

# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 41

TRIMESTRE ENERO-MARZO 1991

NUMERO 1

CODEN: TURRAB 41(1):1-127

Métodos de investigación con enfoque y análisis de datos de sistemas agropecuarios. R. Quiroz, B. Arce, M. Holle	1
Metodología estadística para la caracterización de fincas de cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ). M. Zaldivar, C. Menacho	15
Caracterización y experimentación en sistemas mixtos de producción en San Gil (Colombia). H. Castañeda	22
Sistemas de producción de pequeños productores de leche en la zona de La Unión (Chile). G. Pichard, J. A. Alcalde, J. Ortega	31
Sistemas de producción bovina de los pequeños productores de Pucallpa, Perú. W. Gutiérrez, E. Hernández	40
Factores limitantes en el sistema de producción de caprinos en Zacatecas, México. H. Salinas, J. L. Avila, A. Falcón, R. Flores	47
Evaluación y estudio económico de curvas de crecimiento de cuatro líneas de cuyes. M. Zaldivar, L. Chauca, J. Chian M., N. Gutiérrez, V. Ganoza	53
Involución de la glándula mamaria en alpacas y efecto sobre el peso corporal y producción de fibra. V. Leyva, J. Markas	59
Incremento de peso vivo y fibra de alpaca en dos sistemas de producción en los Andes del Perú. M. Agramonte, V. Leyva	64
Dry matter and crude protein yields of <i>Echinochloa pyramidalis</i> on coastal clay soil of Guyana. J. Smith, J. Seaton, P. Osuji, P. D'Aguiar, P. Chesney, M. McBean, A. Haynes, C. Harding, N. Cumberbatch	69
Efecto de la carga animal sobre la productividad del pasto Estrella Africana en la costa sur de Guatemala. C. Rodríguez, H. Vargas, M. A. Gutiérrez, G. Roldán, J. Quiñones	76
The performance of female calves fed limited milk and four rations at Moblissa, Guyana. J. Smith, J. Seaton, P. Osuji, E. Thom, M. McBean, C. Bullen	82
Conceptos de los campesinos andinos y enfoque de sistemas. R. Claverías, G. Mamani, J. Salas, H. Muñoz	86
Producción de leche de animales cruzados en sistemas de doble propósito en Panamá. P. Guerra	96
Sistema de producción bovina de doble propósito en Panamá. M. De Gracia	108
Reseña de libros.	121



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

# MÉTODOS DE INVESTIGACION CON ENFOQUE Y ANALISIS DE DATOS DE SISTEMAS AGROPECUARIOS <sup>1</sup>

R. Quiroz\*, B. Arce\*, M. Holle\*

## ABSTRACT

The analysis of the data obtained throughout the different phases of the FSR approach must aid the researcher in understanding the interactions among the components of the system and its relationship with the environment. The literature dealing with this subject is limited. This paper shows some methods of data analyses with selected examples from the INIAA-PISA Project in Peru. The methods included are: descriptive statistics, principal component analysis, cluster analysis, discriminant analysis, regression analysis and combined analysis of variance in time and/or space. In addition, simulation models and optimal plot size estimation are discussed.

(Palabras claves: Análisis multivariado, componentes principales, conglomerados, modelos de simulación y mixtos).

## INTRODUCCION

Tradicionalmente, la investigación agropecuaria ha desarrollado su actividad en estaciones experimentales, con énfasis en el estudio de disciplinas individuales y aisladas. Los éxitos obtenidos han permitido lograr aumentos significativos en la producción y productividad de muchos cultivos y crianzas, en los campos de muchos agricultores. Sin embargo se han podido identificar grupos de usuarios que sobreviven en condiciones de clima y recursos marginales e, inclusive, algunos que poseen vivencias agrícolas de gran tradición. Estos grupos, mayoritarios en algunos países de América Latina y otros continentes, no se han favorecido por estas mejoras.

Aproximadamente desde el año 1970, investigadores agrícolas y de las ciencias sociales, en forma individual o en grupos multidisciplinarios, se han enfocado específica y concentradamente en esos usuarios de tecnología. Han incorporado enfoques holísticos y análisis de sistemas, adicionales o complementarios a la investigación disciplinaria y "reduccionista" que ha caracterizado siempre al sector agropecuario. Sin embargo, al presente sólo se cuenta con algunos datos de éxito y se ha comprobado que el tiempo necesario para generar tecnología es mayor. En el proceso es necesario modificar, adaptar y utilizar métodos que han sido propuestos pero poco utilizados.

El Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos, a cargo del INIAA, del Centro Inter-

## COMPENDIO

En las diferentes etapas de la investigación agropecuaria con enfoque de sistemas, se obtienen datos cuyo análisis debe proporcionar un conocimiento cuantificado de las relaciones que existen entre los componentes del sistema y con su entorno. La literatura sobre la aplicación de métodos de análisis a este tipo de datos, es escasa. En este trabajo se presentan algunos métodos de análisis de datos con ejemplos seleccionados del Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA-PISA) en Perú. Los métodos incluidos son: "estadígrafos" descriptivos, análisis de componentes principales, de conglomerados, discriminatorio, de regresión, y combinado de variancia en el tiempo y/o el espacio. Además se incluye una discusión sobre los modelos de simulación y una estimación del tamaño óptimo de parcelas de cultivo.

nacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) y de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI), realiza sus acciones en el altiplano del lago Titicaca, en zona peruana. Estudia y experimenta en los sistemas agropecuarios practicados ahí, con la finalidad de definir y validar alternativas tecnológicas que mejoren el bienestar de las familias campesinas que viven en comunidades tradicionales. En las investigaciones realizadas, se ha utilizado un gran número de técnicas y métodos aplicados a los cultivos y crianzas de la zona. El presente artículo describe y comenta algunos de ellos, en función de su capacidad de aplicación en el proceso metodológico que se sigue para ordenar este trabajo. Ese proceso es uniforme, pero cada equipo adapta y desarrolla cada paso individual, de acuerdo con sus necesidades (Fig. 1).

## CARACTERIZACION DE SISTEMAS

### Medidas estadísticas descriptivas

Un primer paso en el análisis de datos de caracterización, puede realizarse con descriptores estadísticos, pues permiten visualizar las estructuras de los recursos de producción y la productividad de los sistemas en estudio. Además, hace posible tener una idea de la diferencia entre productores, para cada variable utilizada.

### Análisis multivariados

Es común encontrar muchas variables explicatorias utilizadas. A veces es útil tener un gran número de ellas, pero también se corre el riesgo de duplicar la información. Si la duplicidad es total; es decir, si la segunda variable es una combinación lineal de la primera ( $r = 1.0$ ), entonces la matriz de variables independientes es

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

<sup>2</sup> Nutricionista, zootecnista y Director del Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios Andinos (PISA), respectivamente, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), La Molina, Lima, Perú

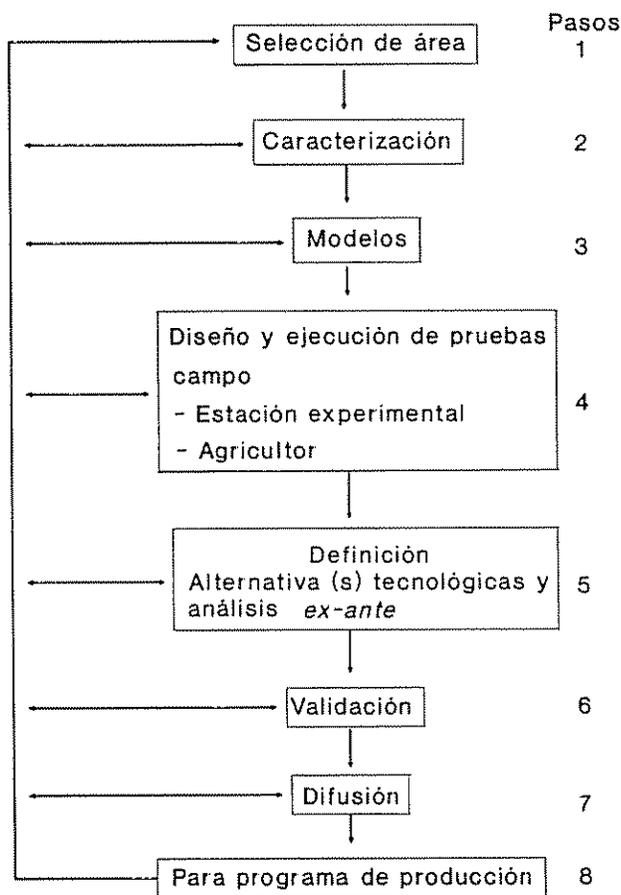


Fig. 1. Macrometodología de la investigación en sistemas de áreas con agricultura tradicional.

