se puede considerar una agricultura rentable.

Los Andes Altos se extienden desde los grados 9°N en Venezuela hasta los 27°S al norte de Chile y Argentina. El recurso pastizales en esta dilatada área que cubre unos 50 millones de hectáreas se ha estudiado esporádicamente. La ausencia de una auténtica estación experimental que enfoque la producción e investigación de los pastizales ha sido reemplazada por importantes esfuerzos aislados de las universidades e instituciones de investigación.

Se puede indicar los trabajos del Dr. Misael Acosta Solís en el Ecuador (1960) que describe los pastizales desde el Carchi a loja, a alturas variables entre los 3000 a 4500 m.s.n.m. El autor indica que en esta área de unos 4 millones de hectáreas, se mantiene el 50% del ganado vacuno del país. Se considera que esas áreas están sobre-pastoreadas o mal manejadas de manera que en las tierras bajas es frecuente los cases de obstrucción de los canales de riego por movimiento de suelo de las áreas que ha quedado sin cobertura.

Del Cuadro No.2 se puede inferir que la producción forrajera y ganadera son bajas en términos de rendimiento económico, necesitando ser mejorada. Neal (1963) en una visita efectuada en la zona de pastizales del Perú mencionaba que estas producían solo 1/3 de su potencial y que sería necesario mejorar el manejo del recurso pastizal.

Evidentemente la carga animal no puede ser la misma en toda la extensión de los pastizales de los Andes Altos. En Colombia y Ecuador se tienen condiciones más favorables, mientras que al sur en el Alti-

plano Central de Bolivia y el Noroeste Argentino las cargas son las más bajas, en tanto que en el Perú se tienen condiciones intermedias.

Es necesario diferenciar las tierras de Páramos, que como se han indicado no tienen un mayor uso en la producción ganadera Weber (1963).

Al norte del Perú se encuentra la región de Jalca, de una buena precipitación (700 mm) que constituye la transición entre la influencia amazónica con la región andina propiamente. En esta área se ha desarrollado la ganadería ovina y vacuna con uso casi exclusivo de los pastizales.

En la sierra central del Perú se han organizado las sociedades agrícolas de interés social (SAIS) que son empresas que administran extensas áreas de pastizales (30.000 - 240.000) y en las cuales se viene aplicando una tecnología apropiada, por los recursos disponibles.

En el área sureste del Perú se inicia el Altiplano, rodeado de elevadas montañas. En esta región se ha desarrollado la ganadería más numerosa que incluye los camélidos sudamericanos (Llamas - Alpacas). La estación experimental de la Raya a 4300 m.s.n.m, está dedicada exclusivamente a la investigación de la cría y mejoramiento genético de la alpaca. Los factores que mayor incidencia tienen en la producción de alpacas en los Andes son la nutrición, la baja natalidad y las enfermedades, Fernández Baca (1975). Sin embargo se puede decir que los tres son coincidentes en su relación al alimento que ofrecen los pastizales. La actual carga por Ha/año es de 1 a 1.5 alpacas sobre los pastizales. Experiencias en la Raya indican que en ciertas áreas, con riego y una fertilización adecuada se pueden sostener hasta 30 alpacas adultas por hectárea. Estas pasturas cultivadas con Lolim perenne y Trifolim repens, podrían servir como suplemento a animales hembras en crecimiento o alpacas con crías. Una revisión de la nutrición de las alpacas ha sido presentada por Tapia (1975). El estudio microscópico ha demostrado la presencia de celdillas en el rumen, tanto en el saco dorsal como ventral, que estan revestidas por un epitelio cilíndrico en su cara interna con glándulas del tipo mucoso que no existen en los ovinos ni vacunos, esta característica más la presencia de glándulas tubulosas en el segundo y tercer proventrículo, afectan la

musculatura del rumen, incrementándose el número de contracciones.

Cuadro No. 3 Comparación entre las concentraciones ruminales de ovinos y alpacas, Vallenas (1960).

Especie	Contracciones por minuto
Vacuno y ovinos	1 - 1.8
Alpacas en reposo	3.2
Alpacas después de alimentarse	5.1

Esta pareciera ser una de las razones por las que la alpaca efectúa un mejor uso de los forrajes que ingiere, Oyanguren y Tapia (1970), Sillau (1973), a mayor movimiento contínuo en el rumen, existe una mejor posibilidad de degradación del forraje por acción de los microorganismos, permitiéndose un mayor tiempo de presencia del forraje en el rumen.

Riera (1964) demostró experimentalmente que las llamas requerían solo el 58.6% de alimentos para mantener el mismo peso vivo que las ovejas.

Espinoza y Tapia (1975) efectuaron un ensayo comparando la ingestión de ovinos y alpacas al pastoreo. Se utilizó la técnica de recolección total de heces y determinación in vitro de la digestibilidad de la dieta.

Cuadro No. 4 Ingestión de materia seca por Ovinos y Alpacas al pastoreo. Espinoza y Tapia (1975).

Especie	Mayo	Junio	Julio
Ovinos	1.748	1.897	1.205
Alpacas	1.151	1.964	1.108

Con estas cifras y el % de proteína en la dieta se calculó la cantidad diaria de proteínas ingerida. Cuadro No. 5.

Cuadro No. 5 Cantidad de proteínas en gramos ingerida por Ovinos y Alpacas Pastoreando.

Especie	Mayo	Junio	Julio
Ovinos	194	173	79
Alpacas	126	163	53

La importante conclusión de este trabajo es la reducción de ingestión de proteínas que ocurre a partir del mes de julio y que afecta muy seriamente a la producción ganadera de la región. Los camélidos y en especial la alpaca como animales semidomésticados se ha adaptado a estas condiciones en dos formas, consumiendo forrajes de zonas húmedas, donde las especies vegetales no sufren tan brusco cambio en su composición nutritiva como los "bofedales. y/o reduciendo su porcentaje de natalidad. Este efecto es reconocido en especies silvestres como los venados especialmente en años de baja producción forrajera. La producción de fibra de alpaca o llama, debe mencionarse como una de las alternativas más importantes, desde el punto de vista económico y que finalmente podría justificar mejoras en la producción forrajera de la zona.

En el Altiplano Boliviano, se puede diferenciar una región norte, en la cual se ubica un anillo circunlacustre alrededor del lago Titicaca,

que incluye territorio peruano y en el cual se desarrolla una agricultura propia. La ganadería en esta región se beneficia de sub-productos agrícolas como la paja de cebada, brozas de quinua, cañihua y plantas subacuáticas como la Totora (Scirpus Totora) y "llacho" diferentes especies Elodea Patamogetan Miriophyllin elatinoides, que se utilizan en el engorde de novillos y carnerillos. Obando W. y A. Santos (1968). Los valores nutritivos de estos recursos forrajeros se presentan en el Cuadro No. 6.

Cuadro No. 6 Valor nutritivo de algunos recursos forrajeros alrededor del lago Titicaca.

Forraje	P.B.	ENN	FIBRA	NDT
Totora fresca	6.5	60.92	14.6	51.2
Totora aislada	10.8	42.60	21.5	
Hinojo llacho (1)	9.0	48.20	14.8	51.7
Yana llacho (2)	15.0	38.20	12.3	

(1) miriophyllium elatinoides

(2) Elodea potamogeton

Al sur se contínua el Altiplano Central donde la precipitación pluvial desciende a 300 y 150 mm. La ganadería de ovinos, llamas, burros es probablemente el único recurso y una forma muy especial del cultivo de la quinua (Chenopodium quinua). La llama utiliza un arbusto denominado tola (Parastrephia quadrangulare) y gramíneas de porte muy baja Bouteloua simplex Calamagratis sp. Una pequeña quenopodiacea el "cauchi" (Suaeda sufructiosa) es la única vegetación alrededor de los "salares" y que sirve de alimento a los pequeños rebaños de ovinos. La sub-división de la propiedad de la tierra ha ocasionado un uso indiscriminado de la tierra de los pastizales y aun muchos terrenos son utilizados con fines agrícolas, obteniéndose rendimientos muy bajos.

El Altiplano Sur se continúa en la República Argentina y ocupa planicies altas, valles y laderas, cumbres montañosas del NO argentino, con una superficie aproximada de 12.7 millones de hectáreas. La producción

básica es la explotación ovina. La mayor parte de los lanares se concentran en las partes llanas y están constituídos por un 90% de raza criolla y el resto es cruzas de Rammey Marsh y Corriedale. Cabezas (1973).

Los pastizales del Altiplano Chileno han sido estudiados por Martínez (1974) indicando que la mayoría del ganado son camélidos con un 70% de llamas y 30% de alpacas.

3. Investigaciones sobre los sistemas de alimentación en las zonas áridas de América Latina. Pastizales de los Andes Altos

Los sistemas de alimentación animal en las zonas áridas, se basan en el uso del recurso forrajero que ofrece la vegetación nativa, tratando de aprovechar en la forma más adecuada y oportuna el crecimiento de los productores primarios. En estas condiciones se trata de mantener en balance la producción de biomasa vegetal y los organismos consumidores de manera de perennizar la condición de recurso renovable del pastizal.

En esta interrelación suelo-animal, se debe considerar el factor administración por parte de los beneficiarios o usuarios del ecosistema, en este caso el hombre que finalmente determinara la eficiencia biológica.

La información sobre los sistemas de alimentación en zonas áridas de América Latina, que aquí se presenta no es completa, más bien expone los resultados de una sola área (los Andes Altos) y trata de mostrar la metodología empleada en estudio, que podría emplearse en otras áreas.

Pastizales de los Andes Altos.

Al describirse la ganadería de esta región se ha indicado la variabilidad de los medios ecológicos, así como los niveles de producción que se pueden encontrar. Sin embargo, se puede indicar en forma general que la productividad no esta ni cerca de 50% de su potencial. Algunas veces por sub-utilización del recurso pastizal y en otras, siendo lo más grave, como resultado del sobre-pastoreo.

De esta manera, el estudio de un adecuado sistema de alimentación que incluya el sistema de pastoreo y las modificaciones del ecosistema, para cada una de las áreas, permitirá un uso racional de este importante recurso natural.

Secuencia de las investigaciones

Inicialmente la investigación estuvo destinada a conocer las especies nativas que poblaban esta región (Weberbauer, 1945; Herrera, 1927; Hitchock, 1927; Tovar, 1957; Tapia, 1959; Vargas, 1957; Macías, 1963; Lara y Alzerreca, 1976).

Los siguientes esfuerzos estuvieron relacionados a determinar el uso y la evaluación nutritiva de estas especies, (Segura, 1963; Florez, 1962; Braun, 1965; Kalinowsky, 1969; Soikes et. al. 1970; Tapia, 1971).

Posteriormente el énfasis fue en conocer el ecosistema en sus funciones de manera de modificarla para elevar su eficiencia biológica. Se inician trabajos sobre las condiciones edafo-agrostológicas de diferentes unidades de producción y se plantea posibilidades del manejo de los pastizales.

Es importante en este punto definir algunas características del sistema de pastoreo en esta región. Generalmente el pastoreo sigue un modelo de rotación, bien sea con el uso de alambradas o por la conducción del ganado que efectua el pastor. Los potreros varían de 30 a 500 has. que se utilizan 3 a 5 veces al año, por períodos de 30 a 50 días.

En el Sur del Perú, se utilizan las tierras altas como potreros de invierno, por la humedad de los nevados y pequeños riachuelos de la zona mientras que en el verano de lluvias el ganado pastorea las partes planas "pampas".

Es común, separar potreros para las épocas de parición generalmente pastizales de buena cobertura y con puntos de agua. En estos potreros se diferencian las zonas para las preñadas; el callejón de separación y la zona de tantajeo corderaje, Rizo Patrón et. al. (1971). El uso de los potreros y su rotación está muy relacionado al programa de dosificaciones, vacunaciones y faenas ganaderas, como el empadre, desbarate, etc.

En este sistema de alimentación bajo pastoreo, en las zonas áridas es común, que en la época seca con un menor crecimiento de los pastizales y su lignificación, se tiene una dieta que no cubre los requerimientos del ganado, ocurriendo una baja en el peso vivo de los animales. Lamentablemente no se han llevado suficientes investigaciones sobre el va-

lor nutritivo de la dieta del ganado pastoreando, de manera que a la fecha solo se incluyen las deficiencias.

Las investigaciones dirigidas a mejorar el sistema de pastoreo y consecuentemente el de la alimentación, se ha enfocado a través de las siguientes manipulaciones del ecosistema:

- Estudios de la capacidad de carga
- Fertilización de los pastizales
- Siembra de pastos cultivados
- Suplementación alimenticia
- Selección de especies forrajeras nativas, para su propagación

Estudios de la capacidad de carga

Mares (1972) comparó la respuesta en peso vivo de vacunos y ovinos a diferentes cargas de pastoreo. Cuadro No. 7.

Cuadro No. 7 Ganancia de peso en un año, por vacunos y ovinos al pastoreo a diferentes cargas. Mares (1972) Hda. Corpacancha 4200 m.

VACUNOS		OVINOS		
Carga Cab./Ha.	Ganancia x Ha. en Kg.	Carga Cab. / Ha.	Ganancia x Ha/Kg. carga	Lana
0.5	83.4	2	16.38	10.9
1.0	123.1	3	19.56	14.6
1.5	58.5	4	9.92	19.0
2.0	223.5	5	45.50	25.8
2.5	151.9	6	27.42	27.8

De este experimento se deduce una mejor respuesta en producción de carne por los vacunos, sin embargo hay que considerar que las características del pastizal utilizado con la dominancia de especies altas como la "chilligua" F. dolicophylla, "crespillo" Calamagrostis vicunarum, Bromus lanatus, tienen un mejor uso por los vacunos.

~~En términos de producción~~ por hectárea, la mejor carga con vacunos fue de 2 cab./ha., sin embargo la tendencia evolutiva del pastizal indujo a considerarla detrimental para la vegetación en el largo plazo. La mejor carga ovina fue de 5 cab./ha y no mostró efectos perjudiciales sobre el pastizal.

En un ensayo efectuado en el altiplano de Puno, se experimentó diferentes sistemas de pastoreo y cargas, Florez et. al. (1972). Los resultados se presentan en la Fig. No. 3.

Se concluye que bajo los tres tratamientos ha habido una disminución de ciertas especies vegetales, que son preferidas por los ovinos como M. fastigiata, H. taraxacoides, mientras que las especies altas como la chilligua, no han sido afectadas. Esto, viene a ratificar la idea, en el experimento anterior que en los pastizales alto-andinos, debe utilizarse más de una especie animal, para el pastoreo. El sistema rotativo de pastoreo no mostró las bondades esperadas, aunque alguna reflexión habría que hacer ante la forma rígida en que los potreros fueron rotados (cada mes se cambiaba de potrero de 1/2 há.), el método de balancear las cargas con animales que se "ponen y sacan" no necesariamente es aplicable para las condiciones extensivas. La carga óptima encontrada fue de 2 U.O./ha/año, que es la que se mantiene comunmente en la estación experimental. Febres y Tapia (1974).

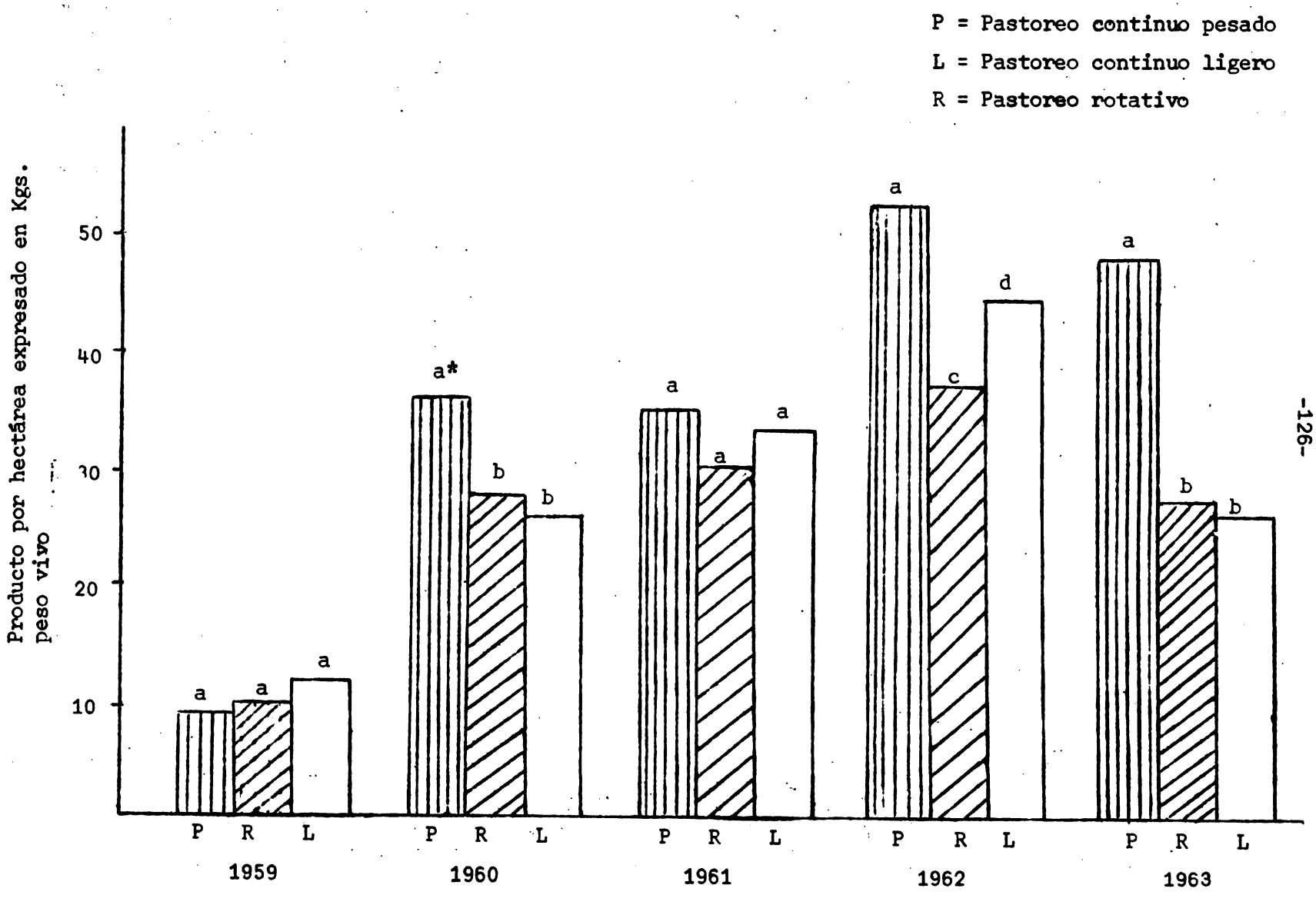
Lamentablemente los ensayos de pastoreo son costosos y para su adecuada interpretación deben reflejar las condiciones locales de uso del pastizal. En los ensayos mencionados es difícil simular las condiciones de cambio de carga durante el año diferencias de requerimiento nutricionales del ganado, que solo se pueden estudiar al considerar una unidad productiva en su integridad.

Otro aspecto importante para la determinación de la carga potencial de los pastizales es la determinación del crecimiento estacional de la vegetación. Para una correcta determinación de este crecimiento es oportuno reconocer las diferentes asociaciones de pastizales más importantes de la región.

Tapia (1975) ha señalado las siguientes asociaciones para el altiplano de Puno y que tienen una estrecha relación con el suelo en que se desarrollan.

1) Pastizales de Chilligua
2) Pastizales de crespillo

Figura 3. Resultados de cinco años de tres sistemas de pastoreo Florez et al (1972). Chuquibambilla. 3900 m.s.n.m.



* Las letras diferentes indican significación estadística al nivel de 5%

3. Occonales
4. Pastizales de ichu
5. Pastizales de iro ichu
6. Pastizales de tisña
7. Césped de Puna
8. Bosquecillos de queñua
9. Pastizales invadidos de especies anuales
10. Pastizales invadidos de kanli
11. Pastizales invadidos de garbancillo

Cada una de estas asociaciones tiene una diferente composición botánica, época diferente de uso y sus condiciones de desarrollo pueden estar en un proceso evolutivo distinto.

Las investigaciones sobre la dieta del ganado pastoreando y su valor nutritivo son escasa. Bejar y Tapia (1970), efectuaron ensayos con animales fistulados en el esófago, encontrando en las muestras de ovinos, que los niveles de proteína en la época seca no eran los factores críticos en la alimentación del ganado y por el contrario la energía digestible podía ser el factor limitante en los meses de agosto a diciembre.

Fertilización de los pastizales

Soplin (1969) y Carreón (1971) han estudiado el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad de los pastizales alto-andinos. Los resultados se presentan en el cuadro No. 8 y corresponden al abonamiento con 50 unidades de N/ha., después de cada pastoreo de 28 días.

Los resultados se justifican económicamente solo en ciertas asociaciones de pastizales. La respuesta de los ovinos a la fertilización ha sido más marcada . Se ha encontrado un incremento notable de las especies deseables a consecuencia de la fertilización. El análisis económico de las pasturas abonadas fue estudiado por Baraibar (1972) estas respuestas se aplicaban en animales vacunos de engorde y pre engorde y la rentabilidad económica fue de 31% para los pastizales abonados y de 25% para los pastizales sin abonar, sin embargo las conclusiones finales están condicionadas a la presión de pastoreo.

En un estudio de fertilización de pastizales en Puno, Astete y Tapia (1970), encontraron que las especies de Chilligua, M. Fastigiata respondían en incremento de M.S. y proteína mejor que otras especies como el "crespillo" concluyéndose que la fertilización solo se justificaban en aquellas asociaciones donde las especies inicialmente nombradas fueran las dominantes.

Utilizando diferentes niveles de fósforo De Córdoba (1977) ha encontrado una respuesta favorable de los pastizales de buena cobertura, expresándose en incrementos de proteína y M.S. digestible. Especialmente la especie "chilligua" se vio incrementada en crecimiento y dispersión con los niveles altos de fósforo.

Cuadro No. 8 Rendimiento de pastizales abonados y sin abonar bajo pastoreo rotativo mixto. Soplin (1969)

	OVINOS		VACUNOS	
	Abonada	Sin abonar	Abonada	Sin abonar
Ganancia diaria g. peso vivo	38.5	20.4	331	318
Cargas días a/ha.	1233.0	738.0	742	434
Pesc. vellon lbs.	12.5	9.4		
Prod./ha kgs. de peso vivo	47.5	15.1	246	138

Siembra de pastos cultivados

Reconociéndose la deficiencia de forraje, durante los meses secos, se ha investigado sobre la adaptación de especies introducidas.

Numerosas investigaciones se han efectuado en la experimentación de forrajes exóticoas perennes (Papadakis, 1958; Segura, 1963; Tapia, 1966; Pome y De Cordova, 1968; Barja, 1970; López y Zapata, 1970; Morales, 1973; Canahua y Tapia, 1974; Ramos y Tapia, 1975). De la revi

sión de esta literatura se puede concluir que las especies con mejores posibilidades para las diferentes condiciones del Altiplano, de norte a sur Tapia (1977) podrían indicarse en las siguientes:

a. Estación Experimental de la Raya 4,200m., con riego permanente. Lolium perenne, Festuca rubra, Trigolium repens.

b. Granja Experimental de Chuquibambilla, 3900 m., con riego temporal. Dactilis glomerata, Festuca arundinacea, Lolium perenne, Medicago sativa var., Ranger, Vernal, Rhizoma Dupuits, Onobrichis sativa.

c. Centro experimental Moro 3850 m., suelos pesados y ricos en materia orgánica.
Dactyles glomerata, Festuca arundinacea, Lolium perenne, Medicago sativa, var. Ranger, Caliverde O. sativa.

d. Centro experimental de la ciudad universitaria 3820 m.
Dactyles glomerata var. frode y sterling.
Festuca arundinacea var. Kentucky 31, Lolium perenne, Medicago sativa var. Ranger Dupuite Warrior, Onobrichis sativa, Lolium multiflorum, Trifolium pratense.

e. Centro Experimental de Camacani 3850 m.
Dactyles glomerata, Festuca arundinacea, Lolium perenne, Arrhenatherum clatius, Medicago sativa, var Dupuits, Atlantic vernal.

f. Estación Experimental de Belen 3850 m.
Arrhenatherum elatius, Festuca arundinacea, Medicago sativa var. Ranger, Trifolium pratense, Datylis glomerata,
Se adaptan a suelos salinos y pobres.
Agropyronintemedium y A. elongatum.

g. Estación experimental de Patacamaya 3785 m.
Eragrostis curvula, Festuca arundinacea, Medicago sativa var. Ranger y Dupuits.

h. Estación Experimental de Condoriri 3750 m.
Medicago sativa var. Ranger. (no se ha experimentado suficientes especies).

Otras especies anuales han mostrado su buena adaptación a las condiciones del altiplano como la avena var. Mantaro 15 Vilcanota 1 y Rotemburger. La cebada se adapta a condiciones más secas que la avena, se menciona la var. Bannock. Cardozo (1970).

Suplementación alimenticia

Aunque la suplementación con concentrados es una práctica común en las empresas ganaderas organizadas, como la pasta de algodón y otros alimentos como melaza e incluso la sal, pocos ensayos se han efectuado para conocer su efecto en el uso de los pastizales. Sin embargo, se reconoce que las borregas preñadas y durante la lactancia responden a la suplementación de alimentos.

Selección de especies forrajeras nativas

Algunos ensayos en la selección de líneas de hoja ancha de la especie Festuca dolicophylla "chilligua" se han iniciado en la Universidad de Puno. Villanueva y Tapia (1976) efectuaron la evaluación de cinco especies nativas.

Cuadro No. 9 Rendimiento en materia seca de cinco especies de pastos nativos sometidos a dos sistemas de cosecha. Villanueva y Tapia-76

Especie	Rendimiento T.M. de M.S./ha	
Festuca dolicophylla	2954	a
Poa horridula	2178	b
Poa gilgiana	1400	c
Poa candamoana	1233	c
Festuca weberbaueri	1212	c

4. Desarrollo de un modelo de compartimentos en la alimentación del ganado pastoreando para las condiciones del Altiplano de Puno

Con el fin de utilizar todos los resultados de la investigación

en un sistema de alimentación que los ganaderos de la zona puedan aplicarlo, se ha reunido la información existente en un modelo de compartimentos, que representa las condiciones de los pastizales y su uso en la Estación Experimental de Chuquibambilla.

De promedios bastante conservadores se puede deducir que la producción total de forraje obtenible de estos pastizales y de acuerdo al tipo de suelo, sería el siguiente cuadro No.10

Cuadro No. 10 Rendimiento de pastizales de Chuquimbambilla, Cahua 1970

	% en Chuquibambilla	Prod. m.s./forraje kgs/ha.
Past. suelos delgados	30%	1000 ± 250
Past. suelos profundos	50%	2500 ± 500
Zonas no utilizables	20%	----------

Rendimiento total con el 60% utilizable (crecimiento y rebrote)

	Máximo	Mínimo
Rendimiento total	1875 kgs. m.s./ha.	1225
Forraje	1125	735
Carga	2.57 U.O./año	1.68 U.O/año

Considerándose una ingestión promedio de 1.2 kgs de m.s. diaria por U.O. de acuerdo a las recomendaciones del NRC (1974).

Los resultados teóricos de carga coinciden con la carga animal en U.O. que se viene manteniendo en la granja de Chuquibambilla, cuya variación de 1966 a 1973 ha sido de 1.4 a 2.3 U.O/ha/año, Febres (1973).

Sin embargo, no se debe olvidar, que esta distribución de forraje no es uniforme y que se encuentra sobre todo concentrada en los meses de mayor precipitación, siendo el crecimiento de los pastizales nulo o casi nulo en los meses de sequía, Cuadro No.11.

Cuadro No. 11 Posible disponibilidad de forraje, de acuerdo a la distribución de la humedad

MESES	% TOTAL	% MENSUAL
Enero - Febrero		
Verano de lluvias	60%	15%
Marzo - Abril		
Mayo - Junio Transición a la época seca	21%	7%
Julio		
Julio - Diciembre		
Invierno seco	19%	3.8%

Algunos estudios preliminares sobre la calidad del forraje ingerido por el ganado pastoreando han sido presentados por Espinoza y Tapia (1976). En los resultados sobre proteína disponible, se conoce que esta se hace deficitaria en los meses de junio a diciembre, Tapia (1975) considerándose que los requérimientos de proteína cruda en la dieta de ovinos son alrededor del 8%, NRC (1964). Sin embargo, es importante indicar, que las necesidades de proteína pueden variar sustancialmente de acuerdo al estado fisiológico del animal. Una oveja seca requerirá 4.3% PD mientras que una oveja en plena lactancia puede subir su requerimiento a 10.5 de PD, A.R.C. (1965).

Otro componente de importancia en la dieta del ganado pastoreando es la energía digestible. La energía meta contenida en la hierba depende principalmente del estado de su crecimiento. El valor de energía digestible para el animal depende de la cantidad de energía perdida en la fermentación del rumen y excreción de orina.

Hasta la fecha no se cuenta con estudios que permitan determinar la energía digestible que ofrecen los pastizales a través del año, pero se considera que durante los meses secos esta no es suficiente ni en su concentración ni calidad.

Un factor que afecta la nutrición del ganado pastoreando es el hecho

de que los animales ocupan energía en buscar su alimento.

Un interesante trabajo sobre el efecto del medio ambiente en la utilización de los forrajes por ovinos en Chuquibambilla nuestra, que durante los meses de invierno un 20% del forraje consumido se utiliza en mantener el calor corporal, Zúñiga y Tapia (1973).

2. Forrajes Cultivados

De las numerosas experiencias efectuadas en la adaptación de especies forrajeras en el altiplano de Puno, resumidas por Tapia (1974), se considera que existe a la fecha buena razón para utilizar el cultivo de una especie anual como la avena y una leguminosa perenne como la alfalfa , perfectamente factibles y económicos en áreas de buenos suelos del altiplano, Ramos (1975).

2.1 Avena

La disponibilidad de semilla, buen crecimiento, adaptación a los suelos y clima en un gran porcentaje del área de las zonas planas de Puno, permiten considerar que la producción de avena ofrece índices de interés nutritivo y económico.

A la fecha se cuenta con una buena información sobre las variedades de avena mejor adaptadas a la zona, Arze y Tapia (1972), así como los niveles de abonamiento, García (1971), Zea (1969) y épocas de cosecha y conservación en forma de ensilaje, Borda (1975). Cori (1969).

Para efectos de programar la siembra de avena, se puede esperar un rendimiento mínimo de 8000 kgrs./m.s./ha., un máximo de 12,000 kgrs. /m.s./ha y un promedio de 10.000 kgrs./m.s./ha.; cantidad de forraje que puede ser utilizado a partir de mayo hasta diciembre, empléandose las conocidas variedades Mantaro 15 o Vilcanota.

El valor nutritivo del forraje producido fue estudiado por Borda (1975) y se presenta en el Cuadro No. 12.

Cuadro No. 12 Rendimiento y valor nutritivo de la avena en el altiplano. Borda (1975).

Variedad	T.M./m.s./ha. Cosecha días			%Prot. Cruda Cosecha Días			M.S.Dig.in-vitro Cosecha días		
	130	145	160	130	145	160	130	145	160
Rodney	9.1	12,5	14.5	7.5	5.1	4.6	60	45	34
Flaminskrone	7.2	9.9	11.6	8.9	8.5	5.0	65	64	50
Vilcanota	8.9	12.0	13.6	6.0	6.8	4.9	62	50	47
Mantaro	10.3	11.3	12.5	8.9	10.5	7.8	64	46	36

Aparentemente de los resultados obtendios se concluye, que el incremento de forraje en m.s. a los 160 días no compensa los bajos valores nutritivos del forraje obtenido y por lo cual se sugiere la cosecha a los 5 meses, que coincide con el estado fenológico al inicio del período de grano de leche, que producirá un forraje de mejor contenido de proteína y más alto valor en digestibilidad.