singular y no existe una solución única. En este caso, es posible detectar y corregir el problema, con una redefinición de los parámetros. La limitante aparece cuando existe casi "colinealidad". Es decir, cuando hay duplicación de información, pero la correlación no es perfecta. De ser así, existe una solución única en la matriz de variables explicatorias. Esto conlleva problemas, como el sesgo en los parámetros que expliquen cualquier tipo de función de respuesta o limitación en el poder de extrapolación fuera del espacio vectorial de las variables explicatorias o independientes (13). Una forma de confirmar la correlación, es estimar la matriz de correlación de todas las variables explicatorias y observar las interrelaciones entre cada dos variables.

Existen interrelaciones entre más de dos variables, que no pueden ser detectadas por este método y se requiere del análisis de la estructura de los datos, utilizando técnicas como la descomposición vectorial ("Eigen analysis"). Para eliminar el efecto de la correlación de las variables, es necesario formar variables ortogonales (no correlacionadas), previamente a cualquier tipo de análisis (regresión, conglomerados,

etc.). Una manera útil de lograr este tipo de combinaciones lineales ortogonales es la técnica de componentes principales (7, 10).

El agrupamiento de los productores se puede lograr mediante métodos multivariados, como lo es el análisis de conglomerados o "cluster" (8). En este análisis se determina la distancia cuadrada entre los centroides de los grupos y la distancia de cada elemento, que ha de ser clasificado, a los centroides de cada grupo. La clasificación de cada elemento se realiza de acuerdo a estas distancias. El tipo de agrupamiento depende del método seleccionado—por ejemplo, conexión promedio, método centroide, variancia mínima de Ward, etc. En la mayoría de estudios simulados, se han generado conglomerados compactos de más o menos el mismo tamaño o dispersión, favoreciendo el método de Ward (17). En estudios exploratorios, donde no se tiene idea sobre el tipo de agrupamiento que se espera, es recomendable utilizar métodos como la conexión por densidad ("density-linkage").

Si el agrupamiento de los productores se ha basado en la experiencia, éste se puede verificar con el análisis discriminante, el cual se describe posteriormente. Por el contrario, si se ha usado el método de "cluster", el análisis discriminante se emplea para generar una función—ecuación matemática que describe la distancia cuadrada entre un elemento y el centroide de cada conglomerado, para asignar a qué grupo pertenece cada observación—, con el objeto de clasificar nuevos datos. Los grupos formados por este análisis son los mismos que se obtienen con el "cluster", ya que su utilización depende del método, distancias cuadradas similares, entre otros.

Para ilustrar el uso de técnicas multivariadas, se presenta un análisis del padrón comunal de la comunidad campesina de Apopata en Puno (Perú). Las características de los productores analizados ( $n = 51$ ) muestran una gran variabilidad (Cuadro 1). Cuando existe tal heterogeneidad entre los productores, es recomendable tratar de formar grupos afines, de tal modo que su estudio y, posteriormente, el desarrollo de alternativas técnicas sean adecuados a cada grupo objetivo.

La matriz de correlación mostró la existencia de varios pares de las 15 variables correlacionadas. La reducción de la "dimensionalidad" se hizo mediante el método de componentes principales. Dado un conjunto de  $P$  variables numéricas, el método produce  $P$  componentes principales que son combinaciones lineales de las variables originales. Los coeficientes de cada combinación lineal son los vectores propios de la matriz de correlación. De las 15 nuevas variables o componentes principales, las cuatro primeras explican el 99% de la variancia total (Cuadro 1). Estas variables están asociadas con las variables originales: superficie, y número de alpacas, llamas y ovinos.

Cuadro 1. Variables utilizadas en el análisis del padrón comunal de Apopata, Puno (Perú).

Variables	Media	D.E.	Vectores propios						Variancia acumulada
			CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP	
Edad (años)	48.0	12.5	0.036	0.023	0.063	0.551	0.825	1	0.81981
Hijas 1-6 años	0.3	0.6	0.001	0.001	0.004	0.006	0.003	2	0.95221
Hijas 7-12 años	0.2	0.6	0.001	0.003	0.004	0.006	0.002	3	0.97818
Hijas 13-18 años	0.4	0.6	0.001	0.002	0.007	0.009	0.001	4	0.99221
Hijos 0-6 años	0.3	0.6	0.001	0.000	0.001	0.015	0.010	5	0.99860
Hijos 7-12 años	0.3	0.6	0.000	0.001	0.007	0.005	0.002	6	0.99917
Hijos 13-18 años	0.4	0.7	0.001	0.002	0.003	0.008	0.004	7	0.99958
Total de hijos	4.6	2.6	0.003	0.012	0.013	0.039	0.059	8	0.99982
Alpacas (unidades)	68.6	46.6	0.198	0.936	0.039	0.253	0.134	9	0.99990
Llamas (unidades)	25.9	31.0	0.244	0.001	0.923	0.271	0.120	10	0.99994
Bovinos (unidades)	2.3	3.1	0.000	0.041	0.021	0.038	0.036	11	0.99996
Ovinos (unidades)	27.1	18.3	0.037	0.280	0.297	0.742	0.530	12	0.99998
Parcelas (unidades)	2.3	1.1	0.001	0.002	0.012	0.009	0.023	13	0.99999
Educación (años)	1.7	2.2	0.003	0.010	0.001	0.012	0.032	14	0.99999
Superficie (ha)	82.9	114.1	0.948	0.208	0.231	0.067	0.008	15	1.00000

CP = Componente principal  
D E = Desviación estándar

El análisis de conglomerados ("clusters") por el método de Ward, con las cuatro variables originales, dio origen a cuatro grupos (Fig 2). Los descriptores estadísticos (Cuadro 2) muestran que los productores del Grupo 1 poseen menos tierra y ganado, comparado con los otros tres grupos. Los grupos dos, tres y cuatro tienen un número similar de ovinos y alpacas. Los productores del Grupo 4 tienen más llamas que los de los otros grupos. La tenencia de tierra, en orden descendente de grupos, es: 4, 3, 2 y 1. Los productores escogidos por intuición al inicio del seguimiento dinámico, fueron clasificados en los grupos 1 y 2.

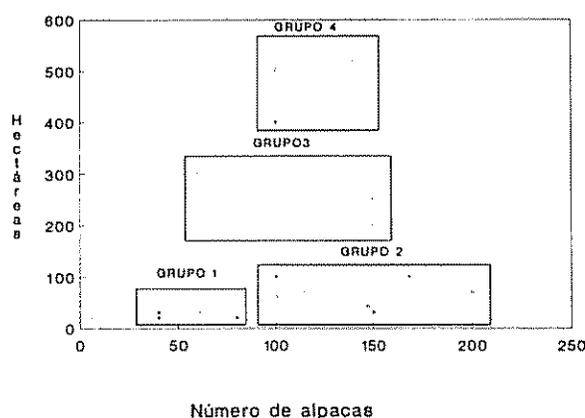


Fig 2. Cuatro grupos de familias individuales en función de dos componentes principales.

Cuadro 2. Valores promedios de las variables discriminantes por conglomerado (Apopata, Puno (Perú), datos 1989-padrón comunal).

Grupo	n	Superficie (ha)	Alpacas (Núm.)	Llamas (Núm.)	Ovinos (Núm.)
1	36	40(26)	44(20)	26(11)	21(14)
2	9	70(24)	137(33)	35(28)	42(19)
3	3	250(50)	120(52)	35(13)	48(13)
4	3	473(64)	113(23)	107(81)	35(13)

Desviación estándar entre paréntesis

**Análisis de regresión**

Es importante determinar funciones de producción, que permitan predecir el comportamiento de una variable dependiente de interés, respecto de una o más variables independientes. Se debe resaltar que en estudios de muestreo no se debe establecer la relación causa-efecto entre variables independientes y depen-

dientes, ya que no se han controlado otras que pueden estar afectando el estudio.

Para demostrar el uso de algunas herramientas de regresión, se utilizaron datos de los semilleros de papa (variedad Andina) del fondo rotatorio del Proyecto INIAA-PISA, en tres comunidades campesinas de Puno, en la campaña agrícola del período 1987-1988. Las variables incluidas en el análisis y los correspondientes descriptores estadísticos se muestran en el Cuadro 3.

La primera interrogante planteada en el análisis fue: ¿existe algún efecto del tamaño de la parcela sobre los rendimientos, expresados en kilogramos por hectárea?. Para dar respuesta a esta pregunta, se utilizó el método propuesto por Smith (16), donde la variancia del rendimiento, en función del tamaño de parcela, determina un índice de heterogeneidad del suelo. Con este índice y la relación de costos fijos y costos variables asociados con el cultivo, se puede fijar el tamaño de

**Cuadro 3. Descriptores estadísticos de las variables consideradas (n = 27) en el análisis de fondos rotatorios de Puno (1987-1988).**

Variables	Medla	Desviación	Mínima	Máxima
Semilla (kg ha <sup>-1</sup> )	1 482	411	833	2 778
Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )	110	55	14	181
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	76	42	0	155
K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	57	43	0	137
Total químicos (kg ha <sup>-1</sup> )	243	117	35	399
Guano (kg ha <sup>-1</sup> )	3 931	1 917	1 069	8 187
Mano de obra (h)	2 163	1 318	612	6 037
Yunta (h)	154	187	0	1 021
Pesticida, l/	430	390	0	1 567
Tamaño de parcela (m <sup>2</sup> )	1 009	2 071	110	11 000

parcela óptimo o más eficiente. Luego se estima el costo por usar tamaños de parcela diferentes al óptimo. Para el ejemplo, la relación funcional encontrada, entre la variancia y el tamaño de parcela, fue:

$$V_x = \frac{34.7}{X^{0.8}}$$

donde,

- V<sub>x</sub> = variancia del tamaño de la parcela X dividido por el tamaño de parcela-base.
- 34.7 = variancia del tamaño de parcela-base.
- 0.8 = índice de heterogeneidad del suelo.

El tamaño óptimo de parcela se estimó mediante la relación de costos fijos y variables del 30% y 70%, respectivamente:

$$X_{opt} = \frac{0.8}{0.2} * \frac{0.3}{0.7} = 1.7$$

Como el tamaño de parcela-base utilizado fue de 200 m<sup>2</sup>, el tamaño óptimo de parcela encontrado fue de 340 metros cuadrados.

El sesgo que puede conllevar el uso de kilogramos por hectárea, para expresar rendimiento, cuando los datos provienen de diferentes tamaños de parcelas, se muestra en la Figura 3. Para el caso del estudio, tamaños de parcela menores que 250 m<sup>2</sup> y mayores que 450 m<sup>2</sup> introducen un sesgo en la transformación de los datos de rendimiento a kilogramos por hectárea. Para eliminar este sesgo, se requiere expresar los rendimientos en otra forma, de tal manera que los resultados comparados no sean influidos por la variancia que tienen los rendimientos, sólo en función del tamaño de la parcela. Es decir que si el tamaño de la parcela es relevante en la predicción de la variable inde-

pendiente, se busca distinguir que este efecto no sólo es debido al tamaño sino también a otros factores — dedicación al cuidado del cultivo o eficiencia en el uso de recursos.

Se conoce la función que relaciona el rendimiento con la densidad de siembra (Fig. 4). Por lo tanto, se creó una variable de respuesta compuesta para eliminar el sesgo que puede introducir el tamaño de parcela:

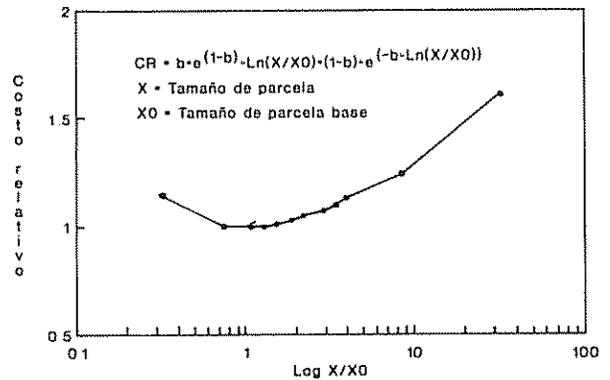


Fig. 3. Costo para usar tamaños de parcelas diferentes al óptimo.

$$Y = Q_c - Q_s,$$

donde,

- Y = rendimiento biológico neto (kg).
- Q<sub>c</sub> = cantidad de papa cosechada (kilogramos por parcela).
- Q<sub>s</sub> = cantidad de papa sembrada (kilogramos por parcela).

Los resultados del análisis de regresión, para predecir el rendimiento biológico neto con el uso de todas las variables explicatorias evaluadas (Cuadro 4) y el modelo reducido, según el procedimiento "stepwise"

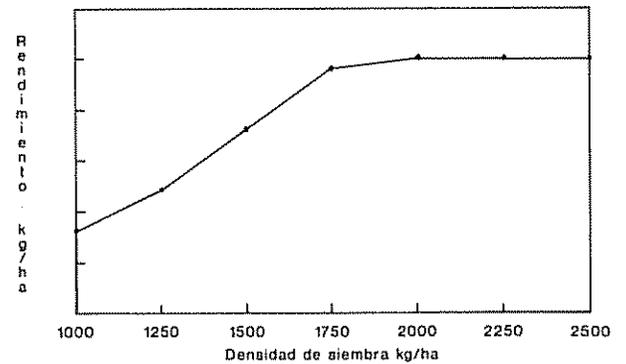


Fig. 4. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de la papa.

**Cuadro 4.** Coeficientes de regresión y su significancia en la predicción del rendimiento biológico neto de papa (tres comunidades de Puno, 1987-1988, fondos rotatorios).

Variable	Coefficiente	Prob > t
Intercepto	269.75	0.1424
Nitrógeno	-1007.93	0.1865
Fósforo	-1009.84	0.1855
Potasio	-1020.01	0.1817
Total químicos	1009.29	0.1859
Guano	-0.12	0.0011
Mano de obra	0.02	0.0604
Yunta	-0.64	0.0632
Pesticida	-0.57	0.0003
Tamaño de parcela	1.64	0.0001

**Cuadro 5.** Coeficientes de regresión, significancia y coeficiente de determinación de las variables originales seleccionadas mediante el procedimiento "stepwise" (tres comunidades de Puno, 1987-1988, fondos rotatorios).

Variable	Coefficiente	Prob > F	R <sup>2</sup> Parcial	R <sup>2</sup> Modelo
Intercepto	317.76	0.0606	—	—
Tamaño de parcela	1.64	0.0001	0.9804	0.9804
Potasio	-9.91	0.0007	0.0076	0.9880
Pesticida	0.61	0.0011	0.0045	0.9926
Guano	-0.12	0.0002	0.0035	0.9960
Yunta	-0.46	0.0799	0.0006	0.9966

(Cuadro 5), indican que las variables más importantes en la descripción de la variable de respuesta —rendimiento biológico neto—, fueron: niveles de potasio, guano, horas de yunta, pesticida y tamaño de parcela.