2.2 Alfalfa

Los primeros ensayos experimentales con alfalfa en Puno los realizó Swanson (1973) a orillas del lago Titicaca y se mostró que las variedades Ranger y Kansas dieron los más altos rendimientos. Segura (1963) añade las variedades Atlantic Buffalo y Rhizoma como las más rendidoras.

En el ensayo conducido en Chuquibambilla, Tapia (1970) y Baracco (1971) concluyen que las variedades Rhizoma y Williwmburg rinden 58 y 59 T.M. de forraje verde/ha/año, pero con un buen nivel de fertilización y bajo condiciones de secado; aunque la adición de riegos suplementarios, sobre todo al inicio de las lluvias (octubre - noviembre) permite obtener un corte extra.

Aquí se considera como rendimientos promedios con un cultivo establecido de alfalfa entre 6000 a 7000 kgs. de m.s./ha/año. El valor nutritivo de la alfalfa producida ha sido estudiado por Ramos (1975) y se presenta en el Cuadro No. 13.

Cuadro No. 13 Valor nutritivo de tres variedades de Alfalfa, producida en el altiplano de Puno, Ramos (1975)

CORTE	VARIEDAD Ranger 1	Ranger 2	Warrior 1	Warrior 2	Santa Lucía 1	Santa Lucía 2
M.S. Kg/ha.	4258	3631	3730	3179	3325	2728
Proteína	7.35	6.30	8.10	7.40	7.70	7.20
Hemicelulosa	5.1	6.0	3.3	4.3	4.2	8.0
Proteína	19.8	12.0	20.7	16.0	21.1	13.9
MSD In-vitro %	78	64	79	65	75	61

Carga Animal

De acuerdo a estos resultados experimentales, se plantea las siguientes alternativas en el uso de los pastizales:

1) Carga 2 U.O/ha/año, sin cultivo de forrajes
2) Carga 2 U.O/ha/año, con cultivo de forrajes
3) Carga 3U.O/ha/año, con cultivo de forrajes

Estas tres alternativas se pueden analizar en los cuadros siguientes:

Cuadro No. 14 Cálculo de las necesidades de forraje en materia seca con la carga de 2 U.O/ha/año.

MES	PRODUCC. PASTIZAL Jg.M.S./día/ha.	CARGA U.O/ha.	NECESIDAD FORRAJE	DEFICIENCIA	FORR. SUPL.
Ene.	5.67	2.4	2.88	+	-----
Feb.	5.67	2.3	2.76	+	-----
Mar.	5.67	2.2	2.64	+	-----
Abril	5.67	2.1	2.52	+	-----
May.	2.63	1.7	2.04	+	-----
Jun.	2.63	1.7	2.04	+	-----
Jul.	2.63	1.8	2.16	+	-----
Ago.	1.43	1.8	2.16	-0.73	109.5
Sept.	1.43	1.8	2.16	-0.73	109.5
Oct.	1.43	1.8	2.16	-0.73	109.5
Nov.	1.43	2.0	2.40	-0.97	145.5
Dic.	1.43	2.4	2.88	-1.45	217.5
				TOTAL	691.5
				20% PERDIDAS	138.3
				TOTAL	829.8 T.M.

Rendimientos:
Avena 10 T.M./ha/M.S.
Alfalfa 6.5 T.M./M.S./ha

X = 2 U.O

Cuadro No. 15 Cálculo de las necesidades de forraje en materia seca con la carga de 3 U.O/ha/año.

MES	PRODUCC. PASTIZAL Kg.M.S./día/ha.	CARGA U.O/ha	NECESIDAD FORRAJE	DEFICIENCIA	FORR. SUPL. T.M./M.S.
Ene.	5.67	3.4	4.08	+	------
Feb.	5.67	3.3	3.96	+	------
Mar.	5.67	3.2	3.84	+	------
Abril	5.67	3.1	3.72	+	------
Mayo	2.63	2.7	3.24	-0.61	91.5
Junio	2.63	2.7	3.24	-0.61	91.5
Julio	2.63	2.8	3.36	-0.73	109.5
Ago.	1.43	2.8	3.36	-1.93	289.5
Sept.	1.43	2.8	3.36	-1.93	289.5
Oct.	1.43	2.8	3.36	-1.93	289.5
Nov.	1.43	3.0	3.60	-2.17	325.5
Dic.	1.43	3.4	4.08	-2.65	392.5
					1.884.0
		$\bar{X}$ = 3.0	U.O	+ 20%	376.8
					2.260.8

Carga Animal

Considerando que el recurso forrajero del ecosistema descrito se adapta principalmente a la alimentación de ovinos y en forma complementaria a vacunos, de aquí en adelante nos vamos a referir a ovinos exclusivamente en producción doble de carne y lana.

Por razones prácticas obvias, se debe pensar en una unidad de terreno que permita una población ganadera económica y técnicamente rentable. Consideramos así una extensión de 5000 has.

La carga de 2 U.O. por año, nos indica que esta carga es variable durante el año correspondiente a características específicas de rendimiento ganadero como, % de saca, % de mortalidad, % de natalidad, % de vientres..

A fin de establecer unas condiciones definidas se tomará en consideración los siguientes índices.

% de vientres	40%
Natalidad	70%
Mort. destete	15%
Mort. adultos	6%
Saca	20%

En el primer caso de la primera alternativa, existe una deficiencia de alimentos en los meses de agosto a diciembre que lógicamente se traducirá, en una disminución de peso de los animales.

Este caso ocurre en gran porcentaje en las actuales empresas y comunidades de la zona, sin embargo se nota que existe una época en que podría existir un exceso de forraje que no se llega a utilizar (enero - abril) dependiendo lógicamente de la distribución de las lluvias así como del estado del suelo.

Se deduce pues, que es necesario el cultivo de forraje a fin de mejorar el uso de los pastizales, así como para no tener esa disminución de peso en los animales que después requerirá mayores cantidades de energía metabolizable para recuperarse.

En la segunda alternativa se elimina esa deficiencia determinándose que se requieren 829,8 T.M. de forrajes de agosto a diciembre, de acuerdo a los rendimientos señalados.

Se recomienda sobre todo la suplementación en diciembre a pesar de contar ya con los primeros rebrotes de pastizales, debido a que es la época en que más puede afectar un exceso de pastoreo y es la época que coincide con el último tercio de preñez de las ovejas y donde los requerimientos en cantidad y calidad de forraje se ven incrementados.

Este requerimiento de 829,8 T.M. se puede obtener con el cultivo de 62 has. de avena y 32 de alfalfa, considerándose un buen balance alimenticio con 3 a 1 partes de avena y alfalfa en M.S.

Finalmente, en la tercera alternativa se fuerza la producción ganadera a un sistema semi-intensivo, se eleva la carga animal a 3 U.O./ha/año. En esta situación se requerirá forraje suplementario desde mayo hasta diciembre: y se calcula (cuadro No. 15) que se requieren 2.260 T.M. de M.S. has. (170 has. de avena y 87 de alfalfa).

Esta alternativa se debe analizar bajo el aspecto económico a fin de decidir su factibilidad.

Considerando los precios actuales promedios por los animales de saca y la producción de lana aparentemente no se justifica, si la eficiencia ganadera paralelamente, no se mejora y los índices de natalidad ó saca, rendimiento animal, etc., no son mejores.

Aquí se puede indicar que esta intensificación ganadera, no solo debe analizarse desde el punto de vista que genera mayores producciones sino también, su repercusión social.

La labor comunitaria y bien remunerada en la producción intensiva de forrajes podría ser un medio de modificar la individualidad que ocurre actualmente. El forraje permitiría la creación de centros de engorde donde el ganado 'Huaccho' por lo menos 'animales machos' podrían engordarse y favorecer un plan de mejoramiento en el manejo del ganado en las actuales empresas asociativas.

Finalmente se presenta un modelo de compartimientos con el flujo de interrelaciones que permita programar la investigación en pastizales, a fin de permitir que este recurso de enorme importancia en la zona del altiplano y los pastizales Alto Andinos del Perú. Recurso que es en la actualidad la base de la alimentación ganadera más numerosa en el país.

No se debe olvidar que los pastizales alto andinos son el recurso energético renovable más valioso con que cuentan las zonas alto andinas, hasta mencionar que actualmente se pueden calcular en 8,000 millones de kilocalorías que sintetiza esta vegetación de la fuente más económica que es la energía solar y que convenientemente manejada podría verse fácilmente incrementada.

RESUMEN

Se presentan resultados experimentales de la productividad de los pastizales de la zona del Altiplano de Puno, deduciéndose que la disponibilidad de forraje durante el año sufre una fuerte variación. Para las condiciones de la granja de Chuquibambilla (3.950 m.s.n.m.) la producción varía de 1.43 Kgs. de m.s./día/ha en los meses secos a 5.67 kgs. de m.s./día/ha en los meses de lluvia de enero a abril.

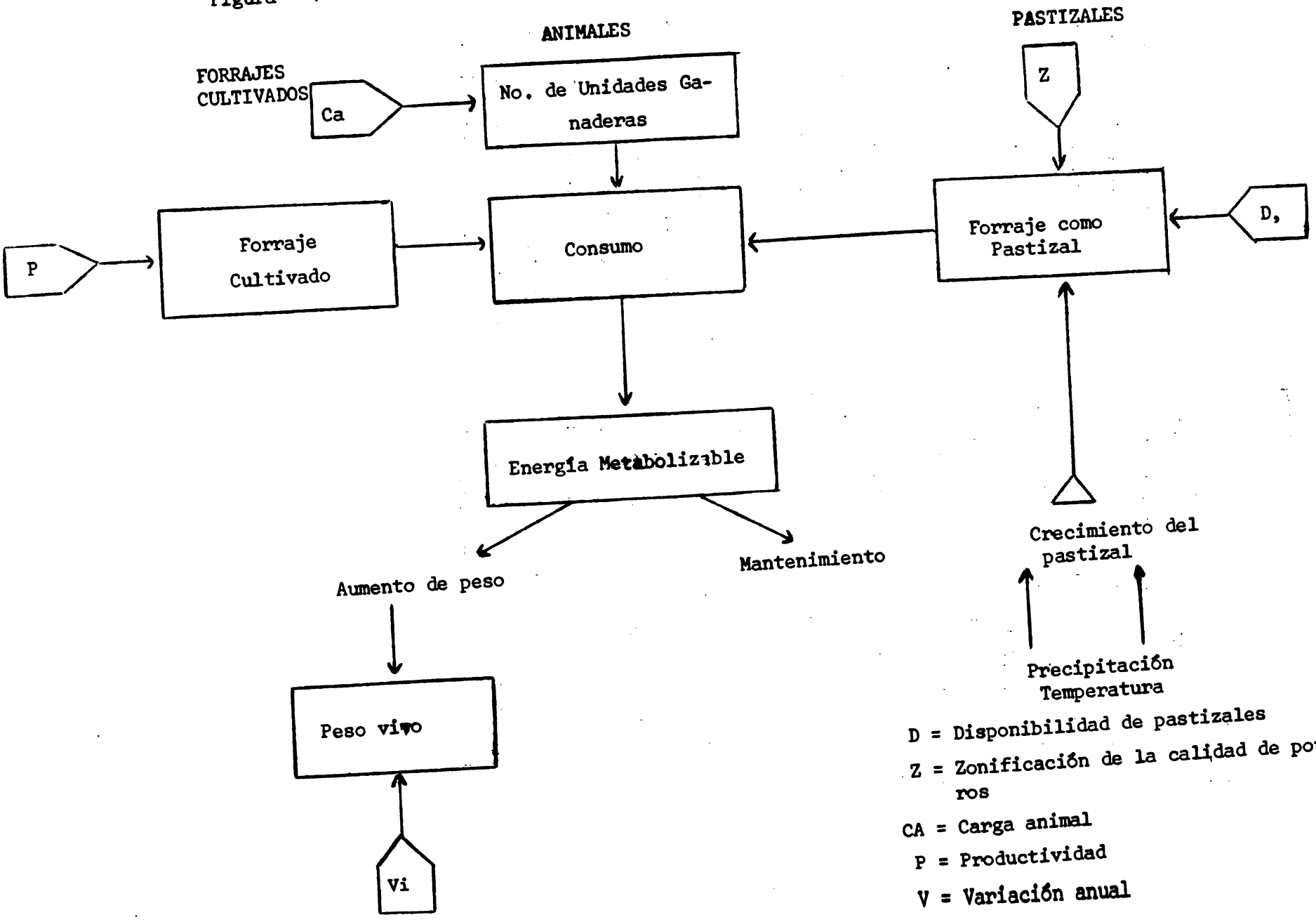
Se deduce la necesidad de la producción y conservación de forrajes que permita una mejor alimentación del ganado durante el año, así como un adecuado manejo del recurso de pastizales.

Se analiza tres alternativas de producción, dos con una carga de 2. U.O./ha/año, sin o con producción de forrajes y una tercera con una carga de 3 U.O./ha/año y la producción de forrajes (ensilaje de avena y heno de alfalfa).

Bajo las condiciones de pastizales de Puno donde es perfectamente factible el cultivo mecanizado de forrajes, se hace necesaria esta suplementación alimenticia, sin embargo se reconoce que el beneficio de una mejor disponibilidad de forraje, requiere un mejoramiento en el manejo del ganado que permita mayores índices de rendimiento ganadero, para justificar económicamente la inversión en los cultivos.

Finalmente se presenta un modelo de compartimientos, donde se llama la atención por una mayor y mejor organizada investigación de los pastizales, que para el Perú constituyen una ingente riqueza energética.

Figura . Estructura de un modelo de utilización de pastizales



BIBLIOGRAFIA REVISADA

ACOSTA S., Misael. 1960. Los pastizales naturales del Ecuador. Rev. Geográfica N. 53. Tomo XXVII Brazil.

ADAMOLI, J. et. al. El Chaco aluvial salteño. Rev. de Investigaciones Agropecuarias INTA. Serie 3 Clima y Suelo, Vol. IX N. 5. 1972.

ARCE, I. y TAPIA, M. 1972. Ensayo comparativo de rendimiento de 10 variedades de avena en Puno. Tesis UNTA.

ASTETE, U. y TAPIA, M. 1970. Efecto del abonamiento sobre pastos natuaales. Chuquibambilla. Tesis UNTA.

BARAIBAR, A. 1972. Resultado económico del pastoreo de ovinos y vacunos en pastizales nativos con y sin fertilización en la sierra peruana. Tesis UNA. Perú.

BORDA, R. y TAPIA, M. 1975. Efectos de la fertilización y épocas de cosechas sobre el valor nutritivo de avena forrajera en Puno. Tesis UNTA. Puno.

CABRERA, A. y A Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Serie Biología Monografía No. 13. OEA.

CABEZAS, V. 1973. La Puna argentina y la investigación agropecuaria en: III Reunión de Agrostólogos y Zootecnistas de los Andes Altos. IICA-INTA - U. de Jujuy. San Salvador de Jujuy, Argentina.

CANAHUA, F. y TAPIA, M. 1970. Evaluación y Mapeo Edafo-agrostológico de los pastizales de Chuquibambilla. Tesis UNTA.

CARDOZO, A. 1970. Investigaciones forrajeras en el Altiplano de Bolivia. II Estación Experimental Canadera de Patacamaya. 1958-1967. MACA. Boletín Experimental No. 44. La Paz.

----------. 1974. Factores de producción en la ganadería alto andina en: IV Reunión del Programa de Andes Altos. Pasto Colombia. IICA.

COLLADO, L. y TAPIA, M. 1975. Algunas relaciones edafo-agrostológicas en pastizales alto-andinos. Tesis UNTA.

DE CORDOVA, O. 1977. Avances de Investigación del uso directo de Fos-bayovaren la producción forrajera. 1975-176.

ESPINOZA, L. y TAPIA, M. 1975. Eficiencia de conversión de energía y nutrientes entre ovinos y alpacas pastoreando. Tesis UNTA.

FEBRES, V. y TAPIA, M. 1974. Análisis de la explotación ganadera de Chuquibambilla. Tesis UNTA.

FERNANDEZ BACA, S. 1971. Reproducción y crianza de la Alpaca. IVITA, Lima.

_____. 1975. La cría de alpacas en los Andes Altos. Revista Mundial de Zootecnia, FAO, No. 14.

FLORES, A., SEGURA, M. y GROSS, H.D. 1972. Sistemas de pastoreo en pastizales nativos en el Altiplano Peruano. Boletín No. 11. Programa de Forrajes UNA, La Molina, Perú.

FLORES, J. 1975. Sociedad y Cultura en la puna alta de los Andes. América Indígena Vol. XXXV, No. 2. México.

GADE, D. 1969. The llama, alpaca and vicuña: Facts and Fiction journal of Geography. Vol. LXVIII. 339-343.

LARA, R. y ALZERPECA, H. 1976. Forrajeras nativas del Altiplano. Boletín Experimental No. 57. MACA. La Paz.

MANN, F.G. 1966. Bases ecológicas de la explotación agropecuaria en la América Latina. Serie Biología Monografía, No. 2. OEA.

MARTINEZ, E. 1974. Evaluación y algunas normas de manejo de los pastizales en el altiplano ariqueño. Tesis U. de Chile Arica.

MOPELKO, J.H. y SARAVIA TOLEDO. 1959. El bosque chaqueño - Rev. Agron. Noroeste argentino. 3, 5-81.

MARES, Víctor. 1972. Determinación de la capacidad de soporte de algunos pastizales nativos alto-andinos, mediante el sistema de cargas fijas Tesis UNA.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1969. Nutrient requirements, Sheep. Washington.

OBANDO, W. y SANTOS, A. 1968. Utilización de la paja de cebada y boras de quinua y cañihua como alimento de volumen en el engorde comparativo de carnerillos, nativos y cruzados. Tesis UNTA. Puno.

ORTIZ, Víctor F. 1976. Fluctuaciones en el contenido de vit. A en el plasma sanguíneo de bovinos pastoreando. Pastizales Vol VII 6. México.

OYANGUREN, F. y TAPIA, M. 1970. Ensayo comparativo de la digestibilidad de ensilaje de avena y totora. Tesis UNTA. Puno

PIRES F., J. y PIRES F., E. Preceramic utilization in the central peruvian andes. Science 194, 483-490. 1976.

RAMOS, O. y TAPIA, M. 1975. Evaluación nutritiva de especies forrajeras perennes en Puno. Tesis UNTA. Puno.

RIESCO, A. 1972. Evaluación agrosto-edafológica de las praderas de Laivr-Ingahuasi. Tesis UNA. Lima.

RIZO PATRON, O. 1971. Crianza y explotación de ovinos. Publicación Cencira. Lima, Perú.

SOIKES, R., KALINOWSKI, J. y LEON VELARDE C. 1970. Composición química y digestibilidad de pastos nativos. UNA. Lima.

SEGURA, M. 1963. Productividad de los campos forrajeros de Puna. Informe especial, SIPA. Lima. 15 p.

SILLAU, H. 1973. Evaluación de la actividad microbiana del fluído ruminal del ovino y la alpaca. Rev. Inv. Pec. 2:15-21. Lima.

SOPLIN, H. y CARREON, A. 1971. Pastoreo complementario en praderas nativas andinas con y sin fertilizante. Tesis UNA. Lima.

TAPIA, M. 1971. Pastos naturales del altiplano de Perú y Bolivia. Pub. Misc. IICA. No. 82.

_____. 1974. Cultivo de especies forrajeras. Curso UNTA. Mimeo, 120 p.

_____. 1975. Algunos aspectos en la nutrición de la alpaca en : II Convención Internacional sobre camélidos. Puno.

_____ . 1970. Contribución al conocimiento de la dieta de las alpacas pastoreando. Habito de pastoreo, en: I Convención Internacional sobre Camélidos. Puno.

_____. y SEGURA, M. 1976. Programación de la investigación en pastizales. Guía de información. IICA-OEA. 61 p.

_____ . 1975. Pastizales de los Andes Altos como recurso forrajero en: Curso Sistemas de producción ganadera en alturas. IICA. Min. de Alimentación Puno. Perú.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. 1973. Informe de investigaciones años 1970 1972. Programa de forrajes UNA. Lima, Perú.

VILLANUEVA, J. y TAPIA, M. 1976. Respuesta al nitrógeno en cinco especies de pastos nativos. Tesis UNTA. Puno.

WEBERBAUER, A. 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Edi. Lumen. Lima.

WEBER, H. 1963. Uber die vegetation der hochandinen paramos. Universitat Mainz Jahrbuch. 28 Band. Alemania.

ZUÑIGA, L. 1975. Ensayo comparativo del medio ambiente sobre la utilización de forrajes por ovinos en el altiplano. Tesis UNTA. Puno. Perú.

Primera Reunión de Trabajo
Centro Latinoamericano de
Composición de Alimentos y
Sistemas de Producción

UNIFICACION DE LOS PROCEDIMIENTOS Y METODOLOGIA ANALITICA EN LOS LABORATORIOS DE NUTRICION

Claudio Wernli K.
Instituto de Investigaciones
Agropecuarias (INIA) - Chile

INTRODUCCION

La composición de los alimentos constituye la base del conocimiento de los sistemas de alimentación animal, permitiendo también interpretar los resultados obtenidos en términos de producción animal. La estimación de las imprecisiones que afectan las mediciones analíticas es a menudo difícil; sin embargo, es una tarea esencial de todo científico experimental, y requiere la colaboración conjunta de varios laboratorios.

En las determinaciones analíticas se pueden distinguir dos términos:

i) Precisión (o exactitud), que se refiere a la divergencia de los resultados al reproducir un experimento en forma idéntica dentro de un laboratorio. Esta variación se debe a errores "indeterminados", normalmente de escasa trascendencia, que hacen fluctuar los resultados dentro de un rango mayor o menor. La precisión, estimada generalmente a través de determinanciones en duplicado, se utiliza con el objeto de confirmar los procedimientos analíticos en un laboratorio.

ii) Confiabilidad, que se refiere a la capacidad de reproducir los resultados entre laboratorios, condición esencial para que los valores determinados sean comparables universalmente. La variación entre laboratorios está condicionada por una serie de errores "determinados" (de personal, del instrumental, o inherentes al método mismo) cuya magnitud puede ser evaluada solamente a través de una comparación de los resultados obtenidos en los distintos laboratorios.

Ciertos métodos, tales como los que involucran mediciones estequiométricas, o físicas, se caracterizan por su gran exactitud, y la disparidad entre laboratorios en su aplicación podría ser poco significativa. Pero otras técnicas empleadas en la descripción de alimentos (gravimétricas, volumétricas), de carácter más empírico, pueden verse alteradas si no se ajustan estrictamente al procedimiento descrito. Frecuentemente se recurre a utilizar nuevos métodos, o se hace necesario hacer modificaciones en los métodos establecidos. Si bien estos cambios pueden ser ventajosos para el laboratorista, será importante comprobar que ellos no se traduzcan en resultados distintos de aquellos obtenidos con la técnica original u otras técnicas diseñadas con el mismo fin. Por otra parte, a menudo es más apropiado insistir en la necesidad de ajustarse en forma más precisa a los métodos establecidos según acuerdos, cuyo valor radica en contar con varios laboratorios capaces de alcanzar resultados precisos y reproducibles, aunque no necesariamente idénticos.

Antecedentes sobre la información publicada en las Tablas Latinoamericanas de Composición de Alimentos

Las Tablas Latinoamericanas de Composición de Alimentos, editadas en 1974, han recopilado la información proveniente de 69 laboratorios en 21 países de América Latina. La gran mayoría de los datos reunidos corresponden a análisis proximal o de Weende, con escasos valores sobre los componentes estructurales, digestibilidad, vitaminas, aminoácidos y minerales (excepto calcio y fósforo) en forrajes y otros alimentos. Es así como el 95% de los concentrados energéticos y protéicos presentaban análisis proximal completo, en tanto que menos del 10% incluía análisis de aminoácidos, y sólo 5.4% de estos alimentos indicaron valores energéticos y de proteína digestible (Mc Dowell, 1978a). Se han realizado determinaciones de proteína digestible, energía digestible y energía metabolizable para las distintas especies pecuarias, en menos de 2, 0.45 y 0.48% del total de alimentos compilados, respectivamente.

El 77% de los alimentos recopilados en las Tablas son forrajes. De estos, sólo un 13.5% aparece con valores de digestibilidad in vitro y menos del 10% presentaron datos sobre el contenido de componentes estructurales (Mc Dowell, 1978b), observándose que existe muy poca información sobre digestibilidad en forrajes tropicales.

Los antecedentes expuestos permiten deducir que la mayoría de las muestras de forraje han sido evaluadas en forma insuficiente, requiriéndose extender el uso de nuevas técnicas analíticas, usadas en muchos otros países, que permitan definir química y biológicamente este recurso alimenticio que constituye la base de los sistemas de producción animal en América Latina.

La variabilidad en la composición química de los alimentos latinoamericanos aparece mayor que para la demostrada por alimentos similares de Norteamérica. Mc Doweell (1978a) Comparó los resultados del análisis proximal de 30 alimentos protéicos y energéticos de Latinoamerica y de los EE.UU. y Canadá, concluyendo que la desviación típica del contenido de nutrientes de los alimentos latinoamericanos superó en 85% aquella calculada para los mismos alimentos de Norteamérica, a pesar del tamaño mayor de la muestra de alimentos latinoamericanos. Esta variación más alta podría ser atribuida a diferencias más marcadas entre alimentos provenientes de distintas localidades de América Latina, aunque también podría explicarse por un menor grado de uniformidad en los métodos y procedimientos para el análisis de Alimentos de los laboratorios latinoamericanos. El examen de este último punto permitirá aclarar este aspecto.

Ejemplos de estudios comparativos sobre metodología analítica con la colaboración de diversos laboratorios

A. Pruebas sobre la composición química de alimentos

La determinación del contenido de Fibra Detergente Acida (F.D.A.) y lignina en 6 alimentos, fue comparado entre 12 laboratorios, en dos estudios reportados por Van Soest (1973). De los

valores obtenidos en el primer estudio se concluye que el error standar y el coeficiente de variación (C.V.) entre laboratoiros fueron bajos para el análisis de F.D.A. en forrajes, pero subió notoriamente (14% C.V.) en el análisis de afrecho se soya (Cuadro 1). La determinación del contenido de lignina se caracterizó por una variación, entre laboratorios, más alta que para F.D.A., con valores de C.V. que fluctuaron entre 7.8 y 49.0% (Cuadro 2). El segundo estudio reveló tendencias similares en la medición de F.D.A. y lignina en los 6 alimentos (Cuadros 3 y 4).

En este ensayo se detectó que tres laboratorios indicaron valores de F.D.A. y lignina sistemáticamente más altos ó más bajos en relación a los demás laboratorios. Según la prueba de Yonden (1963) estos laboratorios pudieron ser deseartados de la comparación general (Cuadros 3 y 4), lo que se tradujo en una reducción de 1.13 a .40, y de .62 a .28 en el error estandar entre laboratorios para las determinaciones de F.D.A y lignina, respectivamente (Cuadro 5). La precisión dentro de los laboratorios (diferencias entre repeticiones) fue variable, y demostró no estar asociada con las diferencias de resultados entre laboratorios (Cuadro 3 y 4).

En consecuencia, el estudio en colaboración con 12 laboratorios indicó que la determinación de F.D.A. y lignina se efectuó satisfactoriamente en la mayoría de ellos, lo que demostró también que la técnica analítica podría ser adoptada en forma oficial. Se concluye, además, que la variabilidad entre laboratorios en la determinación de componentes estructurales puede estar afectada por el tipo de alimentos y de los nutrientes analizados.

Los análisis comparativos entre laboratorios se llevan a cabo también para comparar uno o más procedimientos analíticos en la medición de un mismo parámetro. La comparación de dos métodos desarrollados por la Oficina Internacional del Cacao y Chocolate,

Cuadro 1. Variación entre 12 Laboratorios en la determinación de Fibra Acido Detergente (%), en 6 alimentos. (1)

ALIMENTO	Valores F.A.D. 12 laboratorios PROMEDIO	RANGO	D.S. ±	C.V. %
Timothy	47.2	46.2 - 49.4	.9	1.9
Paja cebada	57.0	55.1 - 59.3	1.3	2.2
Alfalfa	35.3	39.6 - 39.4	1.8	5.1
Afrecho soya	6.1	5.0 - 7.9	.9	14.1
Pasto ovillo	40.2	38.4 - 41.5	.8	1.9
Paja trigo	56.2	54.9 - 57.6	.8	1.5
PROMEDIO GENERAL	40.3	38.6 - 41.5	.8	2.1

(1) Basado en los resultados de Van Soest (1973), Estudio 1.

Cuadro 2. Variación entre 12 laboratorios en la determinación de lignina (%) en 6 alimentos (1).

ALIMENTO	Valores Lignina 12 laboratorios PROMEDIO	RANGO	D.S. ±	C.V. %
Timothy	8.33	7.2 - 10.1	.96	11.5
Paja cebada	8.32	7.3 - 10.0	.88	10.6
Alfalfa	9.29	8.4 - 10.7	.73	7.8
Afrecho soya	.89	.4 - 2.0	.43	49.0
Pasto ovillo	4.73	4.0 - 5.8	.58	12.2
Paja trigo	11.23	9.5 - 13.8	1.30	11.6
PROMEDIO GENERAL	7.14	6.2 - 7.9	.70	9.7

(1) Basado en los resultados de Van Soest (1973), Estudio 1.

Cuadro 3. Variación entre 10 laboratorios en la determinación de Fibra Acido Detergente (%), en 6 alimentos (Van Soest, 1973) (1)

LABORATORIO Nº	MUESTRA ALIMENTOS						$\bar{X}$ Laboratorio	Orden de rango	$\bar{X}$ diferencia duplicados
	Timothy	Paja cebada	Alfalfa	Afrecho soya	Pasto ovillo	Paja trigo			
1	47.4	55.2	34.6	6.7	40.1	55.2	39.9	40	0.32
2	44.7	53.5	32.0	5.0	37.3	54.3	37.8	14	0.16
3	45.6	55.5	34.1	4.2	39.1	54.9	38.9	24.5	0.38
4	45.6	56.3	34.8	5.2	39.6	55.[illegible]	39.5	36.5	0.27
5	44.6	54.9	32.6	5.0	38.9	56.0	38.7	19	0.76
6	46.5	55.2	34.0	6.2	39.4	54.9	39.4	35.5	0.24
7	45.2	55.6	35.0	4.8	39.2	55.9	39.3	31.5	0.57
8	45.6	55.6	34.1	4.8	39.0	54.7	39.0	21	0.27
9	48.2	58.4	36.1	5.3	40.5	57.7	41.0	53	0.27
10	48.8	58.0	36.7	5.4	41.4	58.0	41.4	57	0.60
$\bar{X}$ Muestra	46.2	55.8	34.4	5.25	39.4	55.7	39.5		
D.S. (±)	1.4	1.4	1.4	.71	1.1	1.2	1.1		
C.V. (%)	3.1	2.6	4.1	13.54	2.7	2.2	2.7		

(1) Promedios de duplicados

Cuadro 4. Variación entre 10 laboratorios en la determinación de Lignina (%) en 6 alimentos (Van Soest, 1973) 1/

LABORATORIO Nº	Timothy	Paja cebada	Alfalfa	Afrecho soya	Pasto ovillo	Paja trigo	$\bar{X}$ Laboratorio	Orden de rango	$\bar{X}$ diferencia duplicados
1	7.7	7.9	9.3	0.8	4.0	9.9	6.6	36.5	0.22
2	8.8	8.2	9.7	2.2	5.7	11.0	7.6	55.0	0.22
3	7.2	7.3	9.0	0.6	4.1	9.7	6.3	26.0	0.22
4	7.7	8.8	8.5	0.3	4.3	10.1	6.6	30.0	0.21
5	7.1	7.9	8.6	0.4	4.0	10.4	6.4	21.5	0.10
6	7.3	7.9	9.2	0.6	4.9	10.8	6.8	40.0	0.31
7	6.1	7.1	8.8	0.6	3.5	9.4	5.9	13.0	0.33
8	6.8	6.9	8.7	0.7	3.8	9.4	6.0	15.0	0.15
9	7.5	8.8	8.9	0.8	4.0	10.0	6.7	37.0	0.38
10	8.4	10.2	10.0	1.3	5.8	10.6	7.7	56.0	0.79
$\bar{X}$ muestra	7.5	8.1	9.1	.82	4.4	10.1	6.7		
D.S. (±)	.8	1.0	.5	.55	.8	.6	.6		
C.V. (%)	10.4	12.0	5.3	67.2	17.8	5.6	8.8		

1/ Promedios de duplicados.