Cuando se tienen variables correlacionadas, existe un problema de multicolinealidad que puede sesgar los coeficientes de regresión (13; Cuadro 6). Para eliminar este problema, es necesario reducir la "dimensionalidad" de las variables independientes y crear nuevas variables ortogonales, con sentido biológico. Estas se usan para explicar el comportamiento de la variable de respuesta. La reducción de la "dimensionalidad" se realizó con el empleo de la técnica de componentes principales (7, 10). En el ejemplo, los prime-

ros cuatro componentes principales están asociados con: tamaño de parcela, mano de obra y pesticida. Estos cuatro componentes ortogonales explican más del 99% de la variabilidad en el espacio vectorial de las variables independientes (Cuadro 7).

Los resultados sugieren que en estudios como el usado en el ejemplo y en las condiciones de comunidades de Puno, las variables como tamaño de parcela, guano, mano de obra y pesticida, deben ser consideradas por su influencia sobre el rendimiento, pues al utilizar los componentes principales relacionados con estas, como variables independientes, el modelo de regresión explica el 98% del rendimiento biológico neto (Cuadro 8).

**Cuadro 6.** Matriz de correlación de las variables independientes usadas en el análisis de regresión para predecir la producción de papa (tres comunidades de Puno, 1987-1988, fondo rotatorio).

	Semilla	N	P	K	Total	Guano quím.	Mano obra	Yunta	Pest. parc.	Total
Semilla	1.00	0.39 (0.05)	0.14 (0.50)	0.19 (0.35)	0.30 (0.13)	0.26 (0.20)	0.35 (0.07)	-0.14 (0.50)	0.68 (0.00)	-0.12 (0.56)
N		1.00	0.47 (0.01)	0.53 (0.00)	0.84 (0.00)	-0.29 (0.15)	0.27 (0.17)	0.22 (0.26)	0.23 (0.24)	-0.02 (0.93)
P			1.00	0.62 (0.00)	0.81 (0.00)	-0.03 (0.89)	0.23 (0.24)	-0.28 (0.16)	0.16 (0.42)	0.01 (0.93)
K				1.00	0.85 (0.00)	-0.32 (0.10)	0.15 (0.44)	-0.31 (0.11)	0.15 (0.44)	0.17 (0.39)
Total. quím.					1.00	-0.26 (0.18)	0.27 (0.17)	-0.11 (0.57)	0.22 (0.26)	0.06 (0.76)
Guano						1.00	0.22 (0.27)	0.12 (0.55)	0.05 (0.80)	-0.29 (0.14)
M. obra							1.00	-0.15 (0.46)	0.36 (0.07)	-0.03 (0.88)
Yunta								1.00	-0.16 (0.43)	-0.22 (0.27)
Pesticida									1.00	-0.10 (0.60)
Tamaño de parcela										1.00

El nivel de probabilidad para aceptar  $H_0 : P = 0$  se encuentra entre paréntesis.

Cuadro 7. Variables originales y componentes principales en el análisis de producción de papa (tres comunidades de Puno, 1987-1988, fondos rotatorios).

Variables	Vectores propios				CP acumulada	Variancia
	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>	CP <sub>4</sub>		
N	0.003	-0.006	0.018	0.016	1	0.529
P	0.000	0.001	0.008	0.011	2	0.821
K	0.005	-0.002	0.010	0.014	3	0.982
Total quím	0.008	-0.007	0.036	0.041	4	0.995
Guano	-0.620	0.722	-0.305	0.017	5	0.998
Mano de obra	-0.118	0.299	0.938	-0.085	6	1.000
Yunta	-0.017	-0.012	-0.026	-0.085	7	1.000
Pesticida	-0.022	0.011	0.118	0.987	8	1.000
Tamaño de parcela	0.775	0.623	-0.099	0.020	9	1.000

CP = componente principal

## MODELOS

Los sistemas agropecuarios en aquellas regiones con agricultura tradicional y/o marginal, son usualmente complejos y están conformados por subsistemas biológicos, como el pecuario y el agrícola, casi siempre en combinación. Se caracterizan por estar sometidos a la incertidumbre y cambios en el tiempo. Por lo tanto, el estudio de los componentes de mayor relevancia y sus interacciones es complejo. Una de las formas de entender y conocerlos a fondo es mediante la identificación de sus componentes e interrelaciones, el análisis de sistemas y la "modelación". Esta herramienta, que ha tenido grandes avances y resultados excelentes en otras áreas —como minería, industria y asuntos militares—, ha sido poco utilizada en el área agropecuaria.

Se entiende por "modelación" una representación simplificada de un sistema real, con base en un conjunto de evidencias. El diseño de un modelo permite analizar en detalle el sistema de producción, identificando sus componentes e interrelaciones y, una vez implementado, posibilita obtener una idea más clara de la sensibilidad de las variables, definiendo así áreas de investigación prioritarias.

La "modelación" se puede utilizar para probar tratamientos en experimentos o alternativas tecnológicas de forma *ex-ante*, con el consecuente ahorro de tiempo y dinero.

Los modelos deben cumplir con ciertas características, para lograr los objetivos planteados, las que son un balance entre la generalidad, precisión y realismo. Está ampliamente comprobado que un modelo, al buscar mayor realismo, aumenta en complejidad y su precisión se reduce; y si es demasiado preciso, pierde generalidad. El planteamiento inicial de los modelos

Cuadro 8. Coeficientes de regresión y su significancia en la predicción del rendimiento biológico neto, usando componentes principales (tres comunidades de Puno, 1987-1988, fondos rotatorios).

Variable	Coefficiente	Probabilidad > T
Intercepto	1140	0.0001
CP1	2938	0.0001
CP2	1664	0.0001
CP3	-155	0.1101
CP3	184	0.0608
R <sup>2</sup>	0.984	

CP = componente principal

debe ser sencillo, y en la medida que éste no responda a las expectativas, se debe aumentar la complejidad.

Las etapas en la elaboración de modelos han sido descritas por Shannon (15) y Aguilar y Cañas (1). Desde 1988 el Proyecto INIAA-PISA utiliza esta herramienta, por medio de dos convenios: uno, con la Pontificia Universidad Católica de Chile y el otro, con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, Costa Rica). La experiencia inicial ha sido enriquecedora. Se han elaborado cuatro modelos de simulación y un sistema experto. Los modelos de simulación se han utilizado para entender mejor las interrelaciones de los sistemas modelados, para el análisis *ex-ante* de las alternativas tecnológicas y para priorizar áreas experimentales en el campo. El sistema experto ha sido validado por investigadores en el cultivo de papa y se siguen haciendo las modificaciones pertinentes.

Los tres modelos pecuarios: alpaca, ovinos y bovinos de carne y leche han sido descritos por Quiroz *et al.* (11). El modelo de simulación de papa y el sistema experto de papa, por Arze y Valdivia (3).

## PRUEBAS EXPERIMENTALES

El diseño y la ejecución de pruebas de campo se pueden realizar tanto en una estación experimental como en el campo del agricultor. Por considerar que las pruebas en una estación experimental, son ampliamente conocidas, sólo se describe el *modus operandi* del Proyecto PISA, en el campo del agricultor. Algunos de los problemas más comunes, encontrados en la investigación agropecuaria, son discutidos por Quiroz (12). Cuando se realizan pruebas en diferentes localidades y años (ambientes)—generalmente en campos de agricultores—, se plantean modelos mixtos con efectos fijos y aleatorios en las variables independientes. Esto puede modificar el análisis de los datos que comúnmente se hace.

Para ilustrar la forma de analizar los modelos mixtos en el tiempo y el espacio, se utilizan datos parciales de rendimientos de papa, obtenidos en dos localidades de Puno (Perú) durante dos años. El diseño, dentro de cada localidad y año, fue de bloques completamente aleatorios, con cuatro bloques (B) y cuatro variedades (T).

En primer lugar se realiza un análisis por localidad al año. La estructura del análisis de variancia se muestra a continuación (Cuadro 9).

Las pruebas de F usan el cuadrado medio del error como denominador, para los efectos de bloque y variedad, basado en los cuadrados medios esperados.