Cuadro 5. Efecto de la eliminación de información proveniente de laboratorios con valores anormalmente altos o bajos (Van Soest, 1973).

Parámetro	Nº. de Laboratorios	E.S. entre Laboratorios	Coeficiente variación	Error de duplicados
		(±)	(%)	
F.A.D.	7	.40	1.02	.40 ± .31
	10	1.13	2.86	.38 ± .33
Lignina	7	.28	4.26	.23 ± .23
	10	.62	9.30	.29 ± .34

y la Asociación Oficial de Químicos Analistas (A.O.A.C.), para la determinación del contenido de cenizas en alimentos base cocca, a través de 12 laboratorios (Iverson, 1972) indicó que ambos métodos no difirieron mayormente en sus resultados. La variación entre laboratorios fue, en general, baja fluctuando el C.V. entre 1.8 y 8.3% (Cuadro 6). De este ejercicio surgieron los acuerdos para el uso de un método común, en forma oficial, para la determinación de cenizas en estos alimentos.

Entre otros ejemplos,se cita la descripción y comparación de métodos oficiales adoptados por Perú, Alemania, Holanda, Noruega, Sud-Africa y los Estados Unidos, para la determinación de nutrientes e impurezas en harinas de pescado comercializada entre estos países (Universidad Nacional de San Marcos de Lima, 1967).

B. Estudios sobre parámetros in vivo

Con la participación de 13 laboratrios de EE.UU. y Canadá, se comparó la composición química, digestibilidad in vivo y consumo voluntario de una muestra de alfalfa deshidratada, ajustándose a un procedimiento previamente descrito para la medición de cada parámetro (Donofer, 1966). El C.V. entre laboratorios para el análisis químico del forraje fluctuó entre 2.3 y 34.5% (Cuadro 7). No obstante, este ensayo no sirvió como prueba de confiabilidad entre laboratorios, ya que la variación observada pudo ser atribuida en gran parte a la desuniformidad en las muestras de forrajes recibidas en los distintos centros experimentales.

Los valores de digestibilidad in vivo revelaron un error considerablemente mayor entre laboratorios (4.7 -24.5 C.V. para las distintas unidades nutricionales) que dentro de laboratorios (1.0-1.9%). Se pudo constatar estadísticamente que la variación en la digestibilidad in vivo de la proteína y fibra cruda se explicó en parte importante por la divergencia en la metodología esperimental utilizada por los laboratorios colaborantes. La variación

Cuadro 6. Comparación de dos métodos para medir el contenido de cenizas en alimentos de cocos, a través de 12 laboratorios

Laboratorios	Cocoa alta ceniza		Cocoa A		Cocoa B		Chocolate	
	AOAC	OICC	AOAC	OIC		OICC	AOAC	OICC
1	8.19	8.32	4.86(2)	5.10	5.08	5.09	1.44	1.47
2	8.42	8.25	5.12		5.32		1.35	1.52
3	8.28	8.12	5.06	5.00	5.28	5.13	1.53	1.40
4	8.28	7.58	5.03	4.84	5.21	5.08	1.53	1.22
5	8.44		5.16	4.98	5.34	5.18	1.48	1.52
6	8.27	8.26	5.04	5.09	5.25	5.21	1.44	1.53
Promedio	8.31	8.11	5.05	5.00	5.25	5.14	1.46	1.44
D.S. (±)	.10	.30	.10	.10	.09	.06	.07	.12
C.V. (%)	1.20	3.70 (1.0)	1.98 (1.2)	2.00 (1.2)	1.71	1.17	4.79	8.33 (3.5)

(1) Determinaciones en duplicado

(2) Valores entre paréntesis excluyen los valores subrayados del cálculo

Cuadro 7. Variación en la composición química de muestras de alfalfa deshidratada analizada en 15 laboratorios (1).

Componente químico (%, base M.S.)	Nº de muestras	Valor promedio	D.S. ±	C.V. %
Proteína cruda	19	17.8	.9	5.1
Fibra cruda	16	29.0	2.0	6.9
Extracto etéreo	17	2.9	1.0	34.5
Cenizas	18	10.9	.7	6.4
Celulosa	16	30.7	2.5	8.1
Energía (Kcal/g)	17	4.37	.10	2.3

(1) Donefer (1966)

en el consumo voluntario fue relativamente alta entre laboratorios, particularmente cuando la medición se hizo con ovinos (C.V. 21.5%). Este efecto no pudo explicarse estadísticamente por las diferencias en calidad de las muestras de forraje, atribuyéndose principalmente a los métodos diferentes utilizados para medir consumo voluntario de alimentos. Cabe considerar aquí, sin embargo, que parte de la variación observada entre y dentro de laboratorios podría atribuirse también a los diversos factores que afectan el consumo voluntario en rumiantes, haciendo que la medición de este parámetro sea característicamente poco precisa.

La Comisión de Nutrición Animal de la Asociación Europea de Producción Animal analizó la conveniencia de uniformar, en Europa, las técnicas para medición de digestibilidad in vivo por métodos directos e indirectos. Para ello se envió cuestinonario a 40 Institutos en 17 países, y las respuestas obtenidas se discuten en un informe editado por G. Charlet-Lery (1969). En América Latina, el Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada (IICA) sugirió, a fines de la década del 60, un programa cooperativo para la evaluación nutritiva de los forrajes, cuyo principal objetivo fue uniformar las determinaciones de consumo voluntario y digestibilidad in vivo en los distintos países, a fin de hacer resultados comparables.

Planteamientos para un programa cooperativo tendiente a la unificación de metodología en los laboratorios de nutrición

Se proponen, a continuación, algunas sugerencias con el objeto de ser discutidas, y reunir criterios en torno a la elaboración de un programa de acción futura para la unificación de los procedimientos analíticos, acorde con la situación de la investigación en producción animal en Centro y Sud-América.

Un estudio comparativo sobre la metodología analítica utilizada deberá, idealmente, contar con la colaboración de todos los laboratorios latinoamericanos; el éxito de un programa de este tipo estará directamente relacionado con el número de laboratorios participantes.

Como primera alternativa, se propone la distribución de un número limitado de muestras de alimentos entre los laboratorios latinoamericanos para su análisis completo. Dichas muestras serán previamente estandarizadas de acuerdo al análisis efectuado en el laboratorio de origen de la técnica, o en otros laboratorios que reunan los requisitos para ello (ejemplo A.O.A.C.). Es importante que las muestras repartidas entre los laboratorios sean representativas del tipo de alimento en estudio, homogéneas en su composición y que el contenido de cada entidad nutritiva sea conocido con precisión y confiabilidad. Los resultados de estos análisis serían reunidos por el Centro Latinoamericano de Composición de Alimentos para ser sometidos a una curva de distribución o error normal, determiando los parámetros de variación en torno a la media general, y en relación a los valores de la muestra padrón.

Se hace recomendable, al mismo tiempo, reunir información sobre los métodos utilizados en los laboratorios. Si bien la metodología empleada o las modificaciones introducidas en los procedimientos pudieron ser intrascendentes una vez comprobada la uniformidad de los resultados obtenidos en los distintos laboratorios, el conocimiento de este aspecto podrá contribuir a interpretar la desviación marcada de uno o más laboratorios en torno a la media.

Younden (1963; 1967) ha propuesto un esquema para la comparación de procedimientos analíticos con la colaboración de diversos laboratorios. Entre las sugerencias entregadas, se destaca la necesidad de llevar a cabo la prueba con el mayor número de laboratorios y el mayor número de muestras posibles, cuidando, sin embargo, de no recargar excesivamente el trabajo de los laboratorios por este concepto, Se fundamenta, también, la conveniencia de reducir los análisis en duplicado a determinaciones simples, disminuyendo así el volumen de trabajo de los laboratorios participantes.

La tabulación y el manejo estadístico de los datos según el esquema de Younden (1963) permite, por una parte, calificar el nivel de consolidación de la técnica experimental estudiada, y por otra, distinguir la incidencia de uno o más laboratorios cuyos resultados se desvían sistemática u ocasionalmente del valor promedio, confirmando la significancia estadística de estas desviaciones.

Con el objeto de apoyar la acción unificadora de los laboratorios participantes, se hace necesario establecer una comisión encargada de elaborar recomendaciones en cuanto al uso de métodos analíticos comunes a todos los laboratorios, informar sobre nuevas técnicas o modificaciones para la mejor evaluación nutritiva de los alimentos, así como analizar y recomendar la aplicación de los avances en la predicción del valor nutritivo en base a los parámetros nutricionales determinados en el laboratorio. En relación al primer tópico, desde el comienzo del Proyecto de Composición de Alimentos Latinoamericanos, los laboratorios participantes cuentan con un manual actualizado sobre métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales, editado por el Centro de Agricultura Tropical de la Universidad de Florida.

En forma similar, el Servicio de Desarrollo y Extensión Agrícola de Gran Bretaña ha elaborado un folleto instructivo que describe los : para el análisis de alimentos (U.K. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1973), y González (1967) ha publicado la normalización de técnicas para determinar la composición de los alimentos para el ganado, en Europa. Otro aspecto que requiere atención es el entrenamiento del personal de los laboratorios en América Latina, en torno a la estandarización de los diversos métodos analíticos.

Se ha hecho mención anteriormente a la destacada importancia que tienen las praderas y forrajes en la alimentación del ganado en América Latina. Los múltiples factores que afectan la calidad de los forrajes han llevado a la confección

de técnicas biológicas in vitro o in vivo para la determinación de su valor nutritivo. Dichas técnicas, de uso relativamente reciente entre los especialistas pecuarios, se caracterizan generalmente por un elevado error residual; por estas razones, su aplicación en latinoamérica requiere especial atención. La uniformidad en las técnicas empleadas para definir las características nutricionales de los alimentos constituye la base para establecer, correctamente, futuras predicciones del Indice de Valor Nutritivo de los alimentos, y medir la productividad de los sistemas de producción pecuaria.

Hasta aquí se ha tratado el tema de unificación de metodología, fundamentalmente en torno a los procedimientos analíticos llevados a cabo en los laboratorios. Es necesario, sin embargo, extender un programa de este tipo hacia la uniformación de cualquier técnica utilizada en estudios sobre producción animal, como por ejemplo, mediciones de de disponibilidad y tasa de crecimiento de las praderas, peso vivo animal (con o sin romana) y otras.

Finalmente, cabe analizar el grado de exactitud requerido en un programa cooperativo sobre procedimientos analíticos de laboratorio. La consecusión de máxima exactitud en los análisis químicos y biológicos es función de esfuerzo, costo y tiempo. Por esta razón, será importante considerar el objetivo para el cual serán usados los resultados, y definir el grado de precisión requerido, a fin de no invertir esfuerzo en conseguir logros cuya trascendencia sea mínima, entorpeciendo a la vez el objetivo central de uniformar la metodología analítica a través de todos los laboratorios.

RESUMEN

El exámen de la información recopilada en las Tablas Latinoamericanas de Composición de Alimentos revela que existe la necesidad de extender el uso de nuevas técnicas, ya probadas en muchos países, para la adecuada evaluación nutritiva de los forrajes y otros alimentos de América Latina.

Es necesario, también, unificar la metodología analítica utilizada en los laboratorios latinoamericanos con el objeto de que los resultados experimentales sean comaparables.

Se analizan algunos programas llevados a cabo en Norteamérica y Europa con el propósito de comparar los resultados de procedimientos analíticos entre laboratorios. De estos estudios se puede comprobar: (a) el uso satisfactorio de algunos procedimientos analíticos a través de diversos laboratorios; (b) que la variabilidad entre laboratorios para la determinación de los componentes estructurales en alimentos depende del tipo de alimento y del tipo de nutriente analizado, pero la variación dentro de laboratorios no parece estar asociada con estos factores; (c) que las determinaciones in vivo están caracterizadas por una variabilidad relativamente alta entre laboratorios.

Se plantean sugerencias para la elaboración de un programa comparativo de metodologías para el análisis de alimentos del ganado en Latinoamérica, a través del procesamiento conjunto de muestras estandarizadas de alimentos en los laboratorios latinoamericanos y posterior análisis estadístico de los resultados. Se sugiere acogerse a las normas propuestas por Youden para estas pruebas comparativas. Se hace recomendable, también, tomar conocimiento de las técnicas utilizadas en los laboratorios de nutrición de América Latina, así como la creación de una comisión encargada de sugerir el uso de métodos analíticos, informar sobre nuevas técnicas para la mejor evaluación nutritiva de los alimentos, y acordar la aplicación de los avances en la predicción del valor nutritivo de los alimentos en base a los resultados de los análisis de laboratorio.

SUMMARY

Examination of the information compiled in the Latin American Tables of Feed Composition suggests the need to extend the use of new techniques already established in many countries, in order to achieve

a better nutritional evaluation of forages and other feeds in Latin America. There is also the need to unify analytical procedures carried out in the laboratories of Latin America, so that the experimental results can be comparable.

Some collaborative studies conducted in North America and Europe in order to compare the analytical data between laboratories are discussed. The studies indicate: (a) the adecquate use of some analytical procedures by several laboratories; (b) the variability between laboratories for determination of structural components in feedstuffs as affected by the type of feed and type of nutrient analysed, but the variation within laboratories does not appear to be influenced by these factors; (c) the in vivo determinations are characterized by a rather high variation between laboratories.

It is proposed to develop a programme to compare the methodology used in analysis of animal feeds in Latin America through the distribution of a set of standarized samples to be processed in the laboratories of Latin America and subsequent statistical analysis of the results. It is advisable to follow the suggestions given by Youden for such collaborative studies. It is also recommended to learn about the techniques used in the laboratories of Latin America, and to establish a committe in charge of suggesting the use analytical methods reporting on new techniques for the better evaluation of feedstuffs, and to recommend the advances on prediction of nutritive value on the basis of laboratory analysis.

LITERATURA CITADA

CHARLET-LERY, G. 1969. Methods for determination of digestibility coefficients of feeds for ruminants. Rep. N° 1. Commission Animal Nutrition, EAAP. Norway. 33 p.

DONEFER, E. 1966. Collaborative in vivo studies on alfalfa hay. J. Animal Sci. 25, 1227

GONZALEZ, G. 1967. Técnicas normalizadas en Europa para el análisis rutinario de los alimentos del ganado. Rev. Nutrición Animal, Madrid, 2, 83; 2, 147; 5, 151.

IVERSON, J.C. 1972. Collaborative study of a joint AOAC - OICC. Method for the determination of ash in cacao products. J. of AOAC. 55, 1027.

Mc DOWELL, L.R., CONRAD, J.H., THOMAS, J.E., HARRIS, L.E. y MARTIN, F.G. 1978a. Composición nutricional de los alimentos energéticos y protéicos de América Latina. Asoc. Latinoamericana de Producción Animal (para publicación).

_____., CONRAD, J.H., THOMAS, J.E., HARRIS, L.E. and FICK, K.R. 1978b. Nutritional composition of Latin American forages (Submitted for publication. Tropical Animal Production, Mexico).

U.K. MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. 1973. The analysis of agricultural materials. A manual of the analytical methods used by the Agricultural Development and Advisory Service. Tech. Bull., Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, N° 27, 158 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS DE LIMA, FACULTAD DE QUIMICA Y SOCIEDAD NACIONAL DE PESQUERIA. 1967. Informe sobre estudio comparativo de métodos analíticos de los países que comercian con harina de anchovera peruana. Lima, 1967..

VAN SOEST, P.J. 1973. Collaborative study of acid-detergent fiber and lignin J. of A.O.A.C. 56, 781.

YOUDEN, W.J. 1963. The collaborative test. J. of A.O.A.C. 46, 55

_____. 1967. Statistical techniques for collaborative tests. A.O.A.C., Washington, D.C.

DOCUMENTO FINAL

Acuerdo de la Reunión de Trabajo sobre Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación.

1. LUGAR: Sede Central del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.

2. FECHA: 27 al 29 setiembre de 1977

3. ASISTENTES:

Nombre	Institución	País
Buitrago, Julián	Centro Internacional de Agricultura Tropical	Colombia
Cabezas, Marco T.	Instituto de Nutrición Centro América y Panamá	Venezuela
Carlson, D.E.	University of California, Davis	U.S.A.
Cubillos, Gustavo	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	Costa Rica
Chicco, Claudio	Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.	Venezuela
Fonseca, Hernán	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Harris, Lewis E.	Utah State University	U.S.A.
Kearl, Leonard C.	Utah State University	U.S.A.
Muñoz, Héctor	ALPA-Presidente	Costa Rica
Paladines, Osvaldo	Centro Internacional de Agricultura Tropical	Colombia
Quiroga, Víctor	Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas	Costa Rica
Raun, Ned	Agencia Internacional para el Desarrollo	Washington
Ruíz, Manuel	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	Costa Rica
Tapia, Mario	Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas	Bolivia
Torre, Filemón	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	Argentina
Wernli, Claudio	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	Chile

Cabe señalar que, con la excepción de L. Harris, L. Kearl, H. Múñoz y N. Raun, los demás participantes no actuaron en calidad de representantes de las instituciones a las que pertenecen.

4. INSTITUCION PROMOTORA: Asociación Latinoamericana de Producción Animal.

5. INSTITUCIONES PATROCINADORAS Y COLABORADORAS:

5.1 Agencia Internacional para el Desarrollo (AID)

5.2 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

5.3 Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA)

5.4 International Network Feed Information Centers (INFIC)

5.5 Universidad de Costa Rica (UCR)

6. COMITE ORGANIZADOR:

Hernán Fonseca, Universidad de Costa Rica

Manuel E. Ruíz, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza

Víctor Quiroga, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Lorin E. Harris, Utah State University

7. OBJETIVO DE LA REUNION:

Conocer la información existente sobre el tema, a los efectos de identificar los problemas que pudieran existir y analizar la necesidad y posibilidad de promover actividades tendientes a solucionarlas.

8. DESARROLLO DE LA REUNION:

La reunión se desarrolló en las siguientes etapas:

8.1 Presentación de la información

8.11 Objetivos y funcionamiento de los Centros de Información de Alimentos.

8.111 Función de la red internacional de Centros de información de Alimentos L.C. Kearl. Utah State University, USA.

8.112 La nomenclatura internacional de alimentos L.R. Harris. Utah State University.

8.12 Los sistemas de alimentación animal en la América Latina.

8.121 Sistemas de Alimentación para América Latina. Osvaldo Paladines - CIAT.

8.122 Información de los conocimientos actuales que existen sobre sistemas de alimentación en las zonas tropicales de América Latina.

8.1221 Ganado de Carne - Claudio Chicco Instituto de Investigaciones Zootécnicas, Venezuela.

8.1222 Ganado de Leche - Gustavo Cubillos CATIE - Turrialba, Costa Rica

8.1223 Animales monogástricos - Julián Buitrago, CIAT, Colombia.

8.123 Información de los conocimientos actuales que existen sobre sistemas de alimentación en las zonas templadas de América Latina.

8.1231 Ganado de Carne - Filemón Torres, INTA, Balcarce, Argentina.

8.1232 Ganado de Leche - Filemón Torres

8.1233 Animales monogástricos - Filemón Torres

8.124 Información de los conocimientos actuales que existen sobre, sistemas de alimentación en zonas áridas de América Latina. Mario Tapia - IICA.

8.13 Aspectos metodológicos de la evaluación de alimento para uso animal.

8.131 Evaluación del valor nutritivo de los alimentos en los sistemas de alimentación. Eduardo González Jiménez. Universidad Central de Venezuela.

8.132 Unificación de los procedimientos y metodología analítica en los laboratorios de nutrición -Claudio Wernli. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Chile.

8.133 Programas de entrenamiento para técnicos de laboratorio
Hernán Fonseca.
Universidad de Costa Rica

8.134 Desarrollo de un modelo para maximizar las ganancias en la alimentación animal - D.E. Carlson. University of California, Davis.

8.135 La organización y funciones de los Comités de los Sistemas de Alimentación.
Manuel E. Ruíz. CATIE.

8.14 Discusión general que incluye aspectos de organización, funcionamiento y financiación para el Centro o Programa Latino Americano de Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación.

8.2 Análisis de la información presentada y elaboración de conclusiones sobre la misma.

8.21 Conclusiones:

En general, se observa que los sistemas de alimentación animal en la América Latina, utilizan los recursos disponibles con baja eficiencia. Se reconoce la necesidad de mejorar la eficiencia de dichos sistemas, como elemento esencial para aumentar la producción y productividad de alimentos de origen animal.

Se identifican marcadas diferencias entre los sistemas de alimentación del ganado, según las regiones agroclimáticas en que se desarrollan y los niveles de tecnología que se aplican, las que obedecen tanto a causas de origen físico-biológico como socio-económico.

Los problemas que caracterizan la alimentación de herbívoros difieren de los aue se presentan al emplear aves o cerdos.

En los sistemas de alimentación de herbívoros:

i. La utilización del pastizal en condiciones de pastoreo constituyente la característica común y ampliamente predominante en toda la región;

ii sin embargo, el empleo de subproductos agrícolas ofrece un elevado potencial, particularmente como fuentes de nutrientes en épocas de baja productividad de la pastura;

iii. Por otra parte, la creciente demanda para consumo humano, unida a la ineficiencia biológica de los herbívoros, indican que el empleo del grano en la alimentación animal estaría restringido a situaciones estratégicas.

A pesar de lo señalado, existe muy poca información sobre sistemas de alimentación en condiciones de pastoreo.

Además, existen marcadas deficiencias en la metodología disponible para la caracterización nutricional de la relación pasto-animal, haciendo poco confiable su aplicación a la predicción de la respuesta animal.

En los sistemas de alimentación de aves y cerdos:

i. Se acepta la mayor posibilidad de utilizar la información obtenida fuera de la región;

ii Sin embargo, se reconoce la necesidad de obtener información sobre el potencial de menos productos propios de cada área, que podrían utilizarse en reemplazo de alimentos importados.

Se señala el escaso conocimiento sobre los factores que afectan la alimentación de especies autóctonas, de particular importancia en ampliar regiones del sub-continente. En vista de las conclusiones señaladas, se reconoce la necesidad de promover la instrumentación de un programa que estimule la generación y procure la recolección de información relevante para los sistemas de alimentación predominantes en la América Latina.

8.3 Programación de Actividades.

8.31 Definición de Objetivos

8.311 General:

Proveer información que permita mejorar la eficiencia bioeconómica de los sistemas de alimentación predominantes en la América Latina.

8.312 Propiciar la generación de información necesaria para los sistemas predominantes.

8.313 Procesar y difundir la información entre instituciones y personas vinculadas a la generación y/o difusión de tecnología en el área de los sistemas de alimentación.

8.32 Determinación de las actividades a desarrollar para alcanzar los objetivos fijados.

8.321 Identificar y describir los sistemas de alimentación animal dentro de las regiones agroclimáticas del sub-continente.

8.322 Definir y caracterizar la información pertinente para los sistemas de alimentación identificados.

8.323 Describir la metodología necesaria para obtener esa información.

8.324 Propiciar la generación de la información requerida prioritariamente para mejorar la eficiencia de los distintos sistemas de alimentación.

8.325 Recopilar, sistematizar y difundir esa información entre instituciones nacionales e internacionales y personas vinculadas a la generación y/o difusión de tecnología en el área de los sistemas de alimentación.

8.33 Selección de la estructura institucional

Se decide propiciar la gestación de un Programa de Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación Animal, que se integraría a alguna (s) de la línea (s) de acción del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.

8.4 Actividades mínimas

A los efectos de garantizar la continuidad de lo realizado, hasta tanto pueda lanzarse el Programa, se acuerda iniciar la ejecución de las siguientes actividades:

i. Definir y caracterizar la información pertinente para sistemas de alimentación de rumiantes en pastoreo.

ii Propiciar entre las instituciones de investigación del continente la provisión y/o generación de la información antes definida y caracterizada.

Se decide que una comisión de técnicos de instituciones con sede en Costa Rica (CATIE, IICA y UCR) elabore un documento sobre la información pertinente para sistemas de alimentación de rumiantes en pastoreo", el que servirá de base para las recomendaciones que se difundan sobre el tema.

A los efectos de elaborar esas recomendaciones, se acuerda una nueva reunión del grupo, la que se llevará a cabo en ocasión de la VI Reunión de ALPA en la Habana, Cuba.

En cuanto a la otra actividad prevista hasta tanto se inicie el Programa, se decide solicitar al IICA se encargue de su ejecución.

8.5 Elaboración de un Proyecto

Se resuelve solicitar al IICA gestione la obtención de los recursos necesarios para contratar un especialista, quien se encargaría de - elaborar el Proyecto necesario para obtener la financiación del Programa.

Además, el mencionado especialista podría también encargarse de impulsar la ejecución de la actividad mínima guiada a propiciar entre la las instituciones la provisión y/o generación de la información que se sugiera como prioritaria en la reunión de la Habana.

8.6 Gestión.

Se decide encargar a una Comisión Provisoria la presentación ante el IICA de las conclusiones y decisiones alcanzadas por el Grupo de Trabajo, así como efectuar las gestiones que considere pertinentes a los efectos de lograr la aprobación y financiación del Programa.

8.7 Comisión Provisoria

Por acuerdo unánime se designa como miembros de la Comisión Provisoria a las siguientes personas:

V. Quiroga (Coordinador), IICA

H. Fonseca, UCR

H. Múñoz, ALPA

M. Ruiz, CATIE

Esta comisión provisoria tendrá por funciones:

i. Interesar al IICA para que incorpore el Programa a sus actividades, a la vez que solicitarle obtenga los recursos necesarios para contratar al especialista que elaborará el Proyecto e impulsará las actividades mínimas.

ii Elaborar el documento sobre la información pertinente para sistemas de alimentación de rumiantes en pastoreo, a ser considerado en ocasión de la VI Reunión de ALPA.

Documento adicional (Diciembre , 1977)

SISTEMAS DE ALIMENTACION DE BOVINOS DE CARNE EN EL TROPICO AMERICANO

Claudio F. Chicco
Thomas A. Shultz

1. INTRODUCCION

En la mayoría de las regiones tropicales de América, la principal fuente de nutrientes para los bovinos de carne la aporta el pastoreo y, en la generalidad de los casos, los pastos constituyen el único recurso alimenticio. Por lo tanto, el clima y la composición del suelo tienen una importancia decisiva sobre la calidad y cantidad de nutrientes disponibles a los animales para su mantenimiento y producción. Efectivamente, la baja fertilidad del suelo y la estacionalidad de la precipitación constituyen los principales limitantes de la producción animal en las regiones tropicales de América.

La época lluviosa y de mayor humedad del suelo está asociada con una abundante producción de pastizales, mientras que la época de escasa precipitación señala un descenso o paralización de su crecimiento. En general, la mayoría de los pastos tienen un corto ciclo vegetativo, con una maduración temprana, por lo que la disponibilidad de un buen forraje está limitada a un corto período del año.

La desigualdad durante el año en la calidad, cantidad y también en la apetecibilidad de los pastos, determina una gran variabilidad en la capacidad de carga. Asi que, en las áreas de pastoreo hay una estación climática limitante del número de animales por la escasez de pasto, mientras que en otra estación sobra el forraje, por no haber suficiente ganado. Esta diversidad en la disponibilidad de alimentos para el ganado en el transcurso del año, restringe el número de animales en las áreas de pastoreo, determinando que sólo un porcentaje muy bajo del forraje total producido sea utilizado.

Debido a que en las zonas del trópico húmedo/seco predominante en el trópico americano, el ciclo se repite anualmente con cierta regularidad, los ganaderos han buscado el modo de adaptarse a estas condiciones, recurriendo a sistemas de transhumancia, que le permite sacar algún provecho de la tierra y del agua. Naturalmente tales prácticas no siempre son posibles ni convenientes. La reserva de pastizales o su conservación en forma de heno o ensilaje y el uso de riego son prácticas muy poco difundidas en las regiones de ganadería extensiva de América Tropical.

Bajo estas condiciones es probable que la rectificación de la deficiencia alimenticia de los pastos disponibles mediante la suplementación puede producir una mejora notable de la producción animal. Aún cuando son pocas las observaciones experimentales, este problema ofrece un aspecto de particular importancia para aumentar la producción ganadera en la región. Conjuntamente con la suplementación a pastoreo, en los últimos años ha existido interés en la posibilidad de engorde intensivo, en confinamiento, habiéndose demostrado que pueden hacer algunos sistemas económicamente factibles. Esto es particularmente cierto en aquellas regiones donde existen abundantes disponibilidades de subproductos de la agroindustria, excedentes de cultivos y residuos de cosechas, asociados con la necesidad de una mayor intensificación del uso de la tierra.

El objetivo de esta presentación es revisar la información existente en las regiones tropicales de América a fin de identificar los sistemas que se utilizan en la alimentación de los bovinos de carne, los principales insumos alimenticios que se emplean y el grado de respuesta animal que se logra.

2. SISTEMAS DE ALIMENTACION

El concepto de sistemas debería reservarse para el animal objeto de la alimentación y para los modelos de uso de las tierras agrícolas donde la producción animal constituye el principal objetivo. Asi, que para los fines de esta presentación, se considerarán las distintas maneras o métodos que se emplean, con fundamentos en los principios de la nutrición animal, para satisfacer las exigencias nutricionales de los animales tendientes a

alcanzar los objetivos propios de un sistema determinado de producción.

Debido a que el pasto es el recurso más abundante y a la vez más barato para la alimentación del ganado, la forma como éste está disponible a lo largo del año se puede considerar como el eje central del sistema de producción. Si un sistema de producción animal se basa en la disponibilidad natural del forraje, la carga animal está limitada a la producción del mismo durante la época seca. Este es el método extensivo tradicional de la producción ganadera en gran parte de la América Tropical. Una forma de la intensificación es ajustar la capacidad de carga de acuerdo con la estación lluviosa, en tal forma de utilizar al máximo el forraje disponible, y, luego, en la estación seca, proporcionar alimentación suplementaria con el fin de mantener la misma capacidad de carga. Por último, la mayor intensificación del sistema es aquel que utiliza condiciones de alimentación en confinamiento, donde el alimento es llevado al animal y que, en los lugares donde se practica, generalmente representa la etapa final del proceso de la producción de carne.

Con este marco general de referencia, se discutirán algunos resultados experimentales de América Tropical y de otras regiones tropicales del mundo, que pueden servir de guía sobre la productividad esperada dentro de cada sistema, utilizándose forrajes, residuos de cosecha y subproductos agroindustriales.

3. PASTOREO

De un total de cerca de 1.680 millones de hectáreas en América Tropical, entre un 60 y 70% de éstas están constituídas por pastos y por áreas potenciales de pastoreo.

3.1 Sabanas naturales

La producción de carne en la mayoría del trópico americano depende casi exclusivamente de las extensas áreas de praderas naturales (sabanas) que, en muchos casos, no son adecuadas para otros usos que no sean el pastoreo. Las sabanas tropicales de América se encuentran en Bolivia, Brasil, Colombia, Guyana y Venezuela.

Todas ellas tienen grandes extensiones cubiertas por pastos naturales que tienen, desde el punto de vista de utilización por animal, dos características en común: baja fertilidad del suelo y una estación seca rigurosa, con deficiencias hídricas marcadas, aún cuando la precipitación total anual es elevada.