El siguiente paso es probar si las variancias de los grupos de datos que se van a combinar, son homogéneas. En casos como el ejemplo dado, donde los grados de libertad para todos los grupos son iguales, se puede utilizar la prueba de Hartley (6). De lo contrario, se debe utilizar la prueba de Bartlett (4). Si los grados de libertad no son muy diferentes, Hartley (6) afirma que su aproximación es válida. La prueba de F máxima de

Cuadro 9. ANOVA para un experimento con papa en Puno (Perú).

FV	GL	CM ESPERADO	CM
B	3	VAR (Error) + 4 VAR(B)	CMB
T	3	VAR (Error) + 4 VAR(T)	CMT
ERROR	9	VAR (Error)	CME

FV = Fuente de variación.

GL = Grados de libertad.

CM = Cuadrados medios.

VAR = Variancia.

Hartley, para el ejemplo, indica que la variancia es heterogénea. La relación  $S^2$  máxima/ $S^2$  mínima da un valor de 6.85, y el valor tabulado para la comparación de cuatro variancias, con nueve grados de libertad, es de 6.14 ( $P > 0.05$ ). Cuando la variancia es heterogénea, se debe determinar si la relación de la media con la variancia es funcional y se recomienda hacer transformación en las variables. Si la relación no es funcional, una alternativa es la partición de errores.

Para continuar con el ejemplo, se supone que la variancia es homogénea. El siguiente paso es un análisis combinado por años, para cada localidad. Se pueden establecer dos variantes de este análisis; en la primera, se "realcatorizan" los tratamientos cada año. Esto es lo común en el caso de los cultivos. La estructura para este análisis de variancia se presenta en el Cuadro 10.

Si se asume que el efecto anual es fijo, como puede ser el caso en climas muy variables con comparaciones de pocos años, el término de error para la prueba

Cuadro 10. ANOVA para el experimento de papa con "realcatorización" de tratamientos

FV	GL	CM esperado	CM	TE1	TE2
A	1	Verror + 4 Vat + 4 Vab + 16 Va	CMA	CMC1	CMC1
B	3	Verror + 2 Vbt + 4 Vab + 8 Vb	CMB	CMBY	CMC2
T	3	Verror + 2 Vbt + 4 Vat + 8 Vt	CMT	CMBT	CMC3
A*B	3	Verror + 4 Vab	CMAB	CME	CME
A*T	3	Verror + 4 Vat	CMAT	CME	CME
B*T	9	Verror + 2 Vbt	CMBT	CME	CME
ERROR	9	Verror	CME		
Total (corr.) 31					

TE1 = Término de error apropiado, si el año es fijo

TE2 = Término de error apropiado, si el año es aleatorio

V = Componente de variancia en los CM esperados.

CMC1 = CMAB+CMAT-CME.

CMC2 = CMBT+CMAB-CME.

CMC3 = CMBT+CMAT-CME.

de F, es un cuadrado medio compuesto (TE1). Si se usa el cuadrado medio del error (CME), como denominador, puede haber una subestimación o sobreestimación del valor de F. La magnitud del sesgo es una función de la relación numérica que existe entre el término de error apropiado y el cuadrado medio del error.

Si el efecto de año es aleatorio, varios de los efectos necesitan un denominador compuesto para la prueba de F. Cuando se usan denominadores compuestos se utiliza la aproximación de Satterthwaite (14), para estimar los grados de libertad del error. Para el término CMC1, los grados de libertad del error se estimarían como:

$$Fr = \frac{(CMC1)^2}{\frac{(CMAB)^2}{GLab} + \frac{(CMAV)^2}{GLav} + \frac{(CME)^2}{GLE}}$$

$$Fr = 2.42$$

La segunda variante es cuando los tratamientos no son anuales. En este caso, se le denomina experimento perenne, y el año, con sus correspondientes interacciones, constituye la subparcela. El análisis es igual a un diseño de parcelas divididas, con bloques y variedades en la parcela principal y el año más las correspondientes interacciones en la subparcela (18).

Si el análisis es combinado por localidades para cada año, la estructura es similar a la expuesta en los párrafos anteriores. Sólo hay que sustituir el efecto anual por el de localidad. La consideración principal es determinar si el efecto de localidad es fijo o aleatorio. Algunos criterios tomados en cuenta en la definición de un efecto fijo o aleatorio, son:

a. Si se desea generalizar los resultados a una población mayor;

**Aleatorio:** generalización justificada por el análisis estadístico. Es decir, se puede hacer una extrapolación, utilizando los límites de confianza generados con la variancia de la muestra.

**Fijo:** generalización sería subjetiva y no estaría justificada por el análisis estadístico.

b. ¿Cómo se seleccionaron los factores?.

**Aleatorio:** al azar.

**Fijo:** por cualquier otro procedimiento.

c. Si se llevara a cabo un estudio similar, ¿se seleccionarían los mismos factores?

**Aleatorio:** no necesariamente los mismos.

**Fijo:** serían los mismos.

El análisis de variancia combinado, por años y localidades, tiene la siguiente estructura, si todos los efectos son aleatorios (Cuadro 11).

El efecto sobre el valor de F puede ser muy significativo (Cuadro 12). En algunos casos, el cuadrado medio del denominador elaborado puede ser menor que 0; en estos casos, es preferible aplicar la prueba contra el error experimental, ya que sería imposible obtener otro estimado del valor de F.

Si alguno de los componentes - año o localidad - es considerado como efecto fijo, la estructura del análisis varía. Es decir, varios de los denominadores para la prueba de F, serían diferentes. El presente ejemplo usa un modelo totalmente aleatorio, debido a que sería el más complejo. La clave para establecer la estructura de análisis en cada caso, es la estimación de los componentes de variancia.

Cuadro 11. ANOVA para el experimento de papa si los efectos son aleatorios.

	GL	CM estimado	CM	TE
A	1	$Vc+4V_{alt}+8V_{at}+4V_{bal}+16V_{al}+32V_a$	CMA	CMCA
L	1	$Vc+4V_{alt}+8V_{lt}+4V_{bal}+16V_{al}+32V_l$	CML	CMCL
A*L	1	$Vc+4V_{alt}+4V_{bal}+16V_{al}$	CMAL	CMCAL
B(A*L)	12	$Vc+4V_{bal}$	CMBAL	CME
T	3	$Vc+4V_{alt}+8V_{lt}+8V_{at}+16V_t$	CMT	CMCT
A*T	3	$Vc+4V_{alt}+8V_{at}$	CMAT	CMALT
L*T	3	$Vc+4V_{alt}+8V_{lt}$	CMLT	CMALT
A*L*T	3	$Vc+4V_{alt}$	CMALT	CME
ERROR	36	$V_e$	CME	

Total corr. 63

CMCA = CMAL+CMAT-CMALT  
CMCL = CMAL+CMLT+CMALT

CMCAL = CMBAL+CMALT-CME  
CMCT = CMAT+CMLT-CMALT

En casi todos los casos en donde se requiere un CM compuesto, el uso del CME, como denominador de la prueba de F, produce una subestimación de este estadígrafo. En el término de error apropiado para el efecto tratamiento, el CM de la interacción triple es mayor que la suma de los CM de las interacciones año-tratamiento y localidad-tratamiento. Esto causa un denominador menor que cero. Es por ello preferible usar el CME como denominador.

Cuadro 12. Valores de F estimados con el CME y el término de error apropiado para el análisis de producción de papa, Puno (1974 y 1982).

FV	F-CME	F-TEA
A	1.70	12.17
L	1.93	9.16
A*L	0.29	186.22
B(A*L)	0.84	0.84
T	2.97	-49.00
A*T	0.02	0.10
L*T	0.09	0.53
A*L*T	0.16	0.16

## DEFINICION DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS Y ANALISIS EX-ANTE

### Definición de alternativas

El resultado y resumen del trabajo de investigación, con la metodología según el enfoque y análisis de sistemas, se plasma en opciones tecnológicas a los sistemas estudiados, en un ámbito definido de agricultores. Ello obliga al equipo de investigación a integrar estudios en forma sistemática, y permite proseguir en el proceso de investigación ordenada, hacia el uso de esta tecnología en etapas posteriores, como validación y difusión.