En lo referente a manejo y productividad de las sabanas tropicales de América, la información es muy escasa (Chicco y Shultz, 1974). En el Cuadro 1, se resume la información disponible sobre la productividad de algunas sabanas tropicales de América.

Cuadro 1. Productividad de una muestra de sabanas tropicales de América

Lugar	Carga	Aumentos de peso kg		
	aninal/ha	animal/año	Ha/año	Referencias
Calabozo, Estado Guárico, Venezuela				
50% Paspalum plicatulum, 30% Leersia hexandra, 20% Sporobylus indicus y Panicum laxum	0,33	118(8 meses)		Chicco et al, 1972
	0,33	110(8 meses)		Chicco et al, 1975
Llanuras de Barinas, Estado Barinas, Venezuela				
90% pradera natural	0,21	225	47	Corrales y González, 1973
83% pradera natural	0,23	230	52	
62% pradera natural Paspalum plicatulum, Leersia hexandra, Andropogon bicurnis, Trachypogon sp., Axonopus purpussi	0,46	264	120	
Carimagua, Meta, Colombia				
Trachypogon vestitus, Leptocoryphim lanatum	0,20	28	5	CIAT, 1972
Paspalum pectinatum, Axonopus pulcher, Andropogon sp.	0,35	38	12	ICA, 1972

Invariablemente, el aumento de la carga animal produce una disminución en la ganancia de peso por individuo y un aumento en la producción por hectárea. A cargas excesivamente elevadas se puede producir un deterioro de la vegetación, desapareciendo especies útiles para ser reemplazadas por otras de menor aceptación por el ganado (Kennan, 1962), y en aquellas áreas donde las especies aburtivas son predominantes, se estimula su propagación (Kennan, 1969; West, 1958).

La costumbre de quemar anualmente los pastizales también afecta la capacidad de carga. La principal razón de la quema es la eliminación de la vegetación madura, para dar lugar al crecimiento de pastos más nutritivos y apetecibles; sin embargo, solamente quedan aquellas especies que resisten a las quemas anuales. Estas especies tienen un valor nutritivo relativamente menor que algunas de aquellas que no resisten el efecto del fuego. Otra consecuencia de la quema, que aún no se ha estudiado a fondo, es el cambio que ocurre en el equilibrio biológico de los ecosistemas. Además, numerosas quemas realizadas en la sabana no se controlan debidamente y pueden ser altamente destructivas (Gil y Rodríguez, 1969).

En los llanos de Colombia se ha comprado la quema de toda una zona de la sabana al final de cada estación lluviosa, con la quema secuencial de un área similar en ocho secciones, utilizando capacidades de carga de 0,2 a 0,5 ani./ha. (Paladines, 1973). Se ha observado un efecto beneficioso en el rendimiento de los animales cuando la quema se efectúa en forma secuencial, con una carga de 0,2 y 0.35 ani./ha (Cuadro 2). La ventaja de un 29% obtenida mediante la quema secuencial, con una carga de 0,2 ani./ha se considera económica siempre que pueda repetirse año tras año y mantenerse al mismo nivel la productivdad de la sabana (Paladines, 1973).

Cuadro 2. Productividad de la sabana en Carimagua, Colombia, bajo dos sistemas de quema[a]

Carga animal animal/ha.	Aumento de peso anual promedio/animal, kg		Ventajas de la quema en secuencia	
	Una quema[b]	Quema en secuencia c	kg. animal	%
0,20	92	119	27	29
0,35	94	110	16	17
0,50	74	78	4	5

[a] Cuadro adaptado de CIAT, 1973; ICA, 1973.

[b] Toda el área se quemó en noviembre, 1972.

[c] El área se dividió en ocho parcelas, por medio de líneas de tierra rastrillada. Las parcelas se quemaron una por vez, durante todo el año, comenzando en noviembre de 1972, y terminando en septiembre de 1973.

A través de estudios integrados, tomando en consideración diversos factores agronómicos, de los animales (Corrales y González, 1973) se pudo observar que los establecimientos ganaderos con menor superficie tienen un mejor manejo de los recursos forrajeros, resultando en una mayor capacidad de carga que los hatos de mayor tamaño (Cuadro 3).

Del examen de la relación entre forraje establecido y la carga animal se deduce que al aumentar el peimero también se elevaba la capacidad de sostenimiento.

El método tradicional de producir carne en las zonas tropicales de América a través de los sistemas extensivos de manejo se caracteriza por una condición de subnutrición durante la estación seca, seguida de una mayor tasa de crecimiento durante las subsiguiente estación lluviosa, época en que se dispone de abundante forraje.

Cuadro 3. Variaciones en la capacidad de carga con respecto a la superficie utilizable en 31 establecimientos ganaderos, representativos del Estado Barinas, Venezuela[a]

Número de haciendas	Superficie total ha.	Superficie utilizable ha.	Forrajes naturales ha.	Forrajes establecidos ha	Capacidad de carga ha/UA	Aumento de peso kg/ha
11	1.320,30	1.166,30	677,15	419,15	2,20±1,54	120,33
8	5.539,00	5.507,09	3.968,09	821,91	4,36±1,61	52,04
12	22.016,00	20.422,00	17.182,40	1.798,10	4,79±1,50	46,02

UA = 450 kg

[a]Corrales y González, 1973

El Cuadro 4 ilustra este efecto con datos de varios países del mundo. Se observa que hay casos en que los animales llegan a perder prácticamente todo el peso ganado en la época de lluvias. En términos generales, las pérdidas son del 30 al 60%. Generalmente, se observa una relación negativa entre las pérdidas durante la sequía y el aumento de peso en el período lluvioso. Este fenómeno, comummente llamado crecimiento compensatorio, constituye la base de los aumentos de peso en las principales zonas ganaderas de América Tropical, con excepción de ciertas limitadas áreas que tienen una precipitación pluvial más uniforme durante todo el año.

Esta modalidad es considerada económicamente ventajosa cuando las tierras de pastoreo son poco costosas y abundantes, y el período de bajo consumo de nutrientes no es excesivamente prolongado. Por lo general, la compensación no se cumple en el caso de retraso en el crecimiento de las hembras de reemplazo, particularmente cuando se presenta después de varios meses de post-destete, como tampoco en la recuperación de los bajos índices de reproducción de las vacas de cría. Se ha dedicado escasa atención en los sistemas extensivos de explotaciones, a la magnitud de las ventajas que ofrece el destete precoz y el aumento de la fertilidad de las vacas.

Cuadro 4a. Efecto de la época de sequía sobre el peso de los animales en sabanas tropicales[a]

Lugar	Carga animal/ha	Meses de sequía al año	Pérdida de peso en la sequía como porcentaje del aumento anual	Pérdida de peso (kg/animal)	Referencia (investigadores)
Rodesia del Sur					
Heteropogon contortus,	0,19	7	45	71	Kennan, 1969
Bothriochloa insculpta	0,31		45	72	
	0,47		54	81	
Zambia, sabana seca	0,12	7	22	21	Smith, 1966
	0,20		29	26	
	0,32		45	41	
	0,74		65	61	
Zambia, sabana de desague					
Hyparrhenia filipendula	0,31	7	--	2	Smith, 1966
Heteropogon contortus	0,63		6	9	
Setaria sphacelata, Cynodon dactylon, Eragrostis spp.	1,25		12	18	
Nigeria, sabanas del Norte de Guinea[b]					
Loudetia simplex	0,31	4.5	39	25	de Leeuw, 1971
Trachypogon spicatus,	0,62		39	22	
Andropogon ascinodis			83	51 estimado	
Monocymbium ceresiiforme					

[a] De Paladines (1975).

[b] Las cargas de 0,62 y 0,31 recibieron 58 kg de semilla de algodón por animal en el período de sequía. Los datos de la tercera línea son una extrapolación a la situación sin suplemento; no fueron publicados por el autor.

Cuadro 4b. Efecto de la época de sequía sobre el peso de los animales en sabanas tropicales[a] (Continuación..)

Lugar	Carga animal/ha	Meses de sequía al año	Pérdida de peso en la sequía como porcentaje del aumento anual	Pérdida de peso (kg/animal)	Referencia (investigadores)
Katherine, territorio del Norte de Australia					
Themada australis, Serghum plumosum, Chysopogon fallax y Sehima nervosum	0,5 - 0,8	8	54	50	Norman, 1966
Queensland, Australia[b]					
Heteropogon contortus	0,25	8	53	32	Alexander, 1968
Heteropogon triticeus, Themeda australis, Bothriochloa intermedia	0,41		68	53	
Camarigua, Meta, Colombia					
Trachypogon vestitus,	0,20	4	40	21	CIAT, 1972
Leptocoryphium lanatum	0,35		37	25	ICA, 1972
Paspalum pectinatum, Axonopus Pulcher, Andropogon spp.	0,50		89	33	

[a] De Paladines (1975)

[b] Los animales recibieron suplemento durante 77 días

Cuadro 4a. Efecto de la época de sequía sobre el peso de los animales en sabanas tropicales[a]

Lugar	Carga animal/ha	Meses de sequía al año	Pérdida de peso en la sequía como porcentaje del aumento anual	Pérdida de peso (kg/animal)	Referencia (investigadores)
Rodesia del Sur					
Heteropogon contortus,	0,19	7	45	71	Kennan, 1969
Bothriochloa insculpta	0,31		45	72	
	0,47		54	81	
Zambia, sabana seca	0,12	7	22	21	Smith, 1966
	0,20		29	26	
	0,32		45	41	
	0,74		65	61	
Zambia, sabana de desague					
Hyparrhenia filipendula	0,31	7	--	2	Smith, 1966
Heteropogon contortus	0,63		6	9	
Setaria sphacelata, Cynodon dactylon, Eragrostis spp.	1,25		12	18	
Nigeria, sabanas del Norte de Guinea[b]					
Loudetia simplex	0,31	4.5	39	25	de Leeuw, 1971
Trachypogon spicatus,	0,62		39	22	
Andropogon ascinodis			83	51 estimado	
Monocymbium ceresiiforme					

[a] De Paladines (1975).

[b] Las cargas de 0,62 y 0,31 recibieron 58 kg de semilla de algodón por animal en el período de sequía. Los datos de la tercera línea son una extrapolación a la situación sin suplemento; no fueron publicados por el autor.

Cuadro 4b. Efecto de la época de sequía sobre el peso de los animales en sabanas tropicales[a] (Continuación..)

Lugar	Carga animal/ha	Meses de sequía al año	Pérdida de peso en la sequía como porcentaje del aumento anual	Pérdida de peso (kg/animal)	Referencia (investigadores)
Katherine, territorio del Norte de Australia					
Themada australis, Serghum plumosum, Chysopogon fallax y Sehima nervosum	0,5 - 0,8	8	54	50	Norman, 1966
Queensland, Australia[b]					
Heteropogon contortus	0,25	8	53	32	Alexander, 1968
Heteropogon triticeus, Themeda australis, Bothriochloa intermedia	0,41		68	53	
Camarigua, Meta, Colombia					
Trachypogon vestitus,	0,20	4	40	21	CIAT, 1972
Leptocoryphium lanatum	0,35		37	25	ICA, 1972
Paspalum pectinatum, Axonopus Pulcher, Andropogon spp.	0,50		89	33	

[a] De Paladines (1975)

[b] Los animales recibieron suplemento durante 77 días

La teoría de que las pérdidas de peso en la estación seca se compensan mediante un crecimiento que supera el promedio durante la siguiente estación lluviosa parecería indicar que todos los animales podrían alcanzar un peso comercial conveniente en el mismo número de años. Sin embargo, con pérdidas de peso más severas, como ocurre a menudo con el ganado sometido a las condiciones de la estación seca en la sabana, no tiene lugar una compensación suficiente y, en consecuencia, los animales demoran 2 ó 3 años más de lo normal en alcanzar el peso adecuado para el sacrigicio. Es escasa la información sobre las zonas tropicales de América en relación con el grado de variación en el peso, la edad en que ocurre la pérdida, y la intensidad con que puede retardarse el crecimiento normal antes de que se vea afectada considerablemente la capacidad de recuperación de los animales. Algunos experimentos a corto plazo, que se describen en las siguientes secciones de este informe, vinculan la capacidad de compensar el crecimiento del ganado tropical con ciertas circunstancias pre-establecidas.

Además las condiciones de pastoreo pueden también variar de año en año. Estas variaciones pueden ser el resultado de los cambios en la cantidad y/o la calidad del forraje producido en un año determinado, o del empleo de diferentes tipos de animales en distintos años y su manejo previo, y de los cambios ocurridos en los factores ambientales (Mott, 1966).

Para ilustrar los efectos de estas variables (Figura 1), cabe mencionar una experiencia realizada en Brasil, según la cual la estación seca en 1960 fue más favorable para la producción de forraje que el período correspondiente en 1961. Los diferentes niveles de aumento de peso reflejan la diversa capacidad de carga de las áreas de pastoreo, debido a factores ambientales.

3.2 Pastos mejorados

Las comparaciones entre regiones tropicales son sumamente difíciles de valorar, debido a las grandes variaciones ocasionadas por el régimen de lluvias y a las diferencias en las cargas utilizadas.

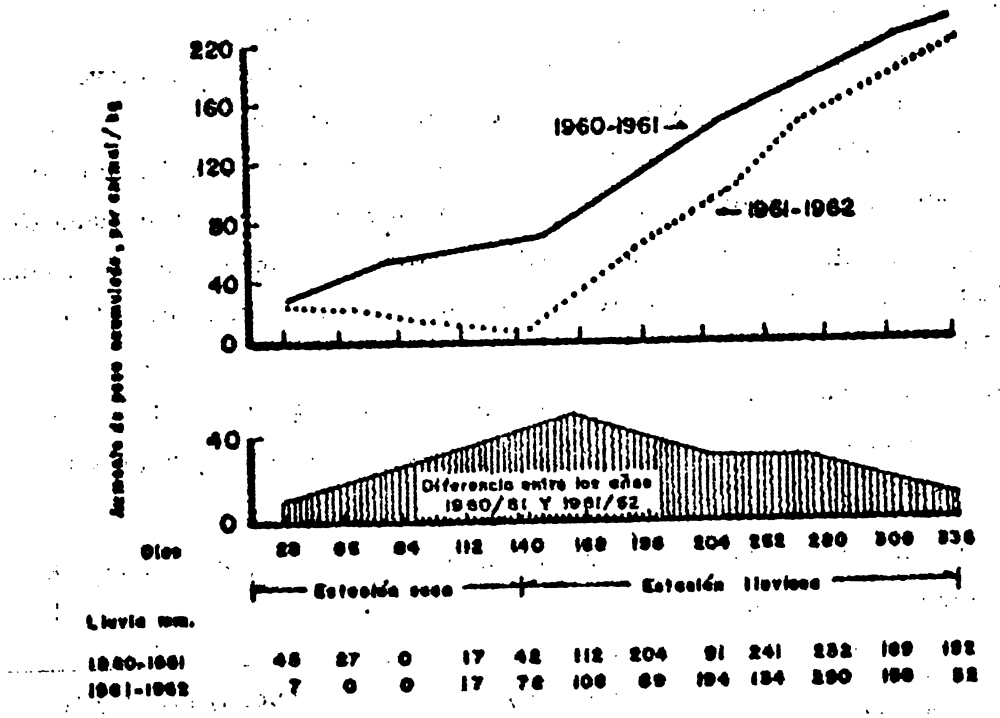


Figura 1. Aumento de peso por estaciones, en novillos alimentados con pasto Guinea Colonial; variaciones entre los años, sin fertilización de nitrógeno. 1960-61 vs. 1961-62 (Mott, 1966).

En la Figura 2, se presentan algunos resultados obtenidos en condiciones tropicales y de zonas templadas, relacionadas con el efecto de la carga animal sobre el aumento de peso del ganado (Alpizar y Vohnout, 1973; Cubillos y Mott, 1968).

Se observa que las praderas de clima templado pueden producir un mayor aumento de peso en los animales a igual carga y que también esa producción es mayor a cargas más elevadas. En la Figura 3, se presentan las producciones obtenidas por hectárea en las praderas anteriores.

La máxima producción por unidad de superficie se consigue en niveles en los cuales la producción individual ha disminuído, de acuerdo a lo presentado por Mott en 1960. Este efecto es de importancia ya que la optimización de la producción biológica no siempre conduce a la máxima producción económica (Bryant et al, 1965). Los datos anteriores muestran que en condiciones de pastoreo la máxima producción individual sería alrededor de 0,70 kgs./animal/día.

En un ensayo llevado a cabo en Brasil (Pereira et al, 1969) se ilustra el efecto de la especie del forraje sobre la capacidad de carga y producción de carne (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la especie del forraje sobre la capacidad de carga y producción de carne[a]

Forrajes	Capacidad de carga UA/ha.	Producción/ha/10 meses Kgs.	Ganancia/animal/día g.
Bermuda	2,45	255	347
Pangola	1,95	260	444
Napier	1,86	324	580
Guinea	1,85	284	511

[a] Pereira et al, 1969

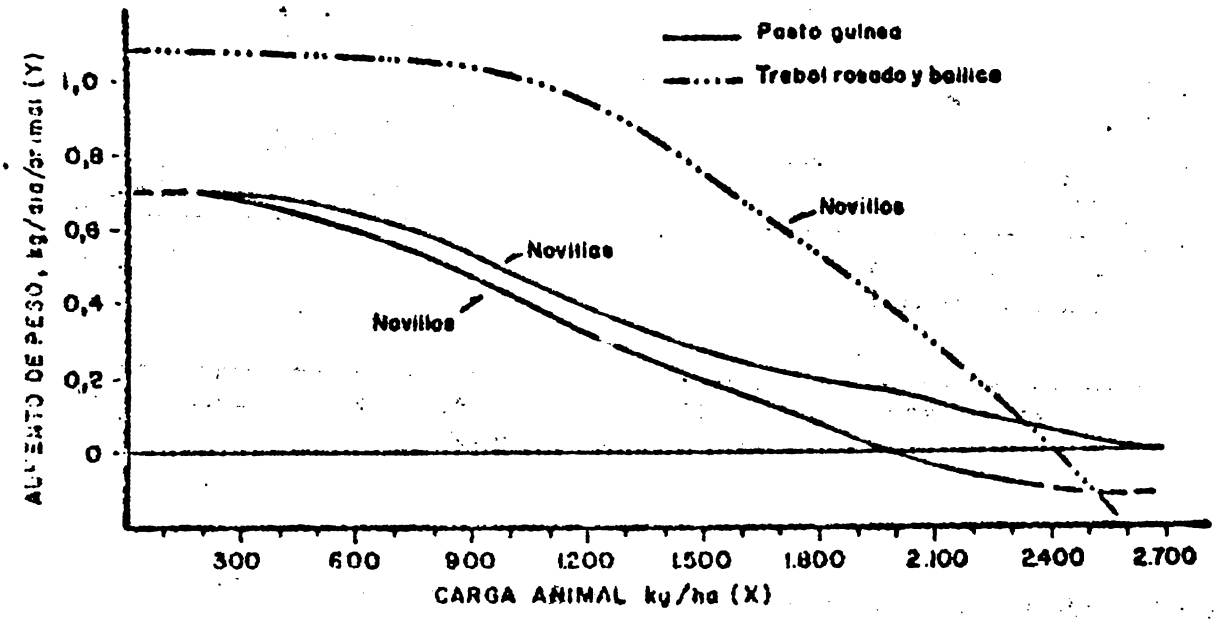


Figura 2. Efecto de la carga animal el aumento de peso de ganado en pastoreo (Cubillos et al, 1975)

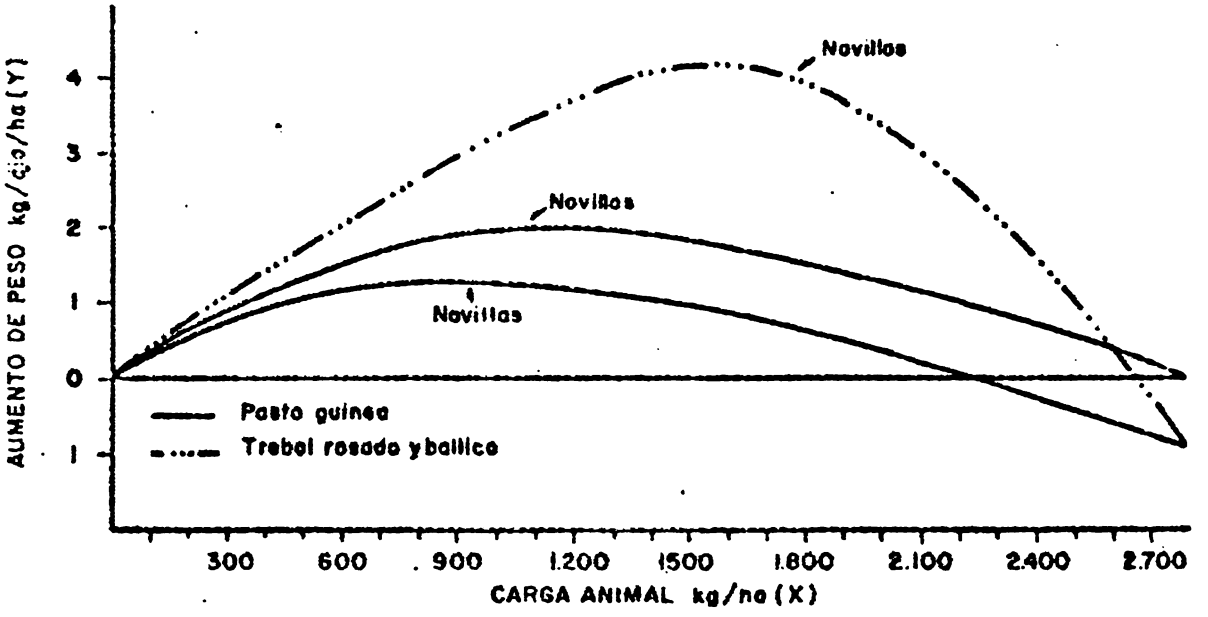


Figura 3. Efecto de la carga en la producción de carne por hectárea (Cubillos et al, 1975

Si bien las ganancias individuales variaron entre 347 g/día para la Bermuda y 580 g/día para el Napier, la producción por hectárea/año fue bastante uniforme, comprendida entre un rango de 255/kg/ha para la Bermuda y 324kg/ha para el Napier.

En el caso del trópico seco-húmedo de los Llanos de Colombia, la productividad animal lograda con diferentes especies forrajeras fue inferior a los datos anteriores, como se indica en el Cuadro 6.

Cuadro 6.- Productividad animal con varias especies forrajeras adaptadas a suelos álicos en Carimagua (noviembre 1974 a noviembre 1975)[a]

Especies Forrajeras y carga animal	Epoca seca (g/día)	Epoca seca (kg/animal)	Epoca de lluvia (g/día)	Epoca de lluvia (kg/animal)
Brachiaria decumbens				
0,5 novillos/ha	141	16		
0,9 novillos/ha			406	102
1,3 novillos/ha			473	119
1,7 novillos/ha			313	79
Hyparrhenia rufa				
0,5 novillos/ha	-383	-43		
0,7 novillos/ha			172	43
1,0 novillos/ha			148	37
1,4 novillos/ha			77	19
Melinis minutiflora				
0,7 novillos/ha			287	72
1,0 novillos/ha			204	51
1,4 novillos/ha			160	40

[a] CIAT, 1975

En el Cuadro 7 se presentan algunos datos de productividad con Pangola, Swazi y Brachiaria en el trópico húmedo de la región del Delta del Orinoco de Venezuela. Si bien no se observan diferencias entre las digitarias, estas casi duplican los rendimientos obtenidos con la Brachiaria.

La introducción en las áreas de pastoreo de gramíneas de mayores rendimientos y mejor valor nutritivo constituye un mecanismo fundamental para elevar los índices de la productividad ganadera de las regiones tropicales de

América. Estas especies mejoradas deben adaptarse a las condiciones ecológicas prevalentes en cada región, particularmente en relación a las características climáticas y tipos de suelos.

Cuadro 7. Efecto de la especie de forraje sobre la capacidad de carga y producción de carne en el trópico húmedo de Venezuela[a]

Forraje[b]	Capacidad de carga UA/ha.	Producción ha/año	Ganancia animal/día
Pangola	4,3	1064	686
Swazi	4,4	921	513
Brachiaria	2,8	550	476

[a] Datos adaptados de Cunha et al, 1975

[b] Fertilización con úrea

3.3 Fertilización

El uso de fertilizantes es muy poco difundido en los sistemas de producción de carne en América Tropical. Esto se debe principalmente a la baja intensidad de los sistemas de producción ganadera y a que el precio del ganado en el mercado generalmente no compensa los costos de esa práctica. Desde hace varios años se tiene conocimiento de que en ciertas zonas el suelo y los forrajes son insuficientes en fósforo; de que la mayoría de los forrajes tropicales tienen un bajo contenido de nitrógeno, especialmente durante la estación seca, y de que la utilización contínua de las sabanas ha dado lugar, por lo general, al agotamiento del contenido de potasio (De Alba, 1971; Chicco, 1969).

Se han realizado diversos ensayos de fertilización, generalmente con resultados favorables, y con buenas respuestas a la aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio y de la combinación de estos elementos. La aplicación de diferentes niveles de fertilizantes nitrogenados, en forma de úrea, y en combinación con variables capacidades de carga animal sobre pasto Pangola (Paladines, 1973), parece indicar que la producción de carne por hectárea aumenta hasta un nivel de aplicación de 500 kg de N/ha y presenta un efecto

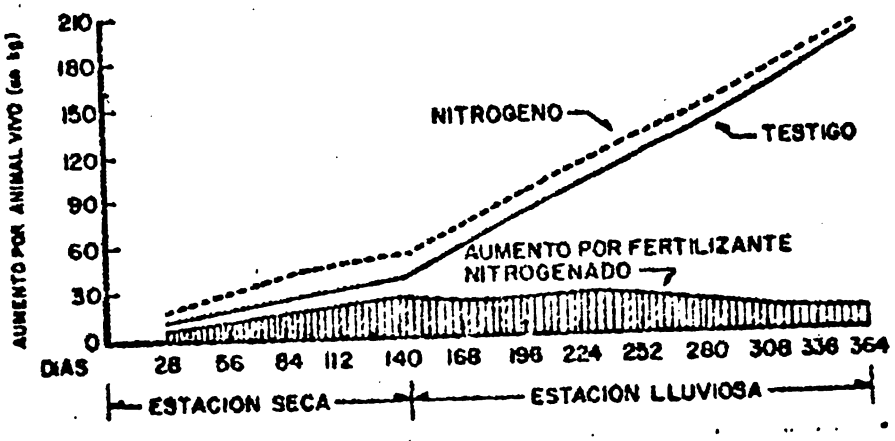


Figura 4. Aumento de peso por animal con fertilizante nitrogenado en el pasto (promedio de tres años). (Mott et al, 1967)

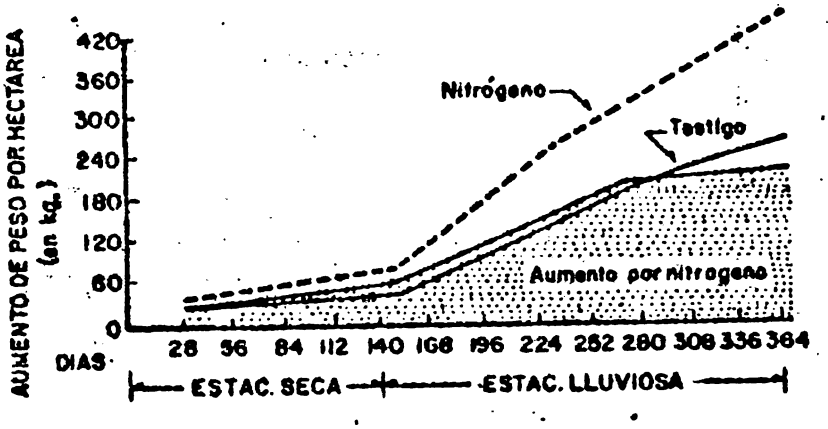


Figura 5. Aumento de peso por hectárea con fertilización de nitrógeno en el pasto (promedio de tres años). (Mott et al, 1967)

cuadrático con el aumento de la carga animal para cada nivel de N utilizado (Cuadro 8).

Cuadro 8. Incremento anual del peso de un novillo (kg) por la adición de 1 kg de fertilizante nitrogenado al pasto pangola[a,b]

Nivel de N	Carga animal, novillo/ha					
kg/ha/año	4,17	5,00	5,83	6,67	7,50	8,33
168	3.0	3,5	2,4			
332		1,8	1,9	1,7		
500			1,0	1,5	1,4	
672				1,0	1,1	1,1

[a] Base de la comparación es el pasto Pangola no fertilizado, con dos novillos/ha con un aumento de peso promedio de 450 g/día (330 kg/ha/año)

[b] Paladines, 1973

En Puerto Rico se estudió el efecto de aplicaciones elevadas de fertilizantes (Caro-Costas y Vicente Chandler, 1971, 1972; Caro-Costas, 1972) en Elefante, con respuesta favorable a niveles de cerca de 2000 kg de fórmula completa por hectárea. En pasto Guinea los rendimientos más económicos se lograron con 363 kg de sulfato de amonio por hectárea (Rivera-Brenes et al, 1958) y, en Jamaica con 50 kg N/ha en Pangola (Nestel y Creek, 1965).

El pasto Guinea, fertilizado con 100 kg N/ha/año dió como resultado un aumento del contenido de proteína del orden de 2,5 a 3,0 unidades (Mott et al, 1967). Los novillos mantenidos en este pasto aumentaron 20,5 kg más que los animales utilizados como testigo durante la estación seca. Sin embargo, gran parte de este incremento se perdió en la subsiguiente estación lluviosa, con una diferencia final de peso por concepto de fertilización de 6,0 kg/novillo (Figura 4).

En términos de producción por hectárea, durante un período de 3 años, mediante el empleo de forrajes mejorados, la aplicación de 1 kg. de N produjo un rendimiento de 1,9 kg de aumento de peso vivo y mejoró el contenido de nutrientes totales y la capacidad de carga (Figura 5).

Del análisis económico de estos experimentos, realizados en Brasil, se dedujo que la aplicación de 100 kg N/ha para el pasto Guinea fue lucrativa, en tanto que el nivel de 200 kg/ha fue considerado como límite para lograr un beneficio económico (Miller et al, 1970).

Mediante la comparación del potencial de producción de carne entre diferentes pastos, con fertilización ligera (12-24-12) y riego, se demostró la posibilidad de mejorar las áreas de pastoreo en los trópicos (Crowder y Riveros, 1962). Los promedios de los diferentes pastos utilizados (Cuadro 9) indican un aumento substancial en la producción de carne por hectárea mediante este sistema.

Cuadro 9. Producción de carne con cuatro pastos en climas cálidos[ab]

PASTOS	Sin fertilizante y riego			Con fertilizante y riego		
	aum/ani/día kg	ani/ha kg	aum/ha kg	aum/ani/día kg	ani/ha kg	aum/ha kg
Puntero	0,69	2,5	240	0,72	2,3	316
Pará	0,60	2,5	205	0,69	2,7	366
Pangola	0,45	2,5	222	0,72	2,4	343
Guinea	0,53	2,0	208	0,57	2,7	303
Promedio	0,55	2,3	243	0,68	2,5	332

[a]Crowder y Riveros, 1962

[b]Fertilización con 75 kg U/ha

No se dispone de suficiente información en la América Tropical acerca de los efectos de programas de fertilización a largo plazo en la producción ganadera. En tierras arenosas, en la región subtropical del Estado de Florida, se llevó a cabo un estudio de 15 años de duración que podría guardar relación con este tópico (Hodges et al, 1966). Se utilizaron diversas fuentes de fósforo durante 10 años, registrándose la respuesta de los animales durante los últimos 3 años. Siguiendo este período, se realizaron observaciones durante 5 años, sin la aplicación de fertilizantes. Aunque no se registró una diferencia significativa en el rendimiento de materia seca/ha, entre el período en el cual se utilizaron los fertilizantes (1955 - 1958) y

el período sin fertilizantes (1959 - 1963), se observó una disminución del 19% en el aumento del peso de los animales y la aparición de síntomas de deficiencias de fósforo en algunas vacas lactantes en el tratamiento sin fertilización (Cuadro 10).