En el caso de la investigación tradicional, los resultados se integran casi siempre en función de un cultivo o crianza. El producto del fitomejoramiento es una variedad, algunas veces con recomendaciones específicas como zonas de siembra, control de pestes, etc. pero casi siempre la información es desagregada. Un producto formal reconocido y valioso es el artículo científico.

Las alternativas tecnológicas en la investigación con el enfoque y/o análisis de sistemas, son un esfuerzo por integrar componentes, disciplinas, etc., en función de la realidad del ambiente donde se ubican los agricultores usuarios. Son también el producto que la investigación agrícola ofrece, proveniente de la caracterización de sistemas de producción y de las pruebas realizadas durante la investigación. Muchas veces se muestra un modelo cualitativo parcialmente cuantificado. El desarrollo de otros tipos de modelos cuantitativos

cubre solamente los componentes. Falta la elaboración de modelos de las unidades productivas de agricultores en ambientes tradicionales y/o marginales, hasta el punto que permitan su uso como maqueta o matriz de la producción de alternativas tecnológicas para dicho modelo.

La sistematización requiere dos acciones: a) el listado de las alternativas para cada condición y b) una descripción en formato de cada una. En este proceso es posible desarrollar y utilizar información secundaria y proveniente de fuentes externas al trabajo planificado. Pero es clave la documentación de cada ítem de información para que la alternativa sea útil en la continuación del proceso. Por otro lado, la eficiencia de la investigación es difícil de evaluar, si se desconoce la fuente de las "minitecnologías" incluidas en la alternativa tecnológica definida.

La descripción de una alternativa tecnológica requiere un formato que cumpla con los principios de un enfoque holístico y de análisis de sistemas. El término "alternativa tecnológica" surgió a raíz de que el término "paquete tecnológico" implicaba contradicciones con la forma real en que el campesino adopta y adapta la información a su esquema de producción integrado. Ha sido frecuente la experiencia en procesos de investigación y transferencia tecnológica, donde cada agricultor "desarma" el (los) paquete(s) e integra en su propio sistema de producción las partes que cree necesitar. Una alternativa significa que hay un patrón, maqueta, sistema actual y real que corresponde al agricultor. Durante el proceso de desarrollo de la investigación de esta alternativa se ha usado la maqueta como base, de tal forma que las variantes están ya probadas en unos pocos casos, y que los pasos subsiguientes — validación, difusión, etc.—, sirven, principalmente, para medir el desempeño de la alternativa en una mayor cantidad y variedad de contextos, y para estimar el comportamiento desde una perspectiva económica y social.

Un formato propuesto, basado en la experiencia del proyecto INIAA-PISA, tiene las siguientes partes:

- Cambio en aspectos del proceso de producción del sistema en el que se sugiere hacer la modificación.
- Sistema actual, que utiliza la descripción, producto de la fase de caracterización del sistema imperante en la comunidad campesina. Es el comparador que el equipo acepta y sobre el cual se plantean las alternativas.
- Alternativa INIAA-PISA, que describe someramente los cambios al sistema del agricultor.
- Justificación, es decir las razones para hacer el cambio expuesto en la alternativa tecnológica.

- Meta definida por los incrementos, reducción en la demanda de recursos y aumento de los productos del sistema. Es ideal si se puede cuantificar. Es un ejercicio riesgoso pero útil.

- Investigaciones futuras, son el paso metodológico del proceso de investigación que debe continuar —validación, componente que se ha de estudiar—.

- Medio ambiente socio-económico que comprende el área del comportamiento socio-económico del campesino o de la comunidad, que aceptará o rechazará la prueba, validación, etc. de la alternativa tecnológica. Contribución clara del trabajo integrado entre ciencias sociales y biológicas.

- Tiempo mínimo estimado para ver resultados, expresado en años o campañas agrícolas (válidas) que indica el avance logrado en el desarrollo de la alternativa y la confianza de éxito en ella por parte del equipo de investigación responsable del trabajo.

- Base documental, constituida por las referencias escritas, actividades programadas del proyecto, observaciones que fundamentan cada componente de la alternativa. Es esencial para la continuidad del trabajo.

#### Análisis *ex-ante*

Previamente a la validación de una alternativa tecnológica en la propiedad del productor, es recomendable estimar el posible comportamiento de ésta. Para ello, se utiliza alguna forma de orden del conocimiento, de tal modo que la predicción que se haga tenga cierto nivel de certeza. En el proyecto PISA-INIAA, se usan dos formas de ordenadores de datos: los formatos y los modelos de simulación.

**a) Formatos cuantitativos.** Los formatos cuantitativos utilizados constituyen las hojas de cálculo electrónico tipo Lotus 123. Estas hojas se utilizan para estimaciones, tanto biológicas como económicas. Como ejemplo de las biológicas, se presenta una evaluación de la disponibilidad y calidad de los recursos locales para alimentación de bovinos.

La primera parte de este estudio tiene como base la información publicada por Ccama (5), respecto de la superficie sembrada en cultivos, cuyos residuos se usan para la alimentación animal, y pastos cultivados, anuales y perennes. Es evidente que en los últimos 19 años ha habido un incremento mayor en la superficie sembrada en pastos, comparada con los cultivos de consumo humano. Ese aumento se debe a pastos perennes como alfalfa y otros cultivos, ya que los de cebada y avena forrajera presentaron incrementos leves.

Cuadro 13. Producción de materia seca y digestibilidad de algunas fuentes de forrajes en el departamento de Puno (Perú).

Forraje	MS (kg/ha)	DMS (%)
Alfalfa	4 600	69
Avena forrajera	3 500	60
Cebada forrajera	2 600	60
Otros pastos cultivados	5 300	60
Avena, grano	2 000	56
Cañihua	6 000	56
Cebada, grano	2 000	50
Habas	1 500	48
Quinua	6 000	43
Trigo, grano	2 000	50

MS = materia seca

DMS = digestibilidad de la materia seca

Para estimar el aporte energético en megacalorías de energía neta para manutención (ENm, Mcal), se utilizó la producción de materia seca por hectárea y las respectivas digestibilidades (Cuadro 13).

A partir de estos datos, se estimaron los contenidos de ENm, utilizando las siguientes relaciones funcionales (9):

- Un kilogramo de MS digestible = 4.4 Mcal de energía digestible (ED);

-  $EM = 0.82 ED$ , donde EM = energía metabolizable;

-  $ENm = 1.37 EM - 0.138 EM^2 + 0.0105 EM^3 - 1.12$ .

La disponibilidad de ENm fue superior a la demanda, considerando la población bovina del departamento de Puno, durante 19 años. Para el cálculo del requerimiento de manutención, se asumió un peso vivo (PV) de 200 kilogramos. La ecuación utilizada para estimar este requerimiento (Mcal), fue:  $0.077PV^{0.75}$  (9). La oferta de ENm fue superior en los residuos de cosecha que en los pastos cultivados, debido a la mayor superficie sembrada. Además, si se empleara todo residuo para alimentación animal, se podría tener suficiente energía para manutención y cierto nivel de producción. Sin embargo, parte de los residuos se utiliza como combustible, especialmente en las comunidades campesinas.

Otra estimación realizada fue acerca de la soportabilidad y potencial productivo por hectárea de forraje (Cuadro 14). Si se consideran sólo los requerimientos de manutención, con pastos cultivados se podrían soportar 1353 (DE = 460) animales/ha/d, o un animal durante 1353 días. En el caso de los residuos de cosecha, la cifra es de 844 (DE = 541) animales/ha/

día. Las desviaciones estándares (DE) son mayores en los residuos debido a la mayor variabilidad en rendimiento y digestibilidad. Si el 50% de la energía disponible se utiliza para ganancia de peso (Cuadro 14), en pastos cultivados es posible que un animal de 200 kg gane un promedio de 1.2 kg/d por 196 (DE = 74) d; mientras que en residuos de cosecha, el número de días se reduce a 83 (DE = 58). La energía neta para ganancia en peso (ENg), se estimó con la siguiente ecuación:  $ENg = 1.42 EM - 0.174 EM^2 + 0.0122 EM^3 - 1.65$  (9).