El empleo de pastos fertilizados con fósforo dio lugar a un aumento del 82% en la producción de carne en comparación al testigo.

Cuadro 10. Fertilizantes de fósforo en pasto Pangola [a]

Tratamientos	Total de fósforo kg/ha 1947 - 58	Toneladas anuales de forraje MS/ha/ 1955-58	1959-63	Reajuste animal Aum/kg/ha 1955-58	1959-63	Pariciones % 1955-58	1959-63
Sin fosfato	0	5,28	6,03	140	134	65	72
Superfosfato	248	6,53	6,69	261	199	62	77
Superfosfato + Cal	248	8,44	7,59	273	250	76	78
Fosfato de roca	864	8,53	8,50	242	213	63	69
Fosfato coloidal	656	5,01	5,85	255	212	75	77
Superfosfato triple	224	7,95	6.13	262	196	76	60
Residuos básicos	153	8,14	8,34	305	233	87	73

[a]Hodges et al, 1966 (Datos convertidos en libras/acre)

La utilización de leguminosas, para fijar nitrógeno en las zonas tropicales áridas y semiáridas, se ha considerado como una forma de fertilización que puede mejorar la producción de carne durante la estación seca (Colman y Leslie, 1966; Snook, 1969). La combinación de Cajanus indicus con el pasto Pangola ha dado como resultado un aumento de peso de 35 Kg/día durante la estación seca, mientras que el ganado que consumió únicamente la gramínea perdió peso (Von Schaaffhausen, 1966). En las zonas tropicales de América todavía no se ha generalizado la siembra sistemática de leguminosas para proveer nitrógeno en lugar del uso de fertilizantes. Más bien, en algunas

zonas, el uso limitado de fertilizantes comerciales, representa la única forma de proveer nitrógeno-fósforo-potasio. Los fertilizantes preparados con productos derivados del petróleo tienen un uso más generalizado en los países que poseen esa riqueza.

4. PASTOREO CON SUPLEMENTACION

En América tropical existen extensas áreas de pastizales naturales, especialmente donde hay estacionalidad en la precipitación, que se caracterizan por una limitada disponibilidad y un bajo valor nutritivo del forraje. Durante muchos meses del año el nitrógeno constituye la principal deficiencia. Esta circunstancia, sumada a la baja digestibilidad de la fibra, conduce a una insuficiencia tanto de proteína como de energía durante la estación seca. La gravedad de estas deficiencias y de la materia seca disponible varia considerablemente como también las respuestas a los suplementos.

4.1 Suplementación del forraje

Cuando se dispone de suficiente cantidad de pasto verde, el ganado comunmente utilizado en América tropical no requiere de ningún suplemento proteíco o energético. Si se utilizan suplementos bajo estas condiciones, el crecimiento adicional generalmente no justifica los costos, aún cuando podría incrementarse la capacidad de carga de los pastizales. En relación a ésto, la experiencia obtenida en Turrialba, Costa Rica (Jiménez, 1974; Ruíz et al, 1973; Vohnout, 1973) sobre el uso de suplementación durante el pastoreo muestra varios factores importantes. Entre ellos la relación entre la carga animal y el efecto de la suplementación que aparece en la Figura 6, con el uso de banano de rechazado. En el caso de novillos en pasto Guinea, el aumento diario máximo fue de 0,761 kilogramos con una carga baja y sin suplementación. Con estas cargas, el efecto de la suplementación es nulo, pero, a medida que aumenta la presión de pastoreo y que disminuye la disponibilidad de forraje por animal, se registran disminuciones en el aumento de peso. En estas condiciones, la suplementación con banano no incrementa los aumentos de peso de los animales. Así, los aumentos de la carga de

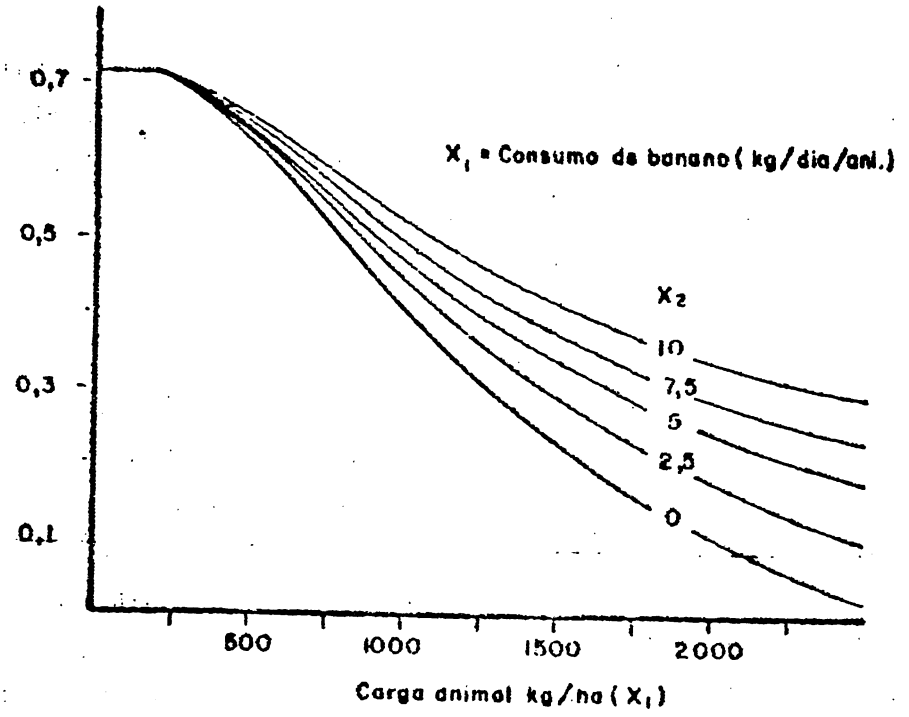


Figura 6. Efecto de la carga animal sobre el aumento de peso de novillos con diferentes niveles de suplementación de bananos. (Cubillos et al, 1975)

250 a 500 kg/ha resultan en pequeñas variaciones en el aumento diario, pero, a medida que aumenta la carga, el efecto de la suplementación es más marcado. A cargas de 1.500 kg/ha, la suplementación con 10 kilogramos de banano produce aumentos de peso que son prácticamente el doble de los obtenidos sin suplementación.

Por lo general, el precio de la proteína vegetal y el de los suplementos energéticos es bastante elevado en la América tropical. Además, cada año se hace más aguda la competencia por parte de los no rumiantes y el hombre mismo. En algunos casos, los ganaderos se ven obligados a suministrar suplementos a sus animales, sin tener en cuenta el precio, a fin de salvar al ganado cuando escasea el forraje como heno, debido a que las condiciones económicas son desfavorables. Sin embargo, el costo de esta práctica parecería justificarse en algunas circunstancias, sobre todo, cuando se considera la cantidad de ganado que se pierde por inanición durante la estación seca.

Entre los alimentos utilizados como suplementos del forraje se incluyen principalmente los productos derivados del procesamiento de los cereales, aceite, café, cacao, cítricos y de la caña de azúcar. Los principales suplementos proteícos son las semillas de algodón, maní y ajonjolí. Debido a los precios relativamente elevados y a la competencia de los no rumiantes, estos ingredientes son sustituídos en gran parte por compuestos de nitrógeno no proteíco (NNP). La principal fuente de NNP es la úrea, mientras que al biuret y a los otros compuestos amoníacados se les ha prestado menor atención. los principales suplementos energéticos son la melaza y los productos derivados de o los cereales, utilizándose también en forma limitada la pulpa cítrica y algunos tubérculos.

Se ha comprobado que los suplementos energéticos, principalmente la melaza, reducen el consumo de forraje (Bisschoff et al, 1967; Mott et al, 1967; Loosli y McDonald, 1968; Roux y Rodríguez, 1971). Al agregarse NNP al suplemento, generalmente, aumenta el consumo, siendo mayor el efecto cuando se utilizan forrajes de baja calidad (Loosli y McDonald, 1969; Carnevali et al, 1970b; Carnevali et al, 1971). Mediante comparaciones entre fo

rrajes tropicales, utilizados en la estación lluviosa y en seca y suplementados con 4 kg de melaza, con y sin agregar 150 g de úrea, fue posible observar este mismo efecto sobre las ganancias diarias de peso en ganado de tipo F1 Criollo x Brahman (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedio de aumentos diarios (g) en ganado F1 Criollo x Brahman[a]

	Forraje solamente	Con melaza	Con melaza + Urea
Forraje de estación lluviosa	585	588	592
Forraje de estación seca	-18	9	132

[a] Carnevali *et al*, 1970 y 1971

Los beneficios de la suplementación con melaza y úrea han sido demostrados a través del uso de diversos tipos de forrajes tropicales de baja calidad (Roux y Parada, 1966), con y sin control del consumo del suplemento (Roux y Rodríguez, 1971).

Mediante una serie de experimentos (Bisschoff *et al*, 1967) se comprobó que el ganado, aparentemente, sustituye 76 g de NDT del forraje por cada 100 g de NDT proporcionados a través de los concentrados durante la estación seca y 86 g por cada 100 g durante la estación lluviosa. De los resultados obtenidos se deduce que estas respuestas se deben más a la ingestión calórica que a la protéica. En estaciones lluviosas subsiguientes, se lograron mantener los aumentos de peso mediante el suministro de 2 o más kg de concentrado (Figura 7).

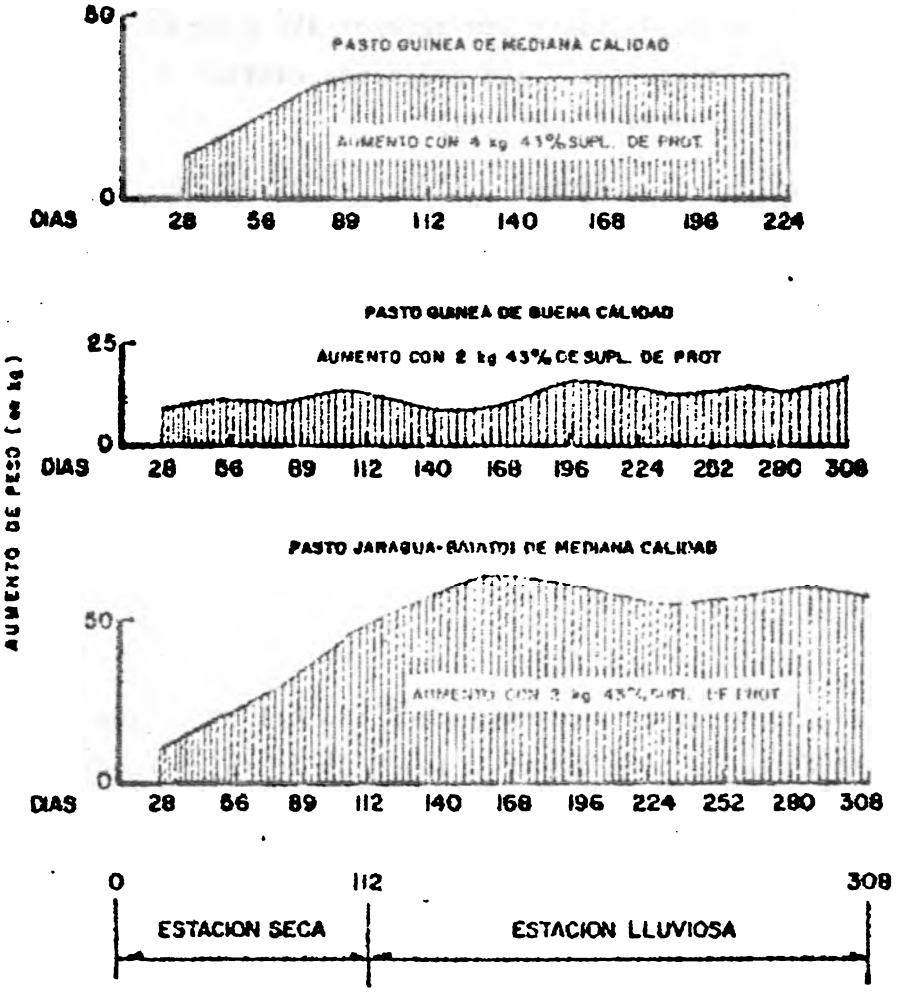


Figura 7. Aumentos estacionales de novillos, según la diferente calidad del forraje y con suplemento de proteínas. (Bisschoff et al, 1967)

La suplementación con melaza ha dado como resultado un aumento del 20% en la capacidad de carga de los pastizales (Mott et al, 1967). Los resultados de esta serie de experimentos no cambiaron apreciablemente con la inclusión de la melaza y úrea o suplementos de maíz (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efectos de los suplementos alimenticios sobre el peso vivo de novillos alimentados en pastizales de pasto Guinea[a]

Tratamiento	Estación seca 112 días	Estación lluviosa 116 días	Total del Período 308 días
	Aumento sobre ani. testigo kg.	Aumento sobre ani. testigo kg.	Aumento sobre ani. testigo kg.
Testigo-pasto solamente	(-7,5)[b]	(132,3)[b]	(124,8)[b]
Melaza, 1.296 kg	26,7	9,6	36.3
Melaza, 1.296 kg + Urea, 0,081 kg	30,5	5,9	36,4
Maíz y mazorca 0,945 kg + urea, 0,069 kg	34,5	-6,2	28,3

[a] Mott et al, 1967

[b] Las cifras con paréntesis corresponden a aumentos por novillos en el tratamiento.

Cuando en pruebas subsiguientes, se combinó la melaza con fertilizantes nitrogenados (Mott et al, 1967) se observó un marcado incremento en la producción de carne por hectárea (Figura 8).

En los llanos de Colombia (CIAT, 1975), se ha estudiado el efecto de la suplementación en la época seca, en animales que pastorean la sabana nativa. Se compararon cuatro tratamientos durante la época seca: 400 g de melaza + 80 g de úrea/animal/día; 400 g de melaza/animal/día; 30 g de úrea/animal/día y ningún suplemento (testigo). Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 9. La suplementación se prolongó hasta mayo. De no-

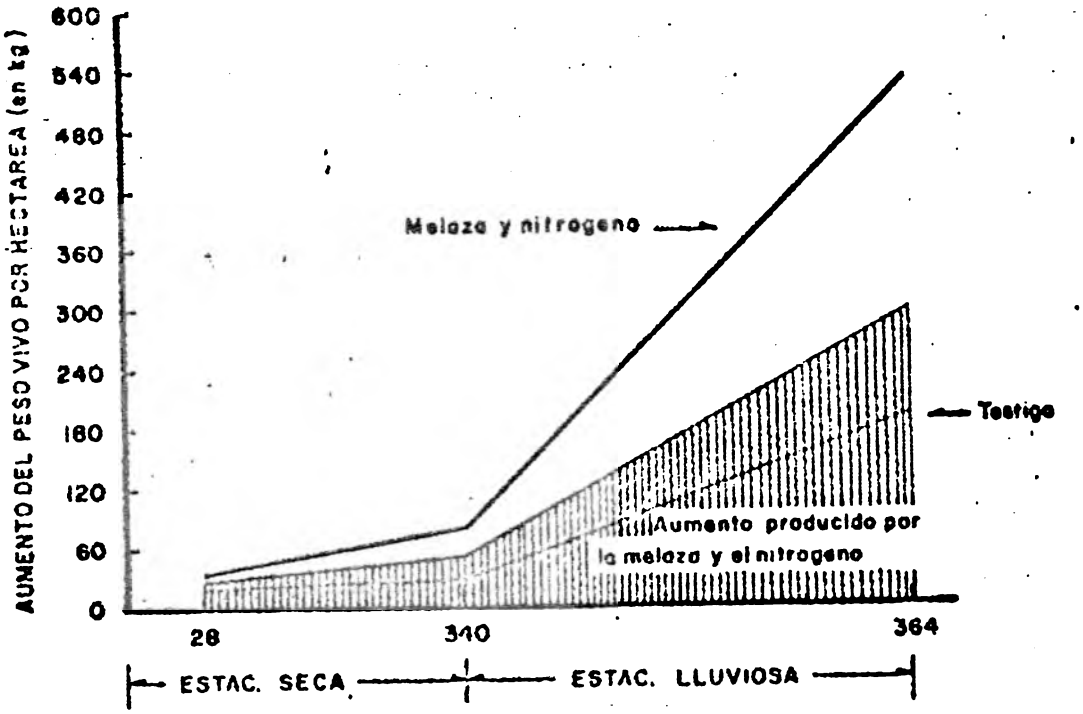


Figura 8. Aumento del peso vivo por hectárea con alimentación suplementaria y fertilización con nitrógeno (promedio de tres años). (Mott et al, 1967)

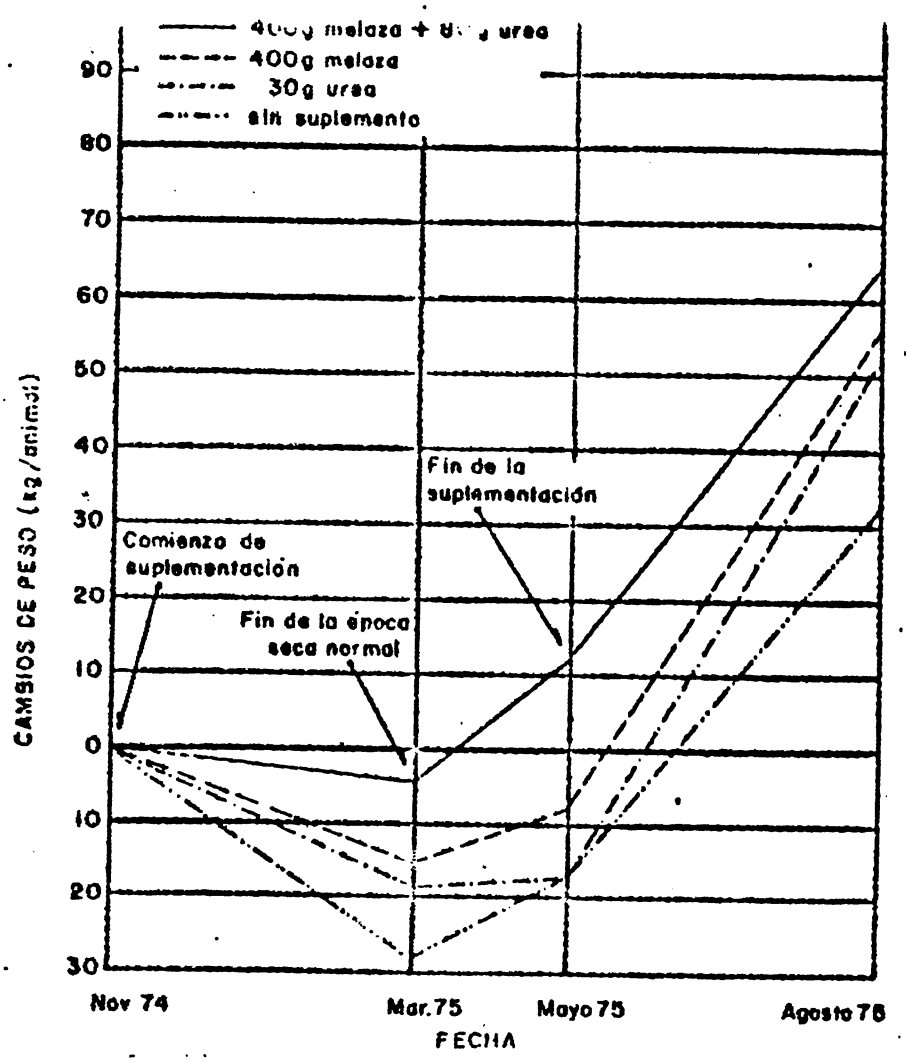


Figura 9. Cambios de peso de novillos suplementados y no suplementados en la época seca en la sabana nativa de Carimagua. (CIAT, 1975)

viembre a marzo todos los animales perdieron peso siendo las pérdidas en los animales no suplementados significativamente mayores que en los animales suplementados con úrea + melaza. Los animales alimentados con melaza sola y úrea sola tuvieron una pérdida intermedia. El efecto obtenido con melaza sola es interesante ya que aparece confirmar la hipótesis de que una pequeña cantidad de carbohidratos fácilmente metabolizables facilitara la utilización del nitrógeno no protéico que contiene la saliva normal de los animales no suplementados habían logrado recuperar el 50 por ciento de la diferencia de peso registrada al finalizar la época seca. La respuesta del grupo de úrea sola, posterior a marzo, no es fácilmente explicable y requiere verificación.

Sería deseable que el diferencial a favor de la suplementación que se observa durante la estación de sequía, se mantuviera en la siguiente época lluviosa y aún hasta el momento del beneficio del animal.

De las diversas observaciones, contenidas en la literatura pertinente y citadas en éste trabajo se deduce que faltan pruebas para demostrar tales efectos. Resultados obtenidos en los llanos venezolanos (Chicco et al, 1973) también indican que en la sabana tropical, donde a la estación seca, que dura unos 150 - 180 días, sigue una lluviosa, con abundante forraje, el crecimiento compensatorio reduce el aumento neto derivado de la suplementación con 0,5 kg/animal de un concentrado con 32,5% de proteína cruda (Cuadro 13).

Bajo condiciones climáticas normales, con una estación seca de 100 a 120 días, no se ha observado ningún beneficio duradero derivado de la suplementación (Alexander et al, 1970). Sin embargo, con una estación seca de 140 a 190 días, el uso de suplementos de melaza-úrea produjo un aumento más permanente en el rendimiento del ganado añojo.

Cuadro 13. Efectos de la suplementación sobre los aumentos en novillos en la sabana venezolana[a]

Observación	Control	Suplementación en la estación seca		
		Diario	Cada 3 días	Cada 6 días
Aumentos en estación seca, g/día	176[b]	277[c]	224	201
Aumentos en estación lluviosa, g/día	902	870	848	892
Aumentos totales, g/día	539	573	536	547

[a] Chicco et al, 1973

[b] Los valores en la misma línea con diferentes letras difieren significativamente al nivel de 5%.

En un experimento bajo condiciones controladas, conducido en Venezuela (Shultz et al, 1977) y cuyos resultados se resumen en la Figura 10, se sugiere que la ventaja de la suplementación nitrogenada, con la adición de bajos o moderados niveles de energía, aparentemente se mantiene durante la subsiguiente estación lluviosa, en animales implantados con hormonas anabolicas, mientras que las ventajas de la adición de más altos niveles de energía durante la época seca se reduce, por crecimiento compensatorio, durante el período lluvioso subsiguiente.

El mantenimiento de peso en las vacas de cría durante la estación seca ofrece la ventaja de mejorar el índice de concepción (Bembridge, 1963). Así el empleo limitado de suplementos de harina de algodón produjo un aumento sensible de la tasa de concepción (Cuadro 14).

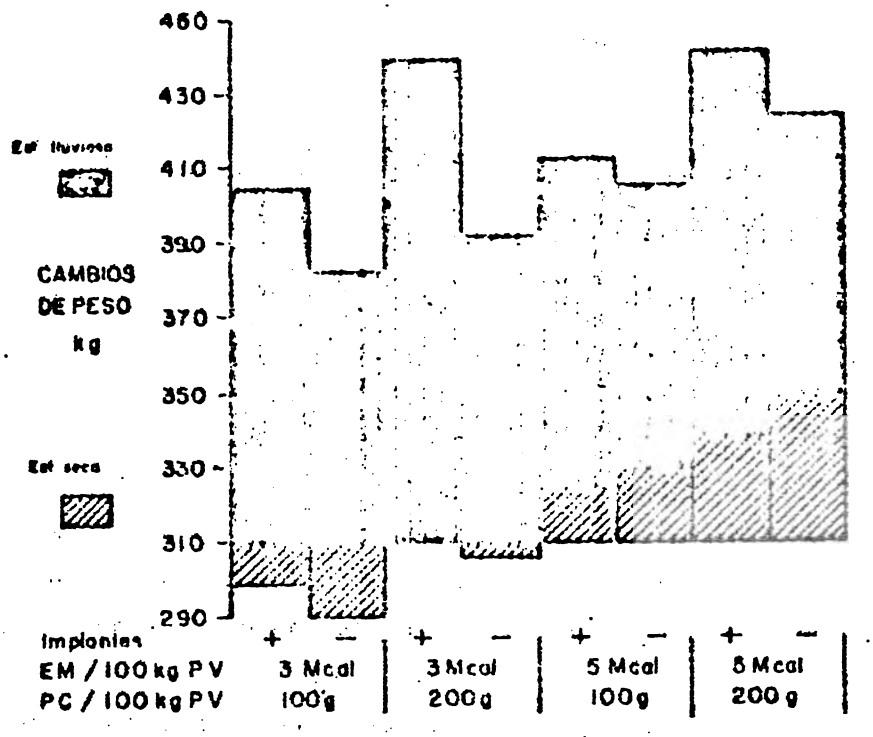


Figura 10. Efecto del nivel alimenticio en las épocas secas y lluviosas sobre la ganancia total.
(Shultz et al, 1977)

Cuadro 14. Efecto de suplementos proteinicos suministrados en invierno sobre el peso vivo promedio y los partos de vacas Sussex, alimentadas durante tres estaciones (1958 a 1961)

	Testigo	Torta de algodón *
Pérdida de peso en invierno (kg)	70,0	30,4
Aumento de peso en verano (kg)	86,8	51,8
Porcentaje de partos (promedio de tres años)	63,3	76,3
Porcentaje de partos (últimos dos años)	57,0	74,5
Promedio de peso al destete	153,4	176,6
Promedio de mortalidad anual (%)	9,6	0,6

* Torta de algodón suministrada a una tasa de 0,45 a 0,91 kg/día durante el invierno solamente.

Fuente: Bembridge (1963)

5. CONFINAMIENTO

El confinamiento completo se aplica en situaciones en las cuales el objetivo es aprovechar el cultivo de cosechas, residuos y/o subproductos agroindustriales para ser utilizados principalmente, pero no exclusivamente, en procesos de engorde.

Durante los últimos 20 años han habido intentos para establecer corrales de ceba en varios países, muchos de los cuales fracasaron, ya sea por haber copiado raciones concentradas utilizadas en USA, que no permitieron retornos rentables por los bajos precios de la carne en relación al costo de las dietas, o por no disponerse de un flujo continuo de animales para cebar y así establecer un ciclo permanente del proceso compra-ceba-venta.

En años recientes se ha puesto la atención en la utilización de dietas menos concentradas que utilizan fundamentalmente residuos de cosechas y subproductos de la agroindustria, que, si bien producen aumentos más moderados,

tienen perspectivas económicas más lógicas. A continuación se tratará de discutir los resultados experimentales de algunos sistemas de alimentación en confinamiento aplicables a la mayoría de los países de América tropical, con particular atención en el uso intensivo de algunos cultivos tropicales, subproductos agroindustriales y residuos de cosecha.

5.1 Alimentos de alto contenido de fibra

5.1.1 Forrajes: Sistemas de alimentación económicamente factibles se pueden basar en la utilización del maíz ensilado, del sorgo forrajero fresco o ensilado y de otros pastos de corte, suplementados con subproductos de la molienda de los granos, tortas oleaginosas, urea y melaza en diferentes proporciones. Con este sistema los problemas de alimentación son mínimos y las principales limitaciones son las de naturaleza agronómica, relacionadas con el establecimiento y desarrollo de los cultivos y la disponibilidad de los subproductos agroindustriales.

El Cuadro 17 presenta algunos ejemplos de utilización de la caña de azúcar en la alimentación de bovinos. Así, y a nivel de 67% de la ración la caña de azúcar indujo ganancias de peso inferiores al ensilaje de maíz (Creek et al, 1976). Estudios comparativos con novillos alimentados con cogollo y caña picada o caña descortezada, en la relación natural de la planta de 30:70 aumentó el consumo voluntario y las ganancias de peso, aún cuando disminuyó la digestibilidad de la ración (James, 1973; Ferrero y Preston, 1976). La alimentación con caña madura de 14 meses produjo ganancias de peso casi dos veces superior a las logradas con caña inmadura de 8 meses (Alvarez y Preston, 1976a). Observaciones limitadas sugieren que no hay mayores diferencias en crecimiento y conversión en novillos entre caña picada (2 cm), repicada (5 mm) o descortezada y pulverizada (Montppellier y Preston, 1976). El ensilaje de caña descortezada con cogollo fue notablemente inferior al mismo material cuando suministrado en forma fresca (Donefer et al, 1973).

Cuadro 17. Algunas observaciones sobre el uso de la caña entera y descortezada como alimento para bovinos

Tipo de animal	Tratamientos			Referencia
	Caña de Azúcar	67%[c]	Ensilaje maíz	
Novillos, g/anim./día	705		946	Creek et al, 1976
	Caña descort/cogollo: 70:30		Caña descortezada	
Novillos, g/anim./día	660[a]		580[b]	James, 1973
	Caña madura		Caña inmadura	
Novillos, g/anim./día	525[a]		270[b]	Alvarez y Preston, 1976[b]
	Caña Completa[d]			
	Picada	Repicada	Descortezada	
Novillos, g/anim./día	560	610	550	Moptppellier y Preston, 1976
	Caña descortezada y cogollo			
	Fresco	80%[c]	Ensilado	
Novillos, g/anim./día	880[a]		310[b]	Donefer et al,

[a,b] Promedios con distintas letras son significativamente diferentes (P<0,05)

[c] Porcentaje de la materia seca ingerida

[d] Suplementada con melaza-úrea (50 ml/kg. de caña) y 500 g de pulidura de arroz/ani./día.

Debido al bajo contenido protéico de la caña siempre se requiere suplementación nitrogenada para satisfacer los requerimientos para rápido crecimiento o engorde. Así, la suplementación con úrea hasta un 50% del nitrógeno total de la ración ha sido ventajoso para mejorar las ganancias de peso en bovinos alimentados con caña completa o caña descortezada (Alvarez y Preston, 1976b; James, 1973), los suplementos de proteína preformada han sido relativamente menos efectivos con caña completa (López y Preston, 1976), pero si con caña descortezada (James, 1973). Además la suplementación energética limitada con maíz (James, 1973) o puliduras de arroz (Alvarez y Preston, 1976a) ha mejorado notablemente las ganancias de peso de novillos alimentados con caña entera o descortezada.

5.1.3 Residuos de cosecha: Varios cultivos agrícolas tropicales, dejan una serie de residuos que pueden ser utilizados como forrajes en programas de alimentación de bovinos lográndose generalmente moderados niveles de producción que se pueden mejorar substancialmente según el nivel de suplementación y tratamientos químicos a que puedan someterse.

La broza del algodón, después de la cosecha, se puede usar como relleno en raciones de rumiantes, para aportar fibra. Sin embargo, su baja digestibilidad no permite su uso a niveles superiores a 15 - 20 % en raciones de producción. Para obviar parcialmente esta limitación la predigestión alcalina, ha permitido incluir la broza hasta niveles de 40% y lograr ganancias de peso económicas en bovinos (Perera y Bacigalupo, 1971), como se ilustra en el Cuadro 18.

En algunas áreas de América tropical se producen cantidades apreciables de maní y hasta hace algunos años se había prestado poca atención a los residuos de las partes áéreas del cultivo. Este residuo puede ser valioso cuando se conserva como heno o ensilaje para la alimentación de bovinos durante la época seca, cuando hay escasez de forrajes comerciales. Los coeficientes de digestibilidad de la parte aérea del maní cultivado en diferentes regiones de Venezuela arrojan valores de 50 a 60% (Velásquez y González, 1972; Combellas et al, 1972). Estas cifras son iguales o superiores al promedio de la digestibilidad de forrajes tropicales de mediana o alta calidad. Según inves

Cuadro 18. Ganancias de peso (kg/día) de toretes alimentados con diferentes niveles de broza tratada con hidróxido de sodio[a,b]

Nivel de broza %	Concentraciones de NaOH (%) 0	2 kg.	4
0	1,49	-	-
20	0,98	1,20	1,28
40	0,73	0,95	1,10

[a] Perera y Bacigalpo, 1971

[b] Raciones completas a base de algodón y mazorca de maíz con 8,5 - 9% de proteína digestible.

tigaciones realizadas en Alabama, este residuo ha dado resultados satisfactorios en la alimentación de bovinos tanto bajo la forma de ensilaje, como heno o comprimidos (Anthony et al, 1964).

Después de la cosecha del maíz, la planta sin mazorcao rastrojo puede ser utilizada para la alimentación de bovinos en forma fresca, picado con melaza, o como ensilaje. Se han obtenido resultados comparables al ensilaje de maíz (Cabezas, 1974) cuando el rastrojo ensilado fue suplementado con torta de algodón y úrea a fin de cubrir los requerimientos protéicos de los bovinos (Cuadro 19).

Cuadro 19. Suplementos protéicos y ensilaje de maíz o de rastrojo de maíz para bovinos.a

Ración diaria	Promedio ganancia g.	Conversión alimentación
Ensilaje de maíz + 1,2 kg suplemento protéico [b]	710	7,8
Ensilaje de rastrojo de maíz + 1,8 kg suplemetno protéico [b]	760	12,4

[a] Cabezas, 1974

[b] Basado en torta de algodón y úrea.

El rastrojo de maíz es particularmente valioso para los rumiantes durante los períodos de escasez de pastos. En México se han utilizado silos de trinchera para hacer ensilaje con este material (Trujanos García y Ayala, 1973).

La paja de arroz se utiliza comunmente hasta un nivel de 20% para raciones intensivas de producción (Cuadro 20), a niveles de hasta 50% para procurar módicas ganancias y hasta un 80% con suplementación moderada para raciones de mantenimiento (Clawson et al, 1970; White y Reynolds, 1968). Si se cosecha el arroz cuando el tallo conserva todavía algún verdor, el valor nutritivo de la soca es comparable al de un forraje de mediana calidad. La baja digestibilidad de cerca de 35% de la materia orgánica puede aumentarse hasta un 50% con predigestión con hidróxido de sodio al 1%. Estudios pilotos (Shultz, 1976), con reciclaje de soluciones diluídas de hidróxido de sodio, sugieren que la soca tratada, mojada y sin neutralizar, conjuntamente con melaza, puede ser utilizada como una práctica económicamente factible a nivel de finca.

Cuadro 20. Utilización de la paja de arroz en raciones concentradas para bovinos[a,b]

Observaciones	Niveles de paja, %	
	20	40
Ganancias diarias, kg/animal	1,23	1,09
Kg MS/kg ganancia	8,0	9,5

[a] White y Reynolds, 1968

[b] Raciones completas a base de sorgo, soya y melaza con un contenido de proteína de 12,5%

Las hojas de banano, con un contenido protéico de 10 - 15%, han dado buenos resultados en la producción de leche (García y De Alba, 1950), y en la alimentación de terneros (Cuadro 21). Se han logrado resultados satisfactorios, sustituyendo el 40% del forraje por harina de hoja de banano (Gar-

cía et al, 1973). Sin embargo, la baja aceptabilidad y los problemas de cosecha de las hojas pueden limitar el uso práctico de este residuo.

Cuadro 21. Harina de hoja de banano en la alimentación de toretes (130 kg)[ab]

Observaciones	Niveles de harina de hoja de banano, %			
	0	20	40	60
Ganancia de peso, g/día	296	362	357	263
Consumo	5,3	5,1	4,9	4,8
Consumo M.S. de hoja de banano, kg/día	0	0,8	1,6	2,4
Eficiencia de conversión	17,8	13,7	13,6	18,3

[a] García et al, 1973

[b] La harina de hoja de banano sustituía al forraje verde picado en equivalencia de peso en base a materia seca.

En las plantaciones de caña de azúcar el cogollo o puntas de caña, como las demás hojas de la caña, que representan entre un 10 y 15% de la producción total de caña, han sido usadas durante muchos años para raciones de mantenimiento de los rumiantes. La mecanización de la cosecha ha determinado que la mayoría de este material se queme para facilitar el progreso. Así que el cogollo que procede de plantaciones quemadas tiene varias unidades porcentuales más de materia seca y aproximadamente 0,5% más de proteína (Teunissen y Villareal, 1966). El cogollo de caña, aparentemente proporciona un estímulo benéfico para aumentar el consumo de alimentos tanto con caña entera picada como con caña descortezada.

Como indicado en el Cuadro 22, el cogollo de caña ha sido utilizado como ración basal para el ganado de carne tanto en forma fresca (Colmenares, 1960; Rodríguez et al, 1976) y peletizado (Shultz, 1976). De la misma forma las hojas de caña han sido utilizadas en forma fresca o ensilada en la alimentación de bovinos (O' Donovon, 1970).

Cuadro 22. Utilización del cogollo de caña de azúcar en la alimentación de bovinos.

Forma		Tratamiento y respuesta animal				Referencia
		Cogollo	Cogollo/conc.			
		kg/día				
Fresco		29,0	46,1[a]	10,8[b]		
	Gananc/día,kg	0,35	0,70	1,27		Colmenares,1960
		Cogollo de caña[c]	68% Caña integral[c]			
Fresco						
	Gananc/día,kg	0,79	0,74			Rodríguez *et al*, 1976
		Cogollo solo	Cogollo + 1 kg. conc.[d]			
Comprimidos			50%	70%	90% NNP	
	Gananc/día,kg	-0,23	0,36	0,19	0,19	Shultz *et al* 1977

[a] Más 1 kg/día de un suplemento con 46,3% de proteína cruda

[b] Más 7,2 kg/día de un suplemento con 14% de proteína cruda

[c] Ración completa con 68% de caña o cogollo, más 20% de otros forrajes, 8,5% de sorgo y 3.5% de soya.

[d] Concentrado con 25% de proteína equivalente

En todas estas observaciones ha sido necesaria una suplementación con proteína o NNP incorporados en alguna fuente de hidratos de carbono rápidamente fermentables para lograr moderadas ganancias en bovinos de carne de 200 - 300 gr./día.

La cáscara de cacao que se obtiene después de la extracción de las nueves tiene una composición química comparable a la mazorca de maíz y puede usarse hasta niveles de varios kilogramos por animal/día sin algún problema. Se han logrado ganancias aceleradas de peso en novillos (Bateman y

Larragan, 1966) utilizándose 40 ó 60% de cáscara de cacao en la ración (Cuadro 23). Sin embargo, aún cuando el valor nutritivo para los rumiantes parece ser satisfactorio, este producto generalmente es poco usado debido a que normalmente hay pocas explotaciones de ganado en las áreas cacaoteras de América Latina.

Cuadro 23. Ganancias de peso de novillos en ceba con altos niveles de cáscara de cacao[a]

Observaciones	Niveles de cáscara en concentrado, * 40	60
Incremento de peso, kg./animal/día	1,29	1,14
Consumo de cáscara, kg./día	4,30	6,10
Consumo otros ingredientes concentrado, kg/día	6,50	4,10
Ensilaje, kg/día	1,10	1,00
Kg. de M.S. por kg. de ganancia	9,22	10,16

[a] Bateman y Larragan, 1966

[b] El concentrado con 40% de cáscara contenía además 25% puliduras de arroz, 20% de melaza y 15% de harina de algodón; el de 60% de cáscara contenía menos puliduras (15%) y melaza (10%).

5.1.4 Subproductos agroindustriales: El procesamiento industrial de cultivos y frutos tropicales deja una serie de materiales fibrosos de desecho que pueden ser aprovechados por los bovinos en varias intensidades de producción.

El residuo de la caña de azúcar o bagazo, representa cerca de 15% de la materia seca del cultivo y su posibilidad de uso en la alimentación del ganado ha sido investigada en muchos países. Debido a su alto contenido de fibra, particularmente de lignina (más de 20%) y su baja digestibilidad, se utiliza a niveles de 10 a 20% para producción intensiva de ganado de carne, a fin de reducir desórdenes digestivos, hasta 30% para producción moderada

y cerca de 50% para raciones de mantenimiento.

Sus propiedades absorbentes lo hacen un excelente portador de melaza, lo que ha conducido a la preparación comercial de mezclas de bagazo-melaza, con y sin úrea, siendo éstas las formas de uso más difundidas. En el Cuadro 24 se resumen algunos datos sobre el uso del bagazo en bovinos de carne. Alimentando novillos con las fibras de bagazo más finas (bagacillo) a 0 y 27.5% de la ración, se han logrado resultados similares de aproximadamente 900 g/día, mientras que su inclusión a 55% redujo significativamente la respuesta a 500 g/día (Butterworth et al, 1970). Se han logrado ganancias de peso de cerca de 1 kg/día utilizando raciones con 50% de bagazo melacificado, en una proporción melaza:bagazo de 70:30 (Beams, 1961). Hay datos del uso de comprimidos de bagazos hasta niveles de 15% de la dieta con ganancias de más de 1 kg/día (Chapman y Palmer, 1972) y de bagazo con melaza en la proporción de 60:40 con buenos resultados en la alimentación de vacas lecheras a niveles de 27,5% (Rojas et al, 1975).

El valor nutricional del bagazo puede ser mejorado substancialmente por varios tratamientos. Así, mejoramiento en la utilización del bagazo por los rumiantes se señalaron primeramente con tratamiento de hidróxido de sodio (Nordfelt, 1951) y más recientemente mediante la combinación de álcali y tratamiento de vapor (La Hoz et al, 1974) y tratamiento al vapor únicamente (Wong You Cheeng et al, 1974).

Se han señalado que el alto contenido de humedad del bagazo puede producir problemas en los equipos para mezclar y que el tratamiento por álcali seguido por lavado, neutralización y secado no ha sido económicamente justificable en comparación con los sistemas de pastoreo bien manejados (Nordfelt, 1951; Soldevilla y Randel, 1970; Bacigalupo, 1974).

La concha de la piña, conocida como afrecho de piña, y que se deja como residuo en el proceso de enlatado del fruto, ha sido utilizado fresco o seco en la alimentación de bovinos (O' Donovan et al, 1972), particularmente en vacas lecheras. El afrecho fresco contiene 90% de humedad, por lo que puede ser ensilado con otros alimentos de alto contenido de materia seca. Como indicado en el Cuadro 25, novillos alimentados con 9 kg/día de afrecho secado al sol a nivel de 70% en una mezcla completa tuveron ganancias de

Cuadro 24. Utilización de bagazo de caña en bovinos

Tipo	Tratamientos Respuesta animal				Referencia
Bagazo	Nivel de bagazo[a]				
	0%		27,5%	55%	
Ganancia/día/g.	889		854	529	Butterworth *et al*, 1970
Bagazo peletizado	Nivel de bagazo[b]				
	0%		7,5%	15%	
Ganancia/día/g.	1,35		1,29	1,15	Chapman y Palmer, 1972
	Nivel de bagazo[c]				
Bagazo-melaza (30:70)	50%			70%	
Ganancia/día/g.	1045			637	Beames, 1961
Bagazo-NaOH Vapor	Bagazo		Bagazo NaOH-Vapor		
	20%	40%	20%	40%[d]	
	1019	896	1157	858	La Hoz *et al*, 1975

a - Raciones completas a 55% con rastrojo de maíz, más 25% de sorgo, 13% harinolina, 5% melaza y 2% úrea (15-16% proteína).

b - Raciones completas principalmente a base de pulpa de cítrico (50%) y maíz (17-25%), melaza (10%) y úrea (2%).

c - Raciones completas: 50 y 70% bagazo-melaza, 37 y 15% harina de sorgo, 5 y 8% harina de carne, 5% harina de alfalfa, 2% de sal y 1 y 0% de úrea.

d - Raciones completas que contienen además del bagazo 15% de torta de algodón, 10% de harina de anchovetas, 5% cáscara de algodón, 30% de melaza y completado a 100 con tusa de maíz

950 g/día; el mismo afrecho ensilado 10% de melaza, 1% de úrea dió ganancias de peso de 650 g/día, cuando ofrecido a niveles de 16-18 kg/día con la adición de 1 kg de suplemento protéico.

Cuadro 25. Cambios de peso de novillos alimentados con afrecho de piña

Tipo de animal	Tratamiento y respuesta animal		Referencia
	Afrecho piña[a] 70%	Ensilaje piña[b] 1 kg. conc.	
Novillos, gan./día/kg.	0,95	0,65	O'Donovan *et al*, 1972

[a] La ración contenía 70% de afrecho de piña, 10% de melaza, 10% de batata y 10% de soya

[b] El concentrado contenía 50% de maíz y 50% de soya.

5.2 Alimentos de bajo contenido de fibra

En el trópico latinoamericano los alimentos de bajo contenido de fibra utilizados para la alimentación de los bovinos están constituídos casi exclusivamente por los subproductos del procesamiento industrial de las oleaginosas, cereales, frutos y caña de azúcar.

5.2.1 Subproductos de los granos: La mayoría de las tortas de oleaginosas como algodón, ajonjolí, soya, maní, coco y palma africana proceden de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Su contenido protéico varía entre 20 y 40% y el de grasa de 1 a 8% dependiendo del sistema de extracción de aceite. Su uso en la alimentación animal es ampliamente conocido y no tienen limitaciones de tipo nutricional para ser incluídos en altos niveles en las dietas de bovinos. Sin embargo, debido a la cada vez más creciente competencia de los no rumiantes para estos ingredientes, se está limitando su uso para los rumiantes con substitución parcial por compuestos de NNP (Chicco y Shultz, 1976).

De los pocos cereales que se cultivan en el trópico de América Latina el afrecho de maíz y la pulidura y afrecho de arroz son los subproductos de mejor valor nutritivo después del procesamiento de los granos. Aún cuando las características fís-cas y químicas de estos subproductos se conocen desde hace mucho tiempo, la falta de uniformidad en el proceso de molienda, el uso de equipos poco apropiados y los diferentes niveles de adulteración que se utilizan, hacen que existan grandes variaciones en la calidad de los mismos.

Estos subproductos no presentan limitaciones de tipo nutricional, siendo su uso dependiente de la disponibilidad en el mercado. En el Cuadro 26 se presentan algunos datos del uso de los subproductos del arroz como suplementos de diferentes forrajes en varias intensidades de producción. Como en el caso de las oleaginosas, la competencia por estos productos para la alimentación de cerdos y aves tiende a hacer su uso menos económico en raciones para bovinos.

Cuadro 26. Subproductos del arroz en la alimentación del ganado

Descripción ración	Promedio ganancia diaria g.	Referencia
Heno pobre + 1,5 kg puliduras	246	Shultz *et al*, 1971
Heno pobre + 3 kg afrecho	391	Shultz, 1976
Ensilaje rastrojos + 3 kg puliduras	686	Carnevali *et al*, 1970a
Pasto verde picado + 4 kg puliduras	883	Shultz, 1976
Pasto verde picado + 4 kg puliduras[a]	1179	Shultz, 1976

[a] Implante hormonal

5.2.2 Subproductos de los frutos: Una gran variedad de frutos y respectivos subproductos están potencialmente disponibles, para la alimentación animal en el trópico de América. Los principales cultivos fruticolas con integración agroindustrial son el banano, café, cacao, cítricos y piña.

Los subproductos de los frutos tropicales son ingredientes normales de las dietas de los animales en el trópico y puede ser utilizados frescos o ensilados. Debido a su alto contenido de humedas es práctica común ensilarlos como medio de preservación. En términos generales además de un alto nivel de humedad, estos ingredientes tienen un alto contenido de hidratos de carbono y baja concentración de proteína.

Los problemas de la eliminación de la pulpa de café y su contenido de 10% de proteína y menos de 25% de fibra han motivado en años recientes maximinizar su uso en la alimentación animal, particularmente secada al sol o como ensilaje. La tendencia general de los resultados (Cuadro 27) indica que el consumo y la ganancia de peso es inversamente proporcional al incremento de la pulpa en la ración (Jarquín et al, 1973). El secado y el ensilado aparentemente no cambian estos adversos (Braham et al, 1973). El alto nivel en las raciones que contienen 60% de la pulpa reduce la respuesta animal (Estrada, 1973). Estudios de adaptación con raciones de 30% de pulpa indican que novillos adaptados tienen una mejor ganancia de peso que los no adaptados (Cabezas et al, 1974).

El procesamiento de los cítricos deja como residuo conchas, semillas y parenquimas fibrosos que en su conjunto se conocen como pulpa. Por su alto contenido de humedad (75%) normalmente el material es secado, conteniendo 67% de proteína y 10 - 13% de fibra. Algunos datos del uso de la pulpa de cítricos se presentan en el cuadro 28. En programas de ceba, la pulpa de cítrico seca ha reemplazado totalmente a la mazorca de maíz molida, constituyendo el 70% del concentrado o de 1/3 del total de la ración (Shultz et al, 1971; Peacock y Kirk, 1959). Observaciones en el acabado del ganado de carne (Ammerman et al, 1967). indican que tanto la pulpa de dítrico peletizada como no peletizada promueven resultados similares, pero bajo la primera forma hay frecuentes causas de paraqueratosis ruminal.

Cuadro 27. Promedios de ganancias de peso (Kg) de becerros alimentados con pulpa de café

Parámetros	Tratamientos y respuesta animal				Referencia
	Niveles de pulpa de café en la ración (%)				
	0	10	20	30	
Gan./día,kg	0,95[a]	0,92[a]	0,79[a]	0,67[b]	Jarquin *et al*, 1973
	Pulpa seca		Ensilaje de pulpa secado		
	0%	30%	30%	48%[e]	
Gan./día,kg	1,37[a]	1,08[b]	0,94[b]	0,83[b]	Braham *et al*, 1973
	Pulpa deshidratada		% cafeína en la la dieta		
	0%	30%	0,12	0,24	
Gan./día,kg	1,21[a]	1,00[a]	1,21[a]	0,96[b]	Estrada, 1973

[a,b] Promedios con letras diferentes son significativamente diferentes ($P<0,05$)

[c] Cafeína equivalente a 30 y 60% de pulpa de café (cafeína en pulpa, 0,4%)

[d] Raciones completas para becerros con 18-19% de proteína.

[e] Raciones completas que contenían además de la pulpa de café 15% de torta de algodón, 15% de afrecho de trigo, 1% de úrea y cantidades variables de cáscara de algodón.

También se han observado cálculos urinarios cuando la pulpa se prepara con óxido de calcio (Hentges *et al*, 1966).

Cuadro 28. Uso de la pulpa de cítricos en bovinos de carne

Parámetros	Nivel en la ración (%) y respuesta del animal		Referencias
	33% pulpa	33% mazorca maíz[a]	
Gan./día, g.	901	933	Shultz et al, 1971
	46% pulpa	46% mazorca maíz[b]	
Gan./día, g.	1080	1100	Peacock and Kirk 1959
	Pulpa, 66%[c]		
	Comprimidos	Harina	
Gan./día, kg	1380	1190	Ammerman et al, 1967

[a] Como % de la ingestión total de una dieta constituída por un suplemento (71% de pulpa o de mazorca de maíz, 28% de harina de ajonjolí o su equivalente de 5% de úrea y 19% sales minerales) y forraje a voluntad).

[b] Como % de la ingestión total de una dieta constituída por un suplemento (70% de pulpa o mazorca de maíz, 5% de alfalfa y 25% de harina de algodón), con un consumo de 75% de suplemento y 25% de forraje.

[c] Como % de suplementos (66% de pulpa de cítrico y una mezcla de 4:1 de maíz y mazorca de maíz molida) con una ingestión de aproximadamente 85% del total de la ración.

5.2.3 Otros subproductos: La melaza de caña de azúcar es el subproducto agroindustrial de mayor uso en el trópico americano. Hay diferentes tipos de melazas, según el grado de extracción de azúcares, pero, en relación a su valor nutritivo para los rumiantes, no existen diferencias prácticas entre ellas.

El voluminoso número de observaciones sobre el uso de la melaza permite hacer generalizaciones en su utilización. El uso limitado de la melaza incluye desde su inclusión a niveles de 5-10% de la ración para eliminar el

aspecto pulvurulento y aumentar la apetecibilidad, hasta la elaboración de suplementos líquidos, con o sin inclusión de úrea, que pueden ser ofrecidos a los animales en diferentes formas, particularmente en programas de suplementación a pastoreo, como ya indicado.

La facilidad con que se mezcla con otros ingredientes permite su incorporación a una gran variedad de productos agroindustriales. En general, se puede decir que la melaza representa entre un 15 y 30% del total de las raciones con una gran variedad de ganancias de peso, obviamente dependientes de la digestibilidad de la ración basal (Carrera et al, 1963; O'Donovan y Chen, 1972). Aún cuando hay incrementos de peso cuando la melaza aporta entre 30 y 50% de la ración, se observa una reducción de la utilización del forraje (Chicco et al, 1972b; Chicco et al, 1972c).

En años recientes ha recibido particular atención el uso intensivo de la melaza (Preston, 1972). Se ha demostrado que la melaza puede sustituir efectivamente hasta el 80% de la energía metabolizable de la dieta para ganado bovino, donde el producto es económicamente accesible. En estas condiciones y en combinación con la úrea se han logrado ganancias entre 700 y 900 g/día (Preston, et al, 1967; Elias et al, 1968). Los problemas de intoxicación con melaza se resuelven mediante un período de adaptación de 10 días con suministro limitado de forrajes de buena calidad. Debido a la incapacidad de sintetizar en el rumen toda la proteína necesitada por el animal se requiere además la inclusión de una pequeña cantidad de proteína de alto valor biológico, como la harina de pescado. A fin de ilustración, en el Cuadro 29 se resumen algunos datos sobre el uso de la melaza en la alimentación de bovinos de carne.

El reciclaje de las heces de los animales domésticos, como componentes de las dietas de los bovinos, además de representar un conveniente mecanismo de eliminación de residuos, constituye un método para enriquecer con nuevas fuentes proteícas las raciones de los animales. La producción de excretas es considerable, siendo, en base semanal y por capita, de cerca de 80g. para las aves, 40 kg para los cerdos y 200 kg para los bovinos. Actualmente en el Reino Unido las heces deshidratadas de las aves son comercializadas y se incluyen normalmente en las raciones de los bovinos. Con este sis

Cuadro 29. Respuesta de bovinos a la melaza y melaza-úrea en diferentes regímenes alimenticios

Parámetros	Tratamientos y respuesta animal				Referencias
	Sin melaza	Melaza	Melaza-Urea Cons. conc.	Melaza-úrea ad-lib. [a]	
Novillos, cambios de peso, kg/día	0,13	0,12	0,42	0,50	Roux y Rodríguez, 1971
	Melaza-Urea rest.[b]				
	Forraje 100%	Forraje 75%	Forraje 50%		
Novillos cambios de peso kg/día	0,31	0,30	0,26		Chicco et al, 1972[b]
	Melaza-Urea ad lib.[b]				
	Forraje 100%	Forraje 75%	Forraje 50%		
Novillos, cambios de peso kg/día	0,24	0,27	0,43		Chicco et al 1972[c]
	Melaza-Urea ad lib.[c]				
Toretes, cambios de peso kg/día	Forraje ad lib.		Forraje rest.		Martin y Preston 1972
	0,63		0,75		
	Melaza-Urea ad lib.				
Toretes, cambios de peso kg/día	Grano ad lib.		Forraje ad lib.		Preston y Willis 1970
	0.97		0,59		
	Melaza-urea ad lib.				
Toretes cambios de peso kg/día	Forraje 3% peso	Forraje 1% peso + bagazo ad lib	Bagazo ad lib.		Sansoucy et al, 1973
	0,53	0,52	0,37		
	Melaza-Urea ad lib.				
Toretes, cambios de peso kg/día	H. pescado 450 g.	H. pescado 200g H. colza, 392 g	H colza 785 g.[e]		Preston y Molina, 1972
	0,85	0,59	0,36		

a - Como suplementos de heno con 5,2% de proteína cruda.
b - Ganancias de peso por melaza+úrea solamente; melaza-úrea restringida a 3 kg/ani/día.
c - Forraje restringido a 1.5% del peso vivo.
d - Consumo forraje fresco y sorgo molido 5.6 y 6.1 kg/ani/día respectivamente
e - Caña de azúcar descortezada como forraje a nivel de 55-60% del total de la ingestión.

tema se puede lograr ganancias más rá idas de peso, con una reducción en los costos de producción (Gohl, 1975). Las heces de aves, bovinos y cerdos constituyen un material variable, cuya principal desventaja puede ser su baja apetecibilidad. Una extensa revisión del tema ha sido realizada por Bhattachanya y Taylos (1975), Couch (1972) y Anthony (1971).

En años recientes ha habido además interés en preparar ensilajes, tanto con heces de aves (Harmon et al, 1975a, 1975b) como con excretas de bovinos (Vetter y Burroughs, 1974; Word et al, 1974). Algunos de los resultados se presentan en el Cuadro 30.

En la mayoría de estos experimentos no se registraron problemas aparentes de aceptabilidad o de patógenos. Los resultados sugieren que la proteína presente las excretas es nutricionalmente aprovechable en alimentación confinada de bovinos.

6. NITROGENO NO PROTEICO

En los sistemas anteriores descritos, donde en el trópico los rumiantes derivan sus nutrientes de los pastos, no cabe duda que la principal limitante lo constituye el déficit de proteína. En razón de que el suministro diario de amoníaco es esencial para el funcionamiento normal de los microorganismos celulaliticos del rumen, la insuficiencia de este retarda su actividad y multiplicación. Por consiguiente, la digestibilidad del alimento, la velocidad de pasaje y el consumo son perjudicados. Bajo estas condiciones, los animales alimentados con forrajes tropicales no solamente sufren de una carencia de proteína sino, como resultado del bajo consumo y digestibilidad, también de una carencia de energía. La carencia de energía, aunque normalmente es secundaria a la de la proteína, desempeña un papel económico vital, puesto que es generalemente más costoso satisfacer los requisitos de energía que los de proteína, ya que estos son inferiores. Por lo tanto, con suplementación de proteína o de NNP, en presencia de pasto suficiente es posible superar no solamente la deficiencia primaria de proteína sino también satisfacer, por lo menos parcialmente, los requerimientos de energía, por medio del incremento en el consumo del forraje.

Cuadro 30. Uso de excretas de animales en el engorde de bovinos

Tipo	Tratamientos y respuesta animal				Referencias
	Niveles, %				
	0	20		40	
Cama de pollos[a] gan/día, kg	1,14	1,00		0,95	Drake et al, 1965
	Niveles, %				
	0	15	25	35	
Heces de aves[b] gan/día, kg	0,91	1,02	1,03	0,94	Denisov et al, 1977
	Soya	Soya:excretas		Excretas	
Heces de aves[c] gan/día, kg	1,20	1,18		1,11	Cullison et al, 1976
	Soya	Excretas pollos		Excretas ponedoras	
Heces de aves[c] gan/día, kg	1,13	1,12		0,90	Cullison et al, 1976
	Materia fecal ensilaje %				
	0	20	65% 0	27	
Ensilaje excretas bovinos gan/día, kg	0,44	0,53	0,62	1,04	Vetter y Burroughs, 1974

[a]Promedios de camas de pollos de cáscara de maní, tusa de maíz, heno y cáscara de soya en suplementos con melaza y maíz más 1 kg de heno.

[b]Inclusión en raciones completas

[c]Sustitución de soya (6.5%) en raciones completas.

[d]El ensilaje constituía el 65% de la ración total y lo restante por un suplemento a base de mazorca de maíz molida.

La baja densidad calórica de las raciones a base de pastos tropicales es el principal factor limitante para la utilización del NNP en niveles mayores del 50% de reemplazo de la proteína total de la ración (Shultz y Chicco, 1976) como ilustrado en la Figura 11.

En el Cuadro 31 se resumen algunos datos obtenidos en Venezuela, sobre las respuestas en ganancia de peso de novillos alimentados con forrajes de baja calidad y suplementados con diferentes fuentes de NNP (Shultz y Chicco 1976).

Cuadro 31. Resumen de las respuestas en ganancia de peso de rumiantes alimentados con forrajes de baja calidad y diferentes fuentes y formas de NNP[a]

Tratamientos	Incremento de peso %b	Total NNP %	Ración NDT %
Urea	46	40 - 60	-
Fosfato diamónico	12	25	-
Biuret	60	30 - 50	-
Urea-Biuret (50/50)	56	30 - 50	-
Urea trat. térmico	65	50	-
Sal-Urea	76	40 - 60	-
Sal-Biuret	27	45	-
Proteína preformada	71	40 - 50	-
Adición de hidratos de carbono	39	-	30 - 40

[a] Shultz y Chicco, 1976

[b] Comparación de los respectivos grupos testigos no suplementados.

La investigación realizada sugiere que para una mayor eficiencia en la utilización del NNP es indispensable controlar la liberación de amoníaco a nivel ruminal; particularmente con forrajes de pobre calidad. Esto se ha logrado mediante la incorporación de altos niveles de sal (15-25%) o de sulfato de amonio (4-6%) en los suplementos (Carnevali *et al*, 1974; Shultz *et al*, 1976; Chicco, 1977).

Cuadro 32. Resultados con suplementos de consumo autocontrolado

Observaciones	Testigos	Suplementados	Consumo del suplemento	Referencias
	g/animal/día			
Heno de baja calidad	-310[a]	353[b]	980*	Carnevali *et al*, 1974
Ensilaje de mediana calidad	82[a]	408[b]	628**	Shultz *et al*, 1975
Ensilaje de baja calidad	-465[a]	332[b]	925***	Chico, 1977
Pasto verde de mediana calidad	346[a]	690[b]	888***	Chicco, 1976

* 25% úrea, 25% sal común; 10% melaza y afrecho de trigo

** 15% úrea, 15% sal común; 7% melaza, 20% bagazo de caña y afrecho de trigo.

*** 12% úrea; 6% sulfato de amonio; 20% ajonjolí y pulpa de yuca

[a,b] Valores en la misma línea difieren significativamente (P 0,01)

Los resultados indican que el autocontrol del consumo del suplemento aumenta las ganancias de peso en el ganado alimentado tanto con heno y ensilaje de baja calidad como un pasto picado de mediano valor nutritivo.

El nivel de 25% de sal utilizado en el primer experimento no dió resultados consistentes en otros experimentos, lo que determinó bajar el contenido de sal 15% como indicado en el segundo experimento. Más recientemente el sulfato de amonio parece ofrecer mejores prespectivas ya que controla el consumo a nivel de 6% y permite concentrar más el valor nutritivo del suplemento, al mismo tiempo que aporta nitrógeno y azufre.

Aunque la reducción de la pérdida de peso durante la estación seca con suplementos proteínicos a base de NNP o proteína preformada es un hallazgo importante, es quizás más importante el efecto de estos suplementos sobre el comportamiento reproductivo del rebaño (Cuadro 33), mejorándose notablemente el porcentaje de pariciones y de reconcepción (Bembridge, 1965; Ward, 1968; Lesch *et al*, 1969).

Cuadro 33. Efectos de suplementos de úrea y harina de maíz sobre la reproducción de vacas Africander alimentadas con pasto Subafricano de baja calidad[a]

Observaciones	Promedio de 3 años	
	Testigo	Suplementado
Peso inicial, kg	444	445
Cambio de peso, estación seca, kg.	7,3	12,3
Ingestión de úrea, g/día	-	40,7
Peso d-spués de la parición, kg.	401	417
Cambio de peso, lactación-estación lluviosa, kg.	25,4	11,8
Tasa de concepción, subsiguiente, %	26	63

[a] Lesch et al, 1969

En animales a pastoreo, un problema sobre el cual hasta el presente no hay criterio definido es el papel del suministro de energía con o sin adición de NNP como suplemento, ya que, como indicado en la Figura 11, aparentemente la baja densidad calórica de los forrajes es factor limitante para la utilización del NNP. Los experimentos realizados tienden a demostrar que, aunque el agregado de energía produce una respuesta adicional en el peso vivo, este es por lo general pequeño; por lo tanto, los costos adicionales rara vez se pueden justificar en términos de rentabilidad económica (Du plessis y Venter, 1971; Chicco y Shultz, 1974). Además la energía adicional resulta en una utilización más pobre del forraje natural (Chicco et al, 1972).