En términos económicos, se usan los formatos cuantitativos para realizar el análisis beneficio/costo de las salidas de los modelos de simulación.

**b. Modelos de simulación.** A diferencia de los modelos de programación matemática y los formatos cuantitativos, los modelos de simulación usados en esta etapa, son modelos estocástico-determinísticos. Es decir, las variables de mayor relevancia en el modelo se estiman por medio de una función probabilística. Esto permite obtener resultados diferentes en cada corrida del modelo, dentro de una densidad de probabilidades.

Una vez que se determina la precisión del modelo, con respecto del sistema de producción-objetivo, el modelo de simulación puede utilizarse como una herramienta de análisis *ex-ante*. En este análisis se pueden modificar todos los componentes que se le hayan incorporado y también probar las propuestas de alternati-

**Cuadro 14.** Niveles de soportabilidad y producción por hectárea de algunos forrajes en el departamento de Puno (Perú), con base en energía.

Forraje	ENm/ha	Animal/ha/d	ENg/ha	DDGP
Alfalfa	7 326	1 789	2 278	278
Avena forrajera	4 554	12	1 275	156
Cebada forrajera	3 383	826	947	6
Otros pastos cultivados	6 896	1 684	1 930	236
Avena (grano)	2 334	570	606	74
Cañihua	7 003	1 710	1 514	185
Cebada (grano)	1 779	434	347	42
Haba	1 334	325	260	32
Quinua	4 254	1 039	529	65
Trigo, grano	1 920	469	413	50

EN = energía neta, Mcal.

Animal/ha/d = animal/hectárea/día.

DDGP= días de ganancia de peso, a razón de 1.2 kg/día

**Cuadro 15.** Tratamientos\* considerados en el experimento.

Tratamientos	Niveles nutricionales
T1	Pradera nativa + bofedal
T2	Pradera nativa + bofedal + suplemento en pastura (último tercio de gestación) durante 135 días
T3	Pradera nativa + bofedal + suplemento en pastura (dos últimos tercios de gestación) durante 225 días
T4	Pradera nativa + bofedal + suplemento en pastura (toda la gestación) durante 345 días

\* Modificaciones probadas en el modelo

vas que se deseen. Al final, se seleccionan aquellas cuya probabilidad de viabilidad sea mayor, tanto desde el punto de vista biológico como económico. Para mostrar el uso de esta herramienta, se presenta un ejemplo de evaluación *ex-ante*, usando un modelo de simulación de alpacas.

#### Ejemplo de evaluación ex-ante:

**Título:** "Influencia del peso al empadre sobre parámetros productivos y reproductivos en un rebaño de alpacas".

#### Objetivos:

1. Determinar el efecto del peso en el empadre y el suplemento, durante la gestación, en los parámetros productivos y reproductivos del rebaño, evaluando el porcentaje de fertilidad, peso de las crías al nacimiento y al destete, peso de las reproductoras y su producción de fibra.

2. Determinar la rentabilidad de distintos pesos en el empadre y el suplemento.

**Materiales y métodos:** En el modelo de alpacas (2) se definieron campos de pastoreo de pradera nativa y bofedal, simulando las condiciones de la comunidad campesina de Apopata, con sus respectivas tasas de crecimiento y digestibilidades. La disponibilidad inicial para la pradera nativa fue de 1000 kg de MS/ha, y para el bofedal de 1500 kg de MS/hectárea. Se utilizó una carga animal promedio de 0.8 UO/hectárea.

En un diseño de bloques completamente al azar, se evaluaron cuatro tratamientos (Cuadro 15). Los bloques fueron constituidos por los pesos iniciales de las hembras reproductoras: 49, 55, y 60 kilogramos. Cada tratamiento tuvo 100 hembras reproductoras y la carga se mantuvo constante (100 UO de 30 kg/ha). Cada tratamiento se replicó cinco veces (corridas del modelo). El análisis consistió en un análisis de variancia

Cuadro 16. Evaluación de la alimentación suplementaria durante la preñez de alpacas de diferentes pesos y su influencia sobre parámetros productivos y reproductivos.

Variable de respuesta	Peso al empadre					Tratamiento*					
	49	55	60	S $\bar{y}$	Sig.	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	S $\bar{y}$	Sig.
Peso de cría (kg)	6.6	7.0	7.6	0.3	ns	6.9	6.8	7.1	7.4	0.3	ns
Peso de lactante (kg)	49.7	55.0	60.5	0.3	**	53.3	53.8	50.7	58.5	0.4	**
Porcentaje de parición	63.4	75.1	90.7	0.6	**	72.4	75.1	76.0	82.2	0.7	**
Peso al destete (kg)	23.9	27.5	29.8	0.3	**	25.5	26.2	27.7	28.9	0.3	**
<b>Producción de fibra (kg) en:</b>											
Gestantes 1er año	0.8	0.9	1.1	0.03	**	0.9	0.9	0.9	1.1	0.03	**
Gestantes 2do año	0.8	1.0	1.2	0.03	**	0.9	0.9	1.0	1.1	0.04	*
Lactantes 2do año	0.9	1.1	1.2	0.05	**	1.0	1.0	1.1	1.2	0.05	ns

\* Tratamiento se refiere a las modificaciones probadas en el modelo  
 S $\bar{y}$  = Error estándar de la media; Sig. = Significancia;  
 ns = P>0.05; \* = P<0.05; \*\* = P<0.01

para probar los efectos de bloque, de tratamiento y la interacción de éstos. Posteriormente se realizó un análisis multivariado de variancia, considerando la interrelación existente entre las variables de respuestas, debido a que éstas fueron tomadas de los mismos individuos; por lo tanto, no sin independencia.

Además, se utilizó la prueba de Dunnett, de una sola cola, para comparar las respuestas al suplemento *versus* la respuesta al testigo. Para estimar la magnitud del efecto del peso inicial, en las variables de respuesta donde hubo efecto de bloque, se hizo un análisis de regresión simple.

Las variables medidas, para todos los tratamientos, fueron: peso de la cría al nacimiento y peso al destete, peso de las lactantes y porcentaje de parición y producción de fibra de las reproductoras y lactantes. Para determinar la cantidad de hectáreas necesarias de pastura suplementaria, se corrió el modelo pero indicando que se estime durante los días señalados de la gestación, la cantidad adicional que requiere de suplemento de pastura. Con esta información se calculó el equivalente a una pastura de suplemento.

**Resultados y discusión:** El peso inicial de las hembras reproductoras afectó la mayoría de las variables de respuesta (Cuadro 16).

El incremento (b) en las variables de respuesta por cada kilogramo de incremento en el peso de la hembra reproductora, se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Tasa de incremento (b) de variables de respuesta por kilogramo de incremento en el peso de las hembras reproductoras.

Variable de respuesta	b	r <sup>2</sup>	P >  t
Peso lactante (kg)	0.97	0.78	0.0001
Parición (%)	2.46	0.86	0.0001
Peso al destete (kg)	0.54	0.68	0.0001
<b>Producción de fibra (kg) en:</b>			
Gestantes 1er año	0.02	0.51	0.0001
Gestantes 2do año	0.03	0.60	0.0001
Lactantes 1er año	0.03	0.41	0.0001

El mayor efecto del peso durante el empadre se muestra en la variable porcentaje de parición, donde el peso inicial de la hembra reproductora explica el 86% de la variación y se sugiere probar un peso inicial de 60 kg en la ejecución del ensayo en el campo.

Las variables de respuestas del modelo que fueron afectadas (P<0.05) por los tratamientos simulados (Cuadro 16), se debieron al incremento propiciado por el suplemento durante la gestación (T4). Esto fue demostrado por la prueba de Dunnett, de una cola (P<0.05). La única interacción grupo \* tratamiento importante (P<0.05), fue para la variable parición. Esta se debió a la respuesta diferencial del T4, como se muestra en la Fig. 5.