7. CONCLUSIONES

Las regiones tropicales de América tienen un potencial definido para la obtención de una mayor producción ganadera. Dicho potencial, independientemente del sistema de producción se basa fundamentalmente en una intensificación y uso más racional de la producción forrajera de la región (Chicco, 1975). Sin embargo, para obtener progresos verdaderamente significativos sería necesario cambiar la cubierta vegetal de las sabanas, de sus especies nativas con otras de mayor productividad y valor alimenticio, pero que sean capaces de subsistir en las condiciones ecológicas prevalentes (Paladines, 1976).

América tropical es rica en leguminosas forrajeras adaptadas a la mayoría de las condiciones y los rangos de producción ya son conocidos para algunos ecosistemas definidos. Como motivación basta señalar que en las regiones tropicales de Australia se ha podido aumentar la producción entre un 400 y 500% mediante la introducción del Stylosanthes humilis (Shaw y Mannetje, 1970), en contra al 50% que se puede lograr mediante el uso de sistemas convencionales de manejo de sabanas (Paladines, 1975).

La conservación de forrajes para los sistemas pastoriles tiene por el momento una posibilidad reducida por los gastos involucrados y por las pérdidas que conllevan.

La suplementación de aquellos nutrientes, que se saben limitadas principales en las praderas naturales para la producción pecuaria, ha demostrado que es posible aumentar la productividad en forma sorprendente en animales a pastoreo. La suplementación estratégica no solamente minimiza los costos de la práctica sino que hace posible, además, un uso más eficiente de los recursos forrajeros.

Una de las áreas que requiere más estudio es el crecimiento compensatorio, a fin de derivar las mayores ventajas de producción y productividad. La deficiencia se relaciona con la necesidad de medir la eficiencia total, a diferentes niveles de restricción e intensidades alimenticias, durante la vida de los animales sometidos a crecimiento compensatorio, en compara-

ción con aquellos alimentados adecuadamente desde el nacimiento.

En los sistemas más intensivos, el bovino deberá seguir siendo el transformador de los pastos y subproductos agroindustriales. En todo caso, la utilización de los recursos forrajeros deberá ser factor básico para el aumento de la producción por unidad de área. La fase de engorde en confinamiento como sistema de producción será económicamente factible siempre y cuando se disponga a bajo precio de productos locales que se desperdician o que no se utilizan eficientemente.

La actual información referente a los requerimientos nutricionales es deficiente al examinarla desde el punto de vista económico, donde la necesidad es saber la relación entre ingresos y egresos. A pesar del costo relativamente alto tanto del componente protéico como del energético de las dietas para la ceba, existe mucha incertidumbre sobre la cuál es el nivel óptimo y cual será el efecto de las variaciones tanto por encima como por debajo de este nivel óptimo sobre el comportamiento y composición de la canal. En muchos casos la situación se confunde con los cambios del consumo alimenticio, los cuales pueden ser considerables en los diferentes sistemas empleados en la práctica.

Finalmente, los progresos que se logren en el mejoramiento de la ganadería tropical de América, a través de los cambios en la producción y utilización de los forrajes y de otros recursos alimenticios, y demás prácticas de mejoramiento genético, manejo y de sanidad animal, en gran medida son dependientes además de las acciones que se puedan tomar en el sector oficial, tanto local como nacional, a fin de propiciar una adecuada transferencia tecnológica al productor y su aplicación en forma económica.

R E F E R E N C I A S

ALEXANDER, G.I., 1968. Beef cattle studies in the dry tropics. Queensland Agri. J., 94:298.

ALEXANDER, G.I., I.I. DALY and M.A. BURNS, 1970. Nitrogen and energy supplements for grazing beef cattle. Proc. XIth Int. Grass. Congr. Surfaces Paradise. p. 793.

ALPIZAR, J y K. VOHNOUT, 1973. Crecimiento de bovinos suplementado con bananos. I. Efecto de la presión de pastoreo. Guadalajara, México, Reunión ALPA, IV. Resumen R-35.

ALVAREZ, F.J. and T.R. PRESTON, 1976a. Dual purpose milk/weaned calf production with sugarcane, molasses, urea and Leucaena leucephala. Trop. Anim. Prod., 1:27. (Abst.).

ALVAREZ, F.J. and T.R. PRESTON, 1976b. Comparison of mature or inmature sugarcane as the basis of rations for fattening steers. Trop. Anim. Prod., 1:28. (Abst.)

ALVAREZ, F.J. and T.R. PRESTON, 1976c. The performance of steers fattened with chopped sugarcane, molasses, rice polishings and different concentrations of urea. Trop. Anim. Prod., 1:29. (Abst.)

AMMERMAN, C.B., F.C. NEAL, A.Z. PALMER, J.E. MOORE and L.R. ARRINGTON, 1967. Comparative nutritional value of pelleted and regular dried citrus pulp when fed at different levels to finishing steers. Ani. Sci. Mimeo Rep No. AN-67-7. Fla. Agr. Exp. Sta., Gainesville 11 p.

ANTHONY, W.B., 1971. Cattle manure as feed for cattle. In: Livestock waste management pollution abatement. International Symposium on Livestock Wastes, Columbus, Ohio. p. 293.

ANTHONY, B., C.A. BRODGEN, J.G. STARLING and R.R. NIX, 1964. Nutritive values peanut vines. J. Ani. Sci., 23:293. (Abst.)

BACIGALUPO, A., 1974. Effect of processing on the nutritional value of feeds in Perú. Cited in: Effects of processing on the nutritional value of feeds. Nac. Acad. Sci., Wash., D.C. p. 419.

BATEMAN, J.V. y A. LARRAGAN, 1966. El uso de la cáscara de cacao en raciones para el engorde de bovinos. Turrialba, 16:25.

BEAMES, R.M., 1961. Bagomolasses as the basis of a fattening ration for cattle, Queesnland J. Agric., Sci., 18:425

BENBRIDGE, T.J., 1963. Protein supplementary feeding of breeding stock proves profitable under watershed ranching conditions. Rhodesia Agr. J., 60:98.

BHATTACHIARIA, A.N. and J.C. TAYLOR, 1975. Recycling animal waste as a feedstuff: a review. J. Anim. Sci., 41:1438.

BISSCHOFF, W.V.A., L.R. QUINN, G.O. MOTT and G.L. DA ROCHA, 1967. Supplemental feeding of steers on pasture with protein-energy supplements IRI Res. Inst. (IRI Bulletin No. 35).

BRAHAM, J.E., R. JARQUIN, J.M. GONZALEZ y R. BRESSANI, 1973. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. Arch. Latinomaer. Nutr., 23:379.

BRYANT, H.T., R.C. HAMMES, Jr., R.E. BLASER and J.P. FONTENOT, 1965. The effect of stocking pressure on animal and acre output. Agronomy J. 57:273.

BUTTERWORTH, M.H., C.J. RIBAS y E.L. AGUIRRE, 1970. Ceba en confinamiento con raciones altas en fibra. ALPA, Mem. 5:27.

CABEZAS, M.T., 1974. Sistema intensivo de crianza y engorde de ganado vacuno en confinamiento con alimentación a base de forrajes. VII Meeting Pan. Am. Health Org., Port of Spain, Trinidad, Mimeo, 25 p.

_____, B. MURILLO, R. JARQUIN, J.M. GONZALEZ, E. ESTRADA y R. BRESSANI, 1974. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. Turrialba, 24:160.

CARNEVALI, A., C.F. CHICCO y T.A. SHULTZ, 1970a. Evaluación de la harina de arroz como sustituto de la harina de maíz para la suplementación del ensilaje en bovinos. Agron. Trop., 20:205.

_____, E. SHULTZ, y C.F. CHICCO, 1974. Altos niveles de úrea para bovinos. ALPA, Mem. 9:105. (Abst.)

_____, T.A. SHULTZ, E. SHULTZ y C.F. CHICCO, 1971. Suplementación del heno de pobre calidad con melaza y úrea. Agron. Trop., 21:565.

_____, C.F. CHICCO, T.A. SHULTZm S. RODRIGUEZ y E. SHULTZ, 1970b. Efecto de la suplementación con melaza y úrea para bovinos a pastoreo. Agron. Trop., 20:433.

CARO-COSTAS, R. and J. VICENTE-CHANDLER, 1961. Effect of fertilization on carrying capacity and beef produced by Napier-grass pastures. Agron. J., 53:204.

CARO-COSTAS, R. and J. VICENTE-CHANDLER, 1969. Milk production with all grass rations from steep intensively managed tropical pastures. J. Agric., Univ. Puerto Rico, 53:251.

_____ and J. VICENTE-CHANDLER, 1972. Effect of heavy rates of fertilization on beef prodcution and carrying capacity of Napier grass pastures over five consecutive years of grazing under humid tropical conditions. J. Agric., Univ. Puerto Rico, 56:223.

_____, J. VICENTE-CHANDLER and F. ABRUÑA, 1972a. Effect of four levels of fertilization on beef production and carrying capacity of Pangola grass pastures in the humid mountain region of Puerto Rico. J. Agric., Univ. Puerto Rico, 56:219.

_____, J. VICENTE-CHANDLER and F. ABRUÑA, 1972b. Effect of four levels of concentrate feeding of milk production by Holstein cows grazing intensively managed tropical grass pastures. J. Agric., Univ. Puerto Rico, 56:97.

CARRERA, C., F. RODRIGUEZ y T.L. SOLARES, 1963. Engorde de novillos en corrales usando melaza de caña y elote de maíz. Tec. Pecuaria, México, 1:15.

CHAPMAN, H.L. and A.Z. PALMER, 1972. Bagasse pellets in beef cattle fattening rations. Fla. Agr. Exp. Sta., Circular S-216.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 1972. Informe anual Cali, Colombia.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 1973. Informe anual. Cali, Colombia.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 1975. INforme anual. Cali, Colombia.

CHICCO, C.F., 1969. Enfermedades carenciales de bovinos a pastoreo. Maracay, Simposio de Nutrición Animal. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. pp. 542-572.

_____, 1976. Increasing the production of ruminants in Tropical America. In: Nutrition and Agriculture Development, Ed. N.S. Scrimshaw and M. Behar, Plenum Press, N.Y. pp. 369-373.

_____, 1976. Datos no publicados. Maracay, CENIAP, Inst. Inv. Zootécnicas, Venezuela.

_____, 1977. Datos no publicados. Maracay, CENIAP, Inst. Inv. Zoot. Venezuela.

CHICCO, C.F. and T.A. SHULTZ, 1974. Extensive systems of meat and milk production using tropical forages with and without supplementation VII Meeting Pan Am. Health Org., Port of Spain, Trinidad. 57 p.

_____ and T.A. SHULTZ, 1976. Agroindustrial by products in Latin America. Proceeding Technical Consultation on New Feed Resources, FAO, Rome. (In press).

_____, E. SHULTZ y T.A. SHULTZ, 1972a. Algunas observaciones sobre niveles de melaza en suplementos con úrea y biuret para bovinos. Agron. Trop., 22:271.

_____, T. SHULTZ y J. MONTILLA, 1969. Nutrición y Alimentación. En: D. Plasse y Salom (eds.), Ganadería de Carne en Venezuela, Caracas. p. 215.

_____, J. RIOS, V. BODISCO y A. LOPEZ, 1973. Frecuencia de suplementación con concentrados de bovinos en sabanas tropicales. II World Congr. Anim. Feed, 5:247.

_____, J. RIOS, E. SHULTZ y T.A. SHULTZ, 1975. Biuret y la úrea como suplementos protéicos para novillos a pastoreo. Agron. Trop., 25:561.

_____, C. DUQUE, D. MOTILLO, E. CAPO and C.B. AMMERMAN, 1972b. Ad libitum molasses-urea for forage restricted fed steer. III World Conf. Anim. Prod. (Melbourne), 3:50.

_____, T.A. SHULTZ, E. SHULTZ, A. CARNEVALI and C.B. AMMERMAN, 1972c. Molasses-urea for restricted forage-fed steers in the tropics. J. Anim. Sci., 35:859.

CLAWSON, W.J., W.N. GARRET and S. RICHARDS, 1970. Rice straw utilization by livestock: a literature review. Agric. Ext. Ani. Sci., Univ. of Calif., Davis, California, Mimeo. 20 p.

COLMAN, R.L. and J.K. LESLIE, 1966. IX Int. Grassl Cong. J. Austral Inst. Agric. Sci., 32:261.

COLMENARES, C.S., 1960. Ceba intensiva de novillos con cogollo de caña y concentrados. Acta Agron. Colombia, 10:153.

COMBELLAS, J., A. CENTENO, B. MAZZANI y JOSEFINA COMBELLAS, 1972. Aprovechamiento de la parte aérea del maní. 2. Henificación, consumo y digestibilidad in vivo. Agron. Trop., 22:281.

CORRALES, F. y H.L. GONZALEZ, 1973. Situación actual del recurso pastizal en el estado Barinas. En: R. Sosa, H. Welcker y Salom (eds.), Ganadería en los trópicos, Caracas, Vol. 1:520.

COUCH, J.R., 1972. Feeding poultry manure to animals. Feedstuffs 44(31):L25.

CROWDER, L.V. and R.G. RIVEROS, 1962. Summary of research on pastures and forage plants, Agric. Trop., 18:392.

CREEK, M.J., J.A. SQUIRE and J. MULDER, 1976. Fresh sugarcane as a sustitute for maize silage in beef cattle. World Rev. Ani.Prod., 12:3545.

CUBILLOS, G.F. and G.O. MOTT, 1968. The influence of grazing pressure upon several pasture and animal parameters on red clover and rye grass pastures in Chile. Agronomy, Abst. 42.

_____, K. VOHNOUT y C. JIMENEZ, 1975. Sistemas intensivos de alimentación del ganado en pastoreo. Cali, Seminario sobre el potencial para la producción del ganado de carne para la América Tropical, CIAT, Colombia. pp. 125-141

CULLISON, A.E., H.C. McCAMPBELL, A.C. CUNNINGHAM, R.S. LOWREY, E.P. WARREN, B.D. McLENDON and D.H. SHERWOOD, 1976. Use of poultry manures in steer finishing rations. J. Ani. Sci., 42:219

CUNHA, E., F. ALVAREZ, O. LAREZ and W.B. BRYAN, 1975. Pasture and livestock investigations in the humid tropics Orinoco Delta, Venezuela. IV. Beef cattle and water Buffalo grazing trials with native and introduced grasses. IRI Research Institute, Bulletin No. 45.

DE ALBA, J., 1971. Geografía de la nutrición mineral en América Latina. En: Alimentación del ganado en América Latina, 2a. ed., México, D.F., La prensa médica Mexicana. p. 126

DE LEEUW, P.N., 1971. The prospects of livestock production in the northern Guinea zona savannas. Samdru Agr. Newsletter, 13:124

DENISOV, N.I., M.P. KIRILLOV, L.A. ILYUKHINA, Y.U. ABAKUMOV and A.K.H. SABIROV, 1977. Supplements of poultry droppings in concentrates. Nutr. Abst. and Rev., 47:234

DONEFER, E., L.A. JAMES and C.K. LAURIE, 1973. Use of a sugarcane derived feedstuffs for livestock. III World Conf. on Ani. Prod., Melbourne, 5(c):27

DRAKE, C.L., W.H. McCLURE and J.P. FONTENOT, 1965. Effects of levels and kind of broiler litter for fattening steers. J.Anim.Sci., 24:879)

DU PLESSIS, G.F. and J.A. VENTER, 1971. Overwintering friesland heifers. Farming in South Africa, 47:11

ELIAS, A., T.R. PRESTON, M.B. WILLIS and F.M. SUTHERLAND, 1968. Intensive beef production from sugarcane. 4. Molasses/urea as a substitute for grain in low fiber diets. Rev.CubanaCienc.Agric. (Engl.ed.), 2:55

ESTRADA, E., 1973. Cafeína y taninas como factores limitantes en el uso de la pulpa del café en la limentación de ternero. M.S. Tesis: Univ. San Carlos de Guatemala/INCAP.

FERRERO, H.M. and T.R. PRESTON, 1976. Effect of adding sugarcane tops to derinded stalk or chopped whole stalk on digestibility and voluntary intake. Trop. Ani. Prod., 1:28. (Abst.)

GARCIA LLOSA, H. y J. DE ALBA, 1950. Valor comparativo de la hoja de banano, puntas de caña de azúcar y pasto elefante para la producción de leche. Turrialba, 1:78

GARCIA, C.E., C.F CHICCO y A. CARNEVALI, 1973. Una nota sobre el uso de la harina de hoja de plátano en la alimentación de rumiantes. Agron. Trop., 23:293

GIL, R.A. y S. RODRIGUEZ, 1969. Forrajes y manejo de potreros. En: D.Plasse y Salom (eds), Ganadería de Carne en Venezuela, Caracas, vol. 1:245.

GOHL, B., 1975. Tropical feeds. FAO, United Nations, Rome. Ibid:285

HARMON, B.W., J.P. FONTENOT and K.E. WEBB, 1975a. Digestibility and palatibility of ensiled broiler litter and corn. J.Ani.Sci., 35:265 (Abst)

_____, J.P. FONTENOT and K.E. WEBB, 1975b. Ensiled broiler litter and corn forage. 2. Digestibility nitrogen and palatibility by sheep J. Anim. Sci., 40:156.

HENTGES, J.F., J.E. MOORE, A.Z. PALMER and J.W. CARPENTER, 1966. Replacement value of dried citrus meal for cornmeal in beef cattle diets. Fla. Agric. Exp. Sta., Tech. Bull. 708

HODGES, E.M., W.G. KIRK, F.M. PEACOCK, G.I. DAVIS and H.L. BRELAND, 1966. Phosphate fertilizers on Pangola grass pastures. IX Int. Grassl. Congr. 2:915

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 1972. Informe Anual. Bogotá, Colombia.

JAMES, L., 1973. Comfith in rations for livestock. Proc.CIDA, SEminar on Sugarcarne as a livestock feed, Barbados, Jamaica. 31 p.

JARQUIN, R., J. GONZALEZ, J.E. BRAHAM y R. BRESSANI, 1973. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Turrialba, 23:41

JIMENEZ, C., 1974. Efecto de la suplementación con banano verde sobre la producción de novillos a pastoreo. M.S. Tesis: Costa Rica

KENNAN, T.C.D., 1962. Veld management in the semi-intensive, semi-extensive and extensive farming of Southern Rhodesia. Proceedings of the First International conference of Pasture Workers, Bolawayo, Salisbury, Rhodesia.

_____, 1969. A review of research into the cattle-grass relationship in Rhodesia. Proceedings of the veld management conference, Bolawayo, Salisbury, Rhodesia.

LA HOZ, E., J. RUIZ y A. BACIGALUPO, 1974. Efecto del NaOH sobre la digestibilidad del bagazo de caña. ALPA, Mem. 9:100. (Abst.).

_____, C. ARENAS, M. YARA y M. TIMANA, 1975. Bagacillo de caña tratado con NaOH en engorde estabulado de bovinos. ALPA, Mem 11:97 (Abst)

LESCH, S.F., M. VAN LA CHEVALLERIE und A.P. VAN SCHALKWYK, 1969. Die invloed van urumbyvoeding op die produksie van dragtige Afrika-nerkoeie. Proc. S. Afr. Soc. Ani. Prod. 8:12.

LOPEZ, J.W. and T.R. PRESTON, 1976. The use of different proportions of rice polishing and blood meal supplements for cattle fed chopped whole sugarcane and molasses containing 10% urea. Trop. Anim. Prod., 1:33 (Abst.).

LOOSLI, J.K. and I.W. McDONALD, 1969. Nonprotein nitrogen in the nutrition of ruminants. Rome, FAO, Agricultural Studies No. 75.

MARTIN, J.L. and T.R. PRESTON, 1972. Different forage sources for bulls fed molasses based diet. Rev. Cubana Cienc. Agric. (Engl.ed.), 6.

MILLER, S.F., L.R. QUINN e. G.O. MOTT, 1970. Análise economica de experimentos com forragens e gado realizados no Estado de Sao Paulo. Pesq. Agrop. Bras., 5:101.

MONTPELLIER, F.A. and T.R. PRESTON, 1976. Effect on animal performance of giving sugarcane chopped finaly by machine, coarsely with a machete or derinded. Trop. Ani. Prod., 1:27. (Abst).

MOTT, G.O., 1966. Interpretación correcta de resultados con animales en experimentos de pastoreo. En: O. Paladines (ed.), Empleo de Animales en las Investigaciones sobre Pasturas, Montevideo. p. 795.

_____, L.R. QUINN, W.V.A. BISCHOFF and G.L. DA ROCHA, 1967. Molasses as an energy s-pplement for zebu steers grazing nitrogen fertilized colonial Guinea grass pasture. IRI Research Institute (IRI Bulletin No. 36).

NESTLE, B.L. and M.J. GREEK, 1965. Animal production studies in Jamaica. V. Liveweight production from Pangola grass pastures used for rearing and fattening beef cattle and the economic implication of the yield J. Agric. Sci., 62:187.

NORDFELT, S., 1951. Chemically treated cane bagasse for cattle feed. Hawai Agric. Exp. Sta. (Honolulú), Prog. Notes No. 69. 10 p.

NORMAN, M.J.T., 1966. Katherine Research Station 1956-1964: a review of published work. Division of Land Research Technical Paper No. 28, CSIRO, Australia.

O'DONOVAN, P.B., 1970. Livestock production on marginal land in Taiwan. FAO, Report, Rome

_____, and M.C. CHEN, 1972. Performance of dairy heifers fed different levels of cane molasses with rice straw as roughage. Trop. Agric., 49:125.

_____, M.C. CHEN and P.K. LEE, 1972. Conservation methods and feeding value for ruminants of pineapple bran mixtures. Trop. Agric. 49:135.

PALADINES, O., 1973. CIAT Annual Report: Pastures and forages utilization. (En mimeógráfo)

_____, 1975. El manejo y la utilización de las praderas naturales en el trópico americano. En: El potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Serie CS-10. p. 23.

PEACOCK, F.M. and W.G. KIRK, 1959. Comparative feeding value of dried citrus pulp, corn seed meal and ground snapped corn for fattening steers in drylot. Fla. Agr. Exp. Sta., Bulletin 616. 12 p.

PERERA, R.J. y A. BACIGALUPO, 1971. Utilización en el engorde de vacunos de la broza de algodón procesada químicamente. Tesis: Inst. Indust. Alim. Univ. Nac. Agraria la Molina, Lima, Perú.

PEREIRA-LIMA, F, J. SANTINI, D. MARTINELLI, P. BIONDI e M. FONSECA Jr., 1969. Utilizacao de cuatro gramíneas tropicais na producao de carne, em um solo típico-latossolo roxo. Bol. Ind. Anim., 26:199.

PRESTON, T.R., 1972. Molasses as an energy source for cattle. World Rev. Nutr. and Dietetics, 17:250.

_____ and A. MOLINA, 1972. Rapeseed meal in molasses/urea diets for fattening cattle. Rev. Cubana Cienc. Agric. (Engl. ed.), 6.

_____ and M.B. WILLIS, 1970. Intensive beef production. Pergamon Press, Oxford. p. 325.

PRESTON, T.R., M.B. WILLIS and A. ELIAS, 1967. Intensive beef production for sugarcane. Different levels of urea in molasses given ad-libitum to fattening bulls as supplement to a grain diet. Rev. Cubana Cienc. Agric. (Engl. ed.). 1:33.

RIVERA-BRENES, R., E.N. COLON-TORRES, F. GELPI and J. TORRES-MAS, 1958. Influence of nitrogenous fertilizers on Guinea grass yield and carrying capacity in Lajas Valley. J. Agr., Univ. Puerto Rico, 42:239

RODRIGUEZ, A.E.C., E.A. FREITAS e J. LOPEZ, 1976. Pontas de cana vs cana de acucar integral como principal volumosa na engorda de novilhos confinados. Anu. Tec., IPZFO, 3:185.

ROJAS, S.E., J. REATEGUI y J. VARGAS, 1975. Cubos de bagacillo y melaza de caña de azúcar en alimentación de vacas en lactancia. Maracay, V Reunión Asoc. Latinoamericana Prod. Animal, Venezuela (Abst. R-51).

ROUX, H. y PARADA, 1966. Efecto de cuatro forrajes en la utilización de una mezcla de melaza y úrea. Turrialba, 19:441.

ROUX, H. y H. RODRIGUEZ h., 1971. Utilización de melaza y úrea en el mantenimiento de ganado bovino durante la estación seca en Panamá. Turrialba, 21:137.

RUIZ, M.E., K. VOHNOUT, M.J. SIDOR y C. JIMENEZ, 1974. Crecimiento de bovinos suplementados con bananas. II. efecto del nivel de banano. ALPA Mem., 9:124. (Abst).

SANSOUCY, R., S.A. NEILSEN, C. DELAITRE and T.R. PRESTON, 1973. Bagasse as a source of roughage in molasses-based dits. Cited by Preston T.R., 1974, in: Conf. Proc. Animal Feeds of Tropical and Subtropical Origin, Trop. products Inst., London. p. 69.

SHAW, N.H. and L.T. MANNETJE, 1970. Studies on a spear grass pasture in Central Coastal Queensland. The effect of fertilizer, stocking rate and oversowing with Stylosanthes humilis on beef production and botanical composition. Trop. Grassl., 4:43.

SHULTZ, E., T.A. SHULTZ, A. CARNEVALI y C.F. CHICCO, 1971. Suplementación con úrea-melaza y pulidura de arroz en bovinos alimentados con pastos de pobre calidad. Agron. Trop., 21:195.

SHULTZ, T.A., 1976. Un published data. Maracay, Universidad Central de Venezuela, Fac. Cienc. Vet.

_____, and C.F. CHICCO, 1976. Suplemental nonprotein nitrogen for beef cattle in the tropics. Proceedings of Symposium on Feed Composition, Animal Nutrients Requiriments, and Computarization of Diets. Utah State Univ., Logan, U.S.A. (In press).

SHULTZ, T.A., C.F. CHICCO, A. CARNEVALI y E. CAPO, 1971. Pulpa cítrica y úrea para engorde de novillos implantados con ácido resorcílico. ALPA. Mem. 6:19.

_____, E. SHULTZ, C.F. CHICCO y L.E. CAÑAS, 1975. Restricción de agua en bovinos que reciben úrea y sal. ALPA, Mem. R-59. (Abst.)

_____, E. SHULTZ, J. GARMENDIA y C.F. CHICCO, 1977a. Prior feeding and composatory steer growth in tropics. 69th Annual Meeting Am. Soc. Animal Sci. p. 257.

_____, J. GARMENDIA, E. SHULTZ, A. MOYA y C.F. CHICCO, 1977b. Comprimidos de cogollos de caña suplementados con NNP para novillas. (En prensa).

SMITH, C.A., 1966. Studies of the Hyparrhenia veld of Zambia. VII. The effects of cattle grazing veld and Dambo ar different stocking rates J. Agr. Sci., 66:49

SNOOK, L.C., 1969. Simposio sobre la producción de carne en los trópicos. II. El uso de leguminosas en los pastos tropicales para aumentar la producción de carne. Rev. Cubana Cienc. Agric., 3:131.

SOLDEVILA, M. and P.F. RNDEL, 1970. Uso de productos y sub-productos agroindustriales de Puerto Rico en la alimentación de novillas secas y vacas lecheras. Rev. Agric. Puerto Rico, 56:53.

TEUNISSEN, H. y Q. VILLARREAL, 1966. Algunos aspectos de la punta de la caña de azúcar como forraje para el ganado. Tec. Pecuaria, México, 8:53.

TRUJANO, J.M. y J.L. GARCIA-AYALA, 1972. Manejo del campo temporalero. Nuestra Agricultura, México. p. 103.

VELASQUEZ, J.A. y E. GONZALEZ J., 1972. El valor nutritivo de la paja de maní (Arachis hypogaea). Agron. Trop., 22:287.

VETTER, R.L. and N. BURROUGHS, 1974. Nutritive value of cattle excreta silage. J. Anim. Sci., 39:1003. (Abst.)

VOHNOUT, K., 1973. Suplemental by-products feed in pasture livestock feeding systems. Agronomy Abstracts, 194.

VON SCHAAFFHAUSEN, R., 1966. Weight increase of zebu cattle grazing on the legumes Dolichos lablad and Cajanus indicus. IX Int. Grassl Congr. 2:965.

WARD, H.K., 1968. Supplementation of beef cows grazing on veld. Rhodesia J. Agr. Res., 6:93.

WARD, G.M., D.E. JOHNSON and R.D. BOYD, 1974. Digestibility by steers of Cereco silage produced from feelot manure. J. Anim. Sci., 39:140. (Abst.).

WEST, O., 1958. Bush encroachment, veld burning and grazing management. Rhodesian Agr. J., 55:407.

WHITE, T.W. and W.L. REYNOLDS, 1968. Sourfes and levels of roughage in steer rations. J. Anim. Sci., 27:298. (Abst.)

WONG YOU CHEONG, Y., J.T. D'T. D'ESPAIGET, P.J. DEVILLE, R. SANSOUCY and T.R. PRESTON, 1974. The effect of steam treatment on cane bagasse in relation to its digestibility and furfural production. Cited in: Proc. conf. Anim. Feeds on Tropical and Sub-Tropical Origin, Trop. Produc. Int., London. p. 81.

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE EVALUACION NUTRITIVA

Eduardo González Jiménez
Instituto de Producción Animal
Facultad de Agronomía
U.C.V., Maracay

Los alimentos son evaluados nutricionalmente para satisfacer los requerimientos de los diferentes animales según un sistema de alimentación que forma parte del sistema de producción; por lo tanto es justo considerar los sistemas de producción como los que dan origen a los diferentes sistemas de alimentación y los requerimientos alimenticios de los animales como los que dan lugar a la evaluación alimenticia. Expresado así, para estudiar el valor nutritivo de un alimento tenemos que conocer para qué función o propósito serán utilizados y por lo tanto qué requerimientos van a satisfacer en el animal y en qué tipo de sistema de producción.

Los sistemas de producción son numerosos, cambiantes y sobre todo específicos de una región (Ecosistema). A la valoración nutritiva por el contrario se les quiere atribuir una validez universal, para que tengan así un mayor ámbito y además satisfacer la gama de requerimientos de las diferentes producciones.

Los sistemas de producción de carne con pollos asaderos se realiza en el ámbito mundial bajo un mismo esquema:

- Animales de un potencial genético similar.
- Sistemas de manejo standar.
- Alimentación Ad-libitum.

Los requerimientos alimenticios y los alimentos que se usan no tienen grandes variaciones que invaliden el uso de toda la teoría nutricional y una práctica de la alimentación que ha dado sus resultados en las últimas décadas.

Igualmente podemos decir de los sistemas de producción de carnes con porcinos en confinamiento, con técnicas muy parecidas en todo el mundo y con sistemas de alimentación diferentes según las regiones.

Lo mismo no podemos decir de los sistemas de producción de carne y leche con ganado vacuno donde por lo contrario:

- Los animales utilizados son de muy variado potencial genético.
- Los sistemas de producción (manejo y alimentación) son muy diferentes y con diferentes propósitos.
- Donde el consumo depende más de la calidad del forraje ó la ración suministrada que de los sistemas de producción involucrados (carne ó leche).

Es por ello que vamos sólo a tratar de evaluar los sistemas que actualmente se proponen para alimentar el ganado, es decir los rumiantes, dejando por fuera lo atinente a la alimentación de las especies monogástricas; no por su importancia respectiva, más bien por que es un problema mejor conocido al cual ya se le ha dado una cierta solución.

Los sistemas de evaluación nutritiva por más precisos que sean no tendrán ningún valor por si solos, sin un conocimiento igualmente preciso de los requerimientos animales.

El hecho de que muchos sistemas de evaluación nutritiva estén en desuso y nuevos sistemas se creen y se modifiquen a la luz de la experiencia y conocimientos científicos adquiridos, implica que los sistemas de alimentación actuales no están libres de errores ó de imprecisiones que a medida en que la investigación nutricional avance se iran perfeccionando y ajustando a las necesidades de los nuevos sistemas de producción.

La aplicación práctica de un sistema de la alimentación (requerimientos y evaluación nutritiva) debe efectuarse en la misma secuencia lógica o conceptual que lo soporta científicamente; reconociendo que llevandolo a cabo así, algo de simplicidad puede perderse en el sistema de valoración nutritiva.

La simplicidad y la facilidad de aplicación de un sistema es importante, pero no debe ser nuestra única meta, más bien ésta debe ser, la de asegurar una relación estrecha entre el alimento que se utiliza y el producto final que se obtiene.

Los Sistemas de Evaluación Energética

Los sistemas en desuso como los Equivalentes Almidón (E.A.) y el Total de Nutrientes Digestibles (TND) están soportados en el esquema de análisis de Weende. Su falla principal estriba en sobreevaluar los forrajes para la producción de leche y carne. Ya Kellner (1912), consciente de esto, creó el factor de corrección "Trabajo" en función al contenido de fibra cruda (F.C.) de las raciones, sin embargo esto no fué suficiente. Van Soest (1971) demuestra que a medida que el nivel de fibra aumenta (sea expresada en F.A.D. ó en F.C.) disminuye la disponibilidad de TND para producir (NE/TND)

Moore (1953) al tratar de descontar las pérdidas energéticas del TND para llegar a la EN, consigue que la relación EN/TND disminuía cuando se pasaba de alimentos de alta calidad a los de menor valor nutritivo como los forrajes. Ante ésta circunstancia la aditividad de forrajes y concentrados no es posible. Sabemos que la evaluación nutritiva tiene como principio fundamental la aditividad, si no es así, no se podrían constituir raciones de más de un alimento y los sistemas de evaluación se reducirían a simples descripciones de la relación de entradas-productos.

Es perentorio señalar que las raciones para aves y cerdos contienen, en la actualidad muy bajos contenidos de fibra y que los sistemas de evaluación nutritiva para monogástricos funcionan adecuadamente, de allí que se puede colegir que la dificultad existente en la evaluación de alimentos y raciones para el ganado provenga de un componente tan abundante e importante como es la fibra. Recordemos además, que el nicho ecológico del rumiante es de transformar este abundante componente de la producción primaria, la fibra, en producción secundaria (carne y leche) y no el de transformarse en consumidores de dietas de alto contenido de cereales, pues en este caso son menos eficientes que los monogástricos ya citados y además, competirían con el humano.

Los nuevos sistemas de valoración energética, cronológicamente son:

a) Sistema de Energía Neta de California (SENC), ideado por Lofgreen y Garret (1968) utilizando el sistema de ceba intensiva en corrales (Feed-lot) donde se hace uso de grandes cantidades de cereales. En este método los consumos de E.B. se relaciona con la retención de energía en forma de engorde, estimado por la técnica de sacrificio, medida esta por la densidad de las canales de los animales sacrificados en el matadero. Los requerimientos son expresados en ENm y ENg para el costo de mantenimiento y ganancia en peso respectivamente. Es difícil pensar como este sistema puede ser utilizado fuera de las condiciones específicas de país cerealero como son los U.S.A. y sin estos alimentos, habría que conducir una serie casi infinita de ensayos con otros alimentos y raciones en todas las condiciones ambientales nuevas, pues como lo anota Knox y Handley (1973) este método varía en predicciones con la severidad del ambiente, es decir da entre 5-15% más de lo esperado en los engordes de verano y 10-12% por debajo en los inviernos severos. Así el impacto ambiental sobre los valores esperados de engorde pueden ser tan variables que invaliden el método. Esto se debe a que se escogió el metabolismo de ayuno como valor base para el mantenimiento, por extrapolación. Otra dificultad si se quisiera utilizar este método en el trópico sería el medir la gravedad específica de los canales, pues las razas usadas en el Norte tienen un rango amplio de tejido adiposo, no siendo así en nuestras condiciones tropicales, donde las razas utizadas tienen un bajo contenido de grasa y un rango muy restringido de gravedad específica.

La mayor crítica que se le puede hacer es la de compartir la EN entre ENm y ENg de una manera inadecuada y la existencia de un rango muy pequeño de alimentos evaluados bajo este sistema.

b) <u>El Sistema de Rostock</u> (Alemania) Nehring (1967). Energía Neta para el Engorde de Ene.

En este sistema el valor de En de los alimentos y de los requerimientos animales son calculados a partir del contenido de ED de los diferentes nutrientes obtenidos por regresión de los balances energéticos realizados en calorímetros. Las bases de este sistema son científicas y lo acompañan un gran volumen de trabajo que data desde la época de Kellner (1926). El sistema reposa sobre el postulado de que la utilización de la energía depende de los nutrientes que integran la ración, de que cada especie animal tiene su propia eficiencia, y que por lo tanto transferir los valores de una especie a otra es imposible.

Por último el costo de producción y de mantenimiento puede ser expresado en términos de Energía Neta para la ceba o engorde. Las principales críticas que le hace Corbet (1973) a este sistema es el de sobreevaluar los forrajes, como lo anotara Breirem (1967) en las discusiones del 4to Simposio sobre el metabolismo energético de los animales domésticos y que un factor de corrección para el ELN por debajo del rango de 67-80 es utilizado para corregir esta falla, es decir la vieja corrección de Kellner (1912), sin duda esto es producto del sistema en el cual la utilización del forraje no constituye la esencia de la alimentación, sino mas bien la suplementación con concentrados.

Por demás está decir que muy pocas evaluaciones calorimétricas con forrajes se hicieron para elaborar las ecuaciones múltiples para la predicción de la EM y EN son valederas y se han utilizado en otros sistemas. Van Es (1977) y nosotros mismos las usamos en las tablas de composición (E. González Jiménez y C de Parra, 1969).

c) El Sistema de Energía Metabolizable del ARC (1965).

Reposa sobre tres bases:

- La normalización de la evaluación energética de los alimentos.

- La determinación de la Energía Neta a partir de la ingestión de EM (cantidad y concentración en el alimento).
- La equivalencia de la retención de energía en términos de leche y carne para diferentes genotipos, estados fisiológicos y aportes protéicos.

La evaluación energética de los alimentos se efectúa a partir de la digestibilidad de los alimentos a un mismo nivel, el de mantenimiento, punto de partida de la evaluación, luego se corrige por nivel de alimentación, en función de los coeficientes de utilización de la EM para el mantenimiento y la producción (leche y carne). Así se conserva un solo valor de energía metabolizable que da un rendimiento (o se usa con una eficiencia) diferente para cada proceso productivo.

En realidad, éste es un sistema de Energía Neta que por buscar la simplicidad mantiene el nivel de EM en la cual se expresan las tablas de composición y requerimientos.

El sistema es ideado por Blaxter (1962) y al parecer es muy complejo para el uso de los extensionistas, y por lo tanto ha sido modificado en 1972. Estas modificaciones son de menor grado pero hacen variar el sistema en su esencia experimental, pues le introducen un conjunto de aproximaciones que le quitan universalidad. Así se sugieren otras modificaciones para hacerlo más manuable, como las de Harkins et al (1974) para poderlo usar con computadora, el de Shirlow (S.F.) para hacerlo gráficamente y de cálculo mecanizado.

El sistema de EM de Blaxter (1962) y su implementación como Normas de Alimentación de ARC (1965) fue comprobado durante siete años y comparados al de los Equivalentes Almidón, considerándose superior por el comité que lo evaluó (1972). Kromann (1971) evaluando estos tres sistemas, concluía "El método alemán e inglés consideran la digestión como una variable, los alemanes predicen la EN a partir de los valores de ED, ninguno de los métodos ajusta por los

efectos de digestibilidad asociativa de los alimentos que integran la ración, a pesar de que ambos tienen conciencia del problema de interrelación. La predicción de EN en el sistema Inglés puede ser ajustado por el nivel de alimentación, considerando también el incremento de calor como una variable, pues los productos finales del metabolismo ruminal y sus diferentes factores de eficiencia son utilizados para predecir la EN de producción".

d) El Sistema de Energía Neta de Lactación de Beltsville(USA). Moe, Flatt y Tyrrell (1972).

Este sistema está basado en numerosos balances de energía (más de 500) realizados por Moe y Flatt (1969) con vacas lecheras Holstein, a niveles de producción desde 10 litros hasta 50 litros por día, con un rango restringido de alimentos, principalmente: Silage de Maíz, Alfalfa y Maíz en grano, dietas típicas de los sistemas de producción de leche norteamericanos.

Los comentarios de Corbett (1973) al trabajo presentado por Moe, Tyrrell y Flatt (1970) en el 5to Simposio de Metabolismo Energético, es el siguiente:"me parece que existen serias dudas sobre la viabilidad del sistema de EN leche, el mayor problema es que las medidas muy cuidadosas de ED, EM y EN realizadas, las diferentes raciones de producción suministradas según la producción lechera de las vacas, no fueron determinadas o fijadas, a una base referencial dada, es decir o a nivel de mantenimiento o cualquier otro".

La base más conveniente sin duda alguna la constituye la digestibilidad de la ración a nivel de mantenimiento. La principal dificultad surge del cambio de digestibilidad de una ración con el nivel de ingestión y al no conocerse el valor a nivel de mantenimiento difícilmente puede contabilizarse este efecto depresivo.

En general todos los sistemas que en la actualidad se desarrollan parten de los datos suministrados por este magnífico

trabajo experimental y los análisis que se realizan, más los nuevos ensayos permitirán sin duda perfeccionar tal sistema.

Existen otros sistemas en vías de comprobación, examinemos dos sistemas surgidos este último año, el de Van Es (1977) y el de Vermorel (1977) para Holanda y Francia, utilizando un enfoque calorimétrico en principio basado en los trabajos de Van Es (1972) y numerosos ensayos de digestibilidad y alimentación de vacas lecheras en Francia por el equipo de trabajo de Theix.

Los postulados de estos sistemas son: La eficiencia de utilización de la ración y su energía metabolizable no solamente dependen de la composición del alimento sino también para el propósito para el cual es destinado. La eficiencia para el mantenimiento (Km), es en promedio mayor que la de lactación (Kl) y de crecimiento o de engorde (Kg).

En los sistemas TND y EA todos los alimentos se suponía eran utilizados con igual eficiencia para el mantenimiento y todos los procesos productivos sea cual fuere su composición.Van Es (1977).

La valoración del contenido de EM parte del gran número de digestibilidades realizadas con ovinos y vacunos alimentados a nivel de mantenimiento, utilizando todos estos datos para generar una ecuación de regresión múltiple que predice la EM por Kg de M.S. de las raciones.

EM=4.1 D.P.D. + 9 D.E.E. + 3.3 D.F.C. + 3.5 D.ELN-0.15(Azucares)

Y para predecir la EM (en base seca)de los forrajes de bajo contenido proteico.

EM= 3.6 M.O.D. (Donde M.O.D. materia orgánica digestible)

Para calcular la EN en base seca de una ración dada.

EN= 0.60 1 + 0.004 (Q-57) EM, donde Q es la relación de concentración energética EM/EB.

Para evitar el uso de los factores de corrección por nivel de ingestión se calcula para todos los alimentos un solo valor que corresponde al nivel de 2.38 M (M=mantenimiento) que es nivel promedio de ingestión de las raciones de ese país (es

decir el de una vaca de 500 Kg. de peso vivo produciendo 15 Kg. de leche 4% grasa). Si se quiere conocer el consumo al nivel de mantenimiento, con multiplicar por 0.9752 se obtiene este valor, por último el valor calórico de un gramo de cebada es de 1.650 Kcal de lactación, unidad alimenticia de lactación es cogida para este país. Los requerimientos de mantenimiento y lactación son expresados en estas U.A.L., por ejemplo , un litro de leche de 4% de grasa que contiene 730 Mcal su producción requiere 730/1.65 = 442 U.A.L., una vaca de 550 Kg. requiere para su mantenimiento de producción 4.700 U.A.L.

El sistema también comporta todo lo atinente al crecimiento de los animales y las normas para el engorde.

El sistema francés, Vermorel et al (1977), es del mismo diseño con algunas variantes entre ellas que el Kg. de cebada contiene 1.730 Kcal para el proceso de lactación y de 1.855 Kcal para el engorde. Así se tiene dos valoraciones para los alimentos, una en U.A. para lactación y otra para el crecimiento y el engorde.

Este último sistema tiene una corrección para el nivel de concentrado en la ración permitiendo así, en cierta medida corregir para los efectos asociativos entre alimentos dentro de una ración.

Estos dos sistemas reposan efectivamente sobre la energía neta de lactación; gracias a su estructura analítica toma en cuenta los conocimientos actuales y pueden introducirse ulteriormente las mejoras que la investigación aporte, como podría ser el de un mejor conocimiento de la composición química de los alimentos, su digestibilidad, la interacción de los alimentos en el seno de una ración, la utilización de la energía para la lactación y los otros requerimientos del animal.

Los autores aseguran que este sistema "revaloriza" los forrajes en relación a los alimentos concentrados al utilizarse para el mantenimiento y la lactación. Vermorel et al (1977).

Tecnicas de Laboratorio para predecir el Valor Energético de los Alimentos.

En las últimas dos décadas se han hecho un gran número de mediciones del metabolismo energético en los laboratorios de Oscar Kellner Instituto Rostock, Alemania, en el Hannah Dairy Research Institute, Escosia, Reino Unico, en el Institute for Animal Reedinary "Hoorn" Holanda, Institute de Recherches Zootecniques et Veterinaris de Theix, Francia y sin lugar a dudas el más voluminoso de todos en el U.S. Department of Agriculture, Beltsville. Sin embargo, es solo en este último laboratorio en el que se ha realizado, o mejor dicho se realizó, un esfuerzo paralelo de instrumentar un nuevo sistema de análisis para los alimentos que eliminasen las incongruencias del sistema Weende y que permitiese paralelamente al sistema de requerimientos, elaborar una marcha analítica con base al conocimiento científico que sobre nutrición de rumiantes se tiene. Esta fue la idea central del llamado sistema de análisis Van Soest (1963) (1963) (1967) (1968), que sin duda alguna ha cumplido la meta de ir sustituyendo el método anterior paulatinamente.

Los intentos de Van der Koelen y Van Es (1973), asistido por los muy buenos trabajos del Deinum (1971), Gaillard y Nijkamp (1968) son del mismo tenor en cuanto al concepto utilizado, y tratan de soportar el sistema que Van Es en Wagennigen implementa.

En los otros laboratorios, a pesar de los esfuerzos realizados no se ha dado con una marcha analítica que permita sustituir al Weende, prefiriendo usar algunas pautas del sistema Van Soest. Descuella sin embargo por su universalidad el sistema de análisis in vitro de Tilley y Terry (1963), que se han utilizado para predecir el valor energético de los forrajes, igualmente Terry, Osbourn y Fenlon (1973); también en Hurley, GRI; generan ecuaciones de predicción de la EM derivadas a

partir del in vitro de Tilley y Terry (1963) pues los valores de in vitro en relación in vivo son muy exactos, así suministran una ecuación que da directamente la EM a partir del resultado del in vitro, sin embargo alguna mejora se obtiene con la inclusión del término PC dentro de la ecuación, como lo demuestra el trabajo de Osbourn, Terry, Carnwell y Fenlon (1973).

La necesidad de un método universalmente aceptado que tome como base el análisis de los componentes fibrosos de los alimentos para rumiantes y el cual soporte los adelantos que en el campo de la calorimetría se han realizado hasta ahora está todavía por efectuarse. Si bien el esquema Van Soest es una realidad en muchos laboratorios todavía no ha sido aceptado en ningún sistema oficial de análisis.

Los grandes adelantos que se esperan para instrumentar un sistema de evaluación nutritiva coherente son en este campo.

La Valoración Protéica

En la última década se ha esclarecido a tal punto el proceso digestivo de las proteínas en los rumiantes que ha invalidado los métodos existentes sobre evaluación protéica que para estas especies existe.

Las consecuencias de la introducción de nuevos métodos de evaluación son importantes, pues la mayor falla de los sitemas actuales es que no toman en cuenta la degradación muy variable de las proteínas en el rumen.

¿Cuáles son esos adelantos que invalidan el uso de la valoración protéica actual?

- Demostración de Mc Donald (1948) que en una elevada proporción las proteínas son degradadas en el rumen.
  El reconocimiento del hecho que la proteína bacterial es parcialmente digestible, Mc Naught et al (1954) y que por lo tanto el endógeno fecal es en una gran proporción de origen bacteriano, Waldo (1968).
- Un mejor conocimiento de la producción de proteína bacterial. Egan (1972) y Hungate (1966).
- Los requerimientos de N de los microorganismos del rumen

deben ser satisfechos prioritariamente para asegurar una utilización óptima de la energía, una fermantación adecuada, un apetito alto y una digestión de los elementos fibrosos de la ración exaustiva. Campling et al (1962).

- La producción de proteína bacterial en el rumen depende del aporte energético es decir de la Materia Orgánica Digestible disponible a nivel rumen, Hogan (1974).

Por eso concluiría Van Klosster et al (1977) que el valor productivo de la P.D. está restringido a las raciones típicas de los rumiantes con un rango restringido de variación y con una proporción muy limitada de N.N.P. (ensilaje y úrea) y relación N/C.H.O. fermentables elevadas, el valor productivo de P.C. es muy bajo. Por lo tanto es perentoria la sustitución de la Proteína Cruda Digestible por una evaluación más acorde con los conocimientos actuales sobre utilización de N. Veamos que métodos se han propuesto para sustituir la digestibilidad de la proteína.

a) El Sistema de Proteína Metabolizable para la producción lechera, de Burroughs et al (1973).
En los rumiantes, la proteína metabolizable (PM) difiere de la proteína digestible en que PM primero incluye la proteína alimentaria consumida que pasa el rumen sin ser degradada y también la cantidad de proteína bacterial. A la vez clasifica a los alimentos según su potencial fermentativo para utilizar la úrea (P.F.U.).

b) Cálculo del Requerimiento de N para los rumiantes. Roy Balch, Miller, Orskov y Smith (1977).
El sistema propuesto se basa en el contenido de N protéico (A.A.) absorbidos en el intestino delgado y la eficiencia de utilización para los procesos productivos y de mantenimiento al nivel y concentración energética necesaria para un nivel de producción específico.
El sistema al igual que el anterior toma en cuenta las contribuciones de la proteína microbial y las proteínas

que escapan a la degradación ruminal.
Suministrando las ecuaciones siguientes:

1) Estimación de N que se degrada en el rumen que es requerido para el máximo potencial de producción de proteína microbial.

NDR= nitrógeno degradado en el rumen (g/d) y EM en MJ/d

2) Estimación del N bacterial utilizado.

N.B.U.= 0.53 E.M.

N.B.U.= Nitrógeno proteico retenido a partir de la proteína bacterial.

3) Nitrógeno no degradado en el rumen N.N.D. el requerimiento de N.N.D. en el rumen es:

N.N.D. requerido= 1.91 T.N.P. - 1 E.M.

T.N.P.= Total de Nitrógeno Perdido o Retenido. Esto es igual a la suma de N proteico retenido o producido en forma de leche, o perdido en forma de N endógeno urinario y otras pérdidas endógenas (pelo células de la piel y tracto).
La suma de NDR y NND es la cantidad mínima de nitrógeno requerido por el animal si la degradabilidad de la proteína alimenticia es la suficiente para suplir exactamente ambos requerimientos.
La formulación de las dietas para satisfacer estos requerimientos necesita del conocimiento de la degradabilidad (solubilidad) de los constituyentes de la ración para poder conocer NDR y NND para ser cotejados con el requerimiento animal.

c) El Sistema PDI (Journet y Verité, 1977).

En este sistema los aportes y los requerimientos son expresados en cantidades de proteína realmente digestible en el intestino (PDI) que son las sumas de dos fracciones.

PDIA= Proteína de Origen Alimenticio

PDIM= Proteína de Origen Microbial

Las estimaciones se realizan con la ecuación siguiente:

$$PDIA = 0{,}65 \times PC \times \frac{100-S}{100} \times d$$

d= Digestibilidad Verdadera
S= Solubilidad Acuosa

La estimación de PDIM se efectua por dos vías, a través de la Energía disponible y a través del Nitrógeno disponible para la síntesis microbial.

PDIME (en función de la energía)

PDIMN (en función del Nitrógeno)

Se calcula de la manera siguiente:

$$PDIME = 75{,}6 \text{ M.O.D.}$$

y para el cálculo por Nitrogéno se parte del Nitrógeno ingerido al cual se le sustrae el N no degradado en el rumen.

$$PDIMN = (0.196 + 0.364 \times \frac{S}{100})$$

Si el PDIMN es menor que el PDIME se suplementa con úrea para que nunca el PDIMN sea limitante para la máxima producción de Nitrógeno bacterial.
Para calcular las raciones se utilizan los dos valores de PDI.

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

Es decir, el permitido por la energía disponible y el permitido por el N disponible en el rumen, respectivamente.
De los dos valores el más limitante, la más baja, será tomada por ser confrontada con los requerimientos. Recordemos que PDIMN no debe ser limitante, pues siempre podremos agregar una cantidad adecuada de N en formade úrea.

d) El sistema de nivel crítico de Nitrógeno Ruminal Satter y Roffler (1975 a y b).
Donde se postula que el NNP puede ser utilizado como si fuera proteína cuando la concentración ruminal de NH_3 - N es baja (5 mg./100 ml. de jugo ruminal). La suplementación con úrea de raciones que dan un Nitrógeno ruminal por encima de 5 mg/100 ml. no sería beneficiosa la suplementación.
Prácticamente, sólo se obtiene beneficio al suplementar con úrea cuando los concentrados que se utilizan tienen menos de 12% de PC y el forraje consumido tiene menos de 9% de PC.
En general, el sistema parte de los mismos conceptos de la Proteína Metabolizable.

Las comparaciones antes establecidas nos permiten concluir que en el momento actual se requieren métodos que permitan determinar la solubilidad de la proteína en el jugo ruminal, la digestibilidad verdadera de la proteína bacterial y "protegida" (Proteína que escapa a la degradación ruminal) para tener así un cuadro confiable al cual hacer referencia para la implementación de estos métodos. Sin embargo vale la pena recalcar que los sistemas basados en proteína cruda digestible dificilmente podrán permitir un nivel calculado de úrea, que con los métodos nuevos todos contemplan el uso de NNP de una manera científica y no empírica como hasta ahora se realizara.

Conclusiones

Se estudian los diferentes métodos de evaluación nutritiva vigentes y propuestos.

En lo atinente a la valoración energética de los alimentos considerandose imprescindible elaborar un método para América Latina que obvie las carencias e imprecisiones de los existentes, prefiriendose un sistema que permite evaluar en términos de producto viz leche, los alimentos utilizados por los productores.

En lo referente a'la evaluación protéica, es menester en un periodo corto sustituir la proteína digestible por un sistema más cónsono con los conocimientos que hoy se tiene sobre el metabolismo del Nitrógeno en los rumiantes.

B I B L I O G R A F I A

1.- ANONIMO (1972). "Reports of the working parties: Joint Conference on Nutrient Standards for Rumimants". MAFF. and ARC. Agric. Depnt. and Adv. Service Science Arm.

2.- ARC (1965). "The Nutrient Requirements of Farm Livestock". Ruminants Technical Reviews, No. 2. London. Inglaterra.

3.- BLAXTER, K.L. (1962). "The Energy Metabolism of Ruminants". Hutchinson, London.

4.- BREIREM, K. (1967). "Discussions of the 4th Symposium of Energy Metabolism of Farm Animals". p. 83-84 del libro: "Energy Metabolism of Farm Animals". Oriel Press. Newcastle. Inglaterra.

5.- BURROUGHS, W., N. L. Jacobson y D. K. Nelson (1973). "Application of the Metabolizable Protein System for Milk Production". Maryland Nutrition Conference University of Maryland.

6.- CAMPLING, R. C.,M. Freer y C. C. Balch (1962). "Factors Affecting the Voluntary Intake of Roughages: 2. The Relationship Between the Voluntary Intake of Roughages - the Amount of Digesta in the Reticulo Rumen and The Rate of Dissappearance of Digesta from the Alimentary - Tract. Brit. J. Nutrition. 15, 531-540.

7.- CORBETT, J. L. (1973). "System for Evaluating the Energy Content of Feedstuffs". Report to the Animal Production Committee. Australia. Mimeografiado.

8.- DEINUM, B. (1971). "Prediction of Forage Digestibility from some Laboratory Procedures. 2. Comparison of in vivo Digestibility at two Institutes". Neth J. Agric. Sci. 19, 106.

9.- EGAN, A. R. (1972). "Plasma and Urinary Metabolites as Indices of N Utilization in Sheep". Proceedings N.Z. Soc. Anim. Prod. 32, 87-97.

10.- GAILLARD, B. D. E. y H. J. Nijkamp (1968). "Calculations of the Digestibility for Ruminants of Roughages from their Contents of Cell-wall Constituents: II Time-Saving Method Analysis. Neth. J. Agric. Sci. 16, 21.

11.- GONZALEZ JIMENEZ, E. y O. de Parra (1972). "Avance de la Tabla de Composición de Alimentos Concentrados". VIII Jornadas Agronómicas. Cagua, Aragua. Venezuela.

12.- HARKINS, J. R. A. Edwards and P. Mc Donald (1974)."A new net Energy System for Ruminants". Anim. Prod. 19, 141-148.

13.- HOGAN, J. P. (1974): "Quantitative Aspects of Nitrogen Utilization in Ruminants". J. Dairy Sci. 58, 1164-1177.

14.- HUNGATE, R. E. (1966). "The Rumen and its Microbes". Academic Press. NY. USA.

15.- JOURNET, M er R. Verité (1977). "Proposition d' un Nouveau Mode d' expression des apports et des besoius azotés pour les Ruminants". 9enes Journees du Grenier de Theix. INRA. Laboratorie de la Production Laitiére CRZV. Theix. Francia.

16.- KELLNER, O. (1912). "Die ernährung der landwirt schaftlichm Nutztiere". Paul Parey. Berlin.

17.- KELLNER, O. (1926). "The Scientific Feeding of Farm Animals". (Traducido for W. Goodwin). 2da Ed. Duckworth. Londres.

18.- KNOX, K. y T. H. Handley (1973). "The California Net Energy System: Theory and Application". J. Anim. Sci. 37, 190.

19.- KROMANN (1971). "Evaluations of Net Energy System". J. Anim. Sci. 37, 200.

20.- LOFGREEN, G. P. y W. N. Garret (1968). "A System for Expressing Net Energy Requirements and Feed Values for Growing and FinishingBeef Cattle". J. Anim. Sci.27,793.

21.- MAC DONALD, I. W. (1948). "The Absorption of Ammonia from the Rumen of the Sheep". Biochm. J. 42, 584.

22.- MC NAUGHT, M. L., E. C. Owen, K. M., Henry y S. K. Kon, (1954). "The Utilization of Non-protein Preparations of Dried Rumen Bacteria, Rumen Protozzoa and Brewers Yeast for Rats". Bichem. J. 56, 151-156.

23.- MOE, P. W. y W. P. Flatt (1969). "The Ner Energy Value of Feeds Stuffs for Lactation". J. Dairy Sci. 52, 928.

24.- MOE, P. W. , W. P. Flatt, y H. Tyrrell (1972). "Net Energy Values of Feeds for Lactation". J. Dairy Sci. 55, 945.

25.- MOE, P. W., H. Tyrrell y W. P. Flatt (1970). "Partial efficiency of Energy use for Maintenance, Lactation, Body Gain and Gestation in the Dairy Cow". Proc. 5th Symp. Energy Metabolism E.A.A.P. 13: 65.

26.- MOORE, L. A., H. M. Irving y J. C. Shaw. "Relatinship - Between TND and Energy Values of Feeds". J. Dairy Sci. 36: 93.

27.- NEHRING, K. "Investigations on the Scientific Basis for the Use of Net Energy for Fattening as a Measure of the Feed Value". En el libro: Energy Metabolism of Farm Animals. Oriel Press. Newcastle. Inglaterra.

28.- OSBURN, D. F., R. A. Terry, S. B. Carnwell y J. S. Fenlon (1973). "Prediction fo the Metabolizable Energy Content of Forages". Grassland Research Institute. Internal Report No. 273.

29.- ROY, J. H. B., C. C. Balch, E. L. Miller, E. R. Orskov y R. H. Smit (1977). "Calculation of the N-Requirement for Ruminants from Nitrogen Metabolism Studies". EAAP. 2nd Internat. Symp. on Protein Metabolism and Nutrition. Holanda.

30.- SATTER, L. A. y R. E. Roffer (1975). "Nitrogen Requirement and Utilization in Dairy Cattle". J. Dairy Sci. 58, 1219.

31.- SATTER, K. y Roffler (1975). "Relationship Between Ruminal Ammonia and Non Protein Nitrogen Utilization by Cattle". I and II. J. Dairy Sci. 58, 1880-1888.

32.- TERRY, R. A., D. F. Osbourn y J. S. Fenlon (1973). "In Vitro Digestibility and the Estimation of Energy in Herbage". European Grassland Federation 5th General Meeting. Upsala. Suecia.

33.- TILLEY, J. M. y R. A. Terry (1963). "A two Stage Technique for the In Vitro Digestion of Forage Crops". J. Brit. Grassland Soc. 18, 104-111.

34.- VAN DER KOELEN y Van Es (1973). "A comparison of Some Laboratory Technique for the Estimation of the Digestibility of the Organic Matter in Forage Samples". Neth. J. Agric. Sci. 21, 199-205.

35.- VAN ES, A. J. H. (1977). "Feed Evaluation for Ruminants: New Energy System in the Netherlands". Institute for Animal Feeding and Nutrition Research Hoom. Lelystad and Dpt. Animal Phisiology. Wagening. Holanda. Mimeografiado.

36.- VAN ES, A. J. A. (1972). Handbuch der Tierernährung II. Ed. Paul Parey. Hamburg, Berlin.

37.- VAN L. KLOOSTER, H. A., Boekholt y S. Tamnimga. "Comments on the Use of Apparently Digestible Protein as and Indicator for Protein Evaluation in Ruminant Feeding". E.A.A.P. 2nd Inter Symp. on Prot. Metb. and Nutrit. Holanda.

38.- VAN SOEST,P. J. (1968). "Chemical Estimates of the Nutritional Value of Feeds". Proc. for 1968 Cornell Nutr. Conf. for Feeds Manufactures pp. 38-46.

39.- VAN SOEST, P. H. (1967). "Development of a Comprehensive System of Feed Analysis and Its Application to Forages". J. Anim. Sci. 26, 119.

40.- VAN SOEST, P. J. (1961). "Estimations of Nutritive Value from Laboratori Analysis". Proc. 1971 Cornell Nutrition Conference. pp.106-117.

41.- VAN SOEST, P. J. (1963). "Use of Detergents in Analysis of Fibrous Feeds: 1. Preparation of Fibre Residues of Low Nitrogen Content". J. Ass. Off. Agric. Chem. 46, 825-829

42.- VAN SOEST, P. J. (1963). "Use of Detergents in Analysis of Fibrous Feeds: 2. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin". J. Ass. Off. Agric. Chem. 46, 829-835.

FECHA DE DEVOLUCION			
18 NOV	1995		

EDITORIAL IICA