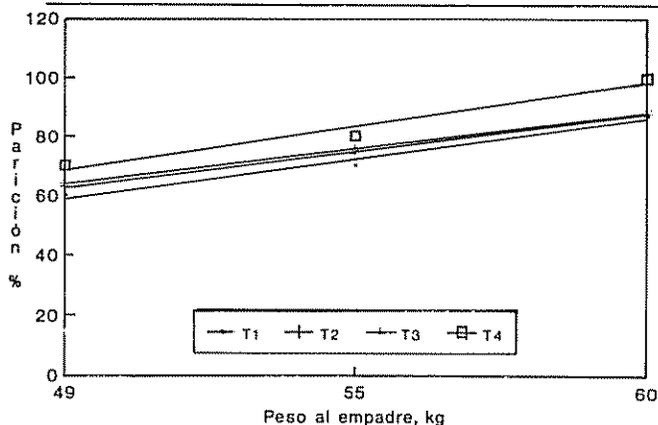


Fig. 5. Interacción grupo-tratamiento para la variable parición (ver cuadro para explicación de tratamientos).

Al considerar todas las variables de respuesta juntas, mediante el análisis multivariado de variancia, se encontró que tanto el peso inicial como los tratamientos, tuvieron efecto en la respuesta animal ( $P < 0.001$ ). La interacción fue significativa cuando se consideraron las variables asociadas con producción de carne; pero no así con aquéllas relacionadas con la producción de fibra.

La rentabilidad de la inversión (Cuadro 18), que se calculó por la relación entre la producción y la inversión —donde la producción es el ingreso de carne/hectárea más el ingreso de fibra/hectárea—, indica que en la medida que se suplementa, la rentabilidad en general disminuye. Sin embargo, la rentabilidad aumenta al incrementarse el peso al empadre, lo cual sólo se podría hacer al disminuir la presión de pastoreo. Esto implica que en condiciones reales se debe incrementar la disponibilidad de forraje o reducir la carga animal.

**Conclusiones del experimento:** Parecería que en el esquema de las comunidades campesinas y en las condiciones ecológicas de la de Apopata, al empadrear alrededor de los 49 kilos sin suplemento, se obtiene la mayor rentabilidad factible, sobre todo para aquellas familias que no disponen de capital necesario para tener pastura suplementaria. En este sistema de producción, el porcentaje de parición es de 63%; por con-

Cuadro 18. Rentabilidad de la inversión en suplemento a alpacas gestantes, usando los resultados de la simulación.

Peso de alpacas gestantes (kg)	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
49	19.75	17.54	15.42	15.21
55	28.16	24.06	24.01	22.32
60	46.68	37.00	33.53	35.50

siguiente, las crías producidas se utilizan principalmente para reposición y consumo familiar, y, por ende, quedan pocas crías de bajo peso para la venta. La cosecha anual es fundamentalmente la fibra. Se sugiere evaluar en el campo el efecto del suplemento durante toda la gestación, en alpacas gestantes con peso al empadre de 60 kg, comparadas con el sistema tradicional en alpacas del mismo peso.

En resumen, se han mostrado diversas herramientas de análisis de datos útiles en las diferentes etapas del trabajo en sistemas. La aplicación de éstas está en función del tipo de dato obtenido y el objetivo del trabajo realizado. En algunos casos el uso de descriptores estadísticos es suficiente. Sin embargo, hay situaciones donde se requieren otras técnicas más elaboradas como el análisis de regresión, técnicas multivariadas de clasificación o el análisis de variancia combinados en el tiempo y/o el espacio.

### LITERATURA CITADA

- AGUILAR, C.; CAÑAS, R. 1980. Algunas consideraciones del uso de análisis de sistemas en ciencias agrícolas. *Ciencia Interamericana* (OEA) 10(1-2): 8.
- ARCE, B. 1989. Análisis del sistema de producción de alpacas en pequeños productores de Puno, Perú. Tesis Mag. Sc. Santiago, Chile, Programa de Posgrado de la Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia, Pontificia Universidad Católica de Chile. 222 p.
- ARZE, J.; VALDIVIA, R. 1990. Desarrollo de modelos para la transferencia de agrotecnología en el altiplano peruano. In *Reunión de Perspectiva de la Investigación en el Altiplano en el Corto y Mediano Plazo*. A. Arguelles (Ed.). Lima, Perú. 18 p. (En prensa).
- BARTLETT, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of Agriculture* (U.K.) 160: 268.
- CCAMA, F. 1990. Estructura y evolución de la producción agropecuaria en el departamento de Puno, período 1970-1988. Publicaciones del PISA-INIAA. Serie Técnica Estudio Técnico no. 1. p. 1-3.
- HARTLEY, H.O. 1950. The maximum F-ratio as a short-cut test for heterogeneity of variance. *Biometrika* (U.K.) 37:308.
- HOTELLING, H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology* 24:417-441, 498-520.
- MORRISON, D.F. 1976. *Multivariate statistical methods*. New York, McGraw-Hill. 415 p.

- 
9. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6 ed. rev. Washington, D.C., National Academy Press. 90 p.
  10. PEARSON, K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine* 6(2):559.
  11. QUIROZ, R.; ARCE, B.; CAÑAS, R.; AGUILAR, C. 1990. Desarrollo y uso de modelos de simulación en la investigación de sistemas de producción animal. In Reunión General de RISPAL (IX., 1990, San José, C.R.). Informe. M. Ruiz y A. Ruiz (Eds.). San José, C.R., IICA-RISPAL. (En prensa).
  12. QUIROZ, R. 1990. Aspectos relevantes en el diseño, análisis y presentación de experimentos y estudios agropecuarios. Publicaciones del INIAA-PISA Serie Técnica. Estudio Técnico no. 1. p. 1-36.
  13. RAWLINGS, J. 1989. Applied regression analysis. North Carolina State University. 260 p. (En prensa).
  14. SATTERTHWAITTE, F.E. 1946. An approximate distribution of estimates of variance components. *Biometrics* (EE.UU.) 2:0-4.
  15. SHANNON, R. 1975. Systems simulation: the art and science. New York, Prentice Hall. 387 p.
  16. SMITH, H.F. 1938. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. *Journal of Agricultural Science* (U.K.) 28:1-23.
  17. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM 1988. SAS/STAT User's guide. Release 6.03 edition. Cary, North Carolina, EE.UU., SAS Institute. 1029 p.
  18. STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. New York, McGraw-Hill. 394 p.

# METODOLOGIA ESTADISTICA PARA LA CARACTERIZACION DE FINCAS DE CUYES (*CAVIA PORCELLUS*)<sup>1</sup>

M. Zaldívar A.\*, C. Menacho Ch.\*\*

## ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate a statistical methodology for the characterization of guinea pig farms (*Cavia porcellus*). The methodology is based on the theory of principal components, which analyzes the structural dependency of sets of multivariate data. In order to properly evaluate the procedure, information from surveys conducted in Cajamarca, Peru, in 1987 and 1988, was used. The analyses were carried out with the SPSS/PC package. The results of the study proved that the original nine relevant variables could be substituted by four principal components which explained 65% of the total variation as compared to the original variables. The first principal component expresses the livestock productivity and farm income derived from the monthly sale of guinea pigs. The second component reflects the behaviour of the head of the family according to age and schooling. The third component examines the family farm labor that could be supported by the monthly consumption of guinea pigs. The fourth explains that, as family labor becomes scarce, on-farm consumption of guinea pigs also increases. Besides allowing easy, precise characterization of production systems, the principal component analysis identifies the more important variables and their degree of association; as an example of its usefulness, it was found that guinea pig production is, for the most part, geared for self-consumption but this increases if family labor availability decreases, which negatively affects family income.

(Palabras claves: Análisis de componentes principales, diagnóstico de fincas, enfoque de sistemas, cuyes).

## COMPENDIO

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar una metodología estadística para la caracterización de fincas de cuyes (*Cavia porcellus*). Esta se sustenta en la teoría de componentes principales, que analiza la dependencia estructural de conjuntos de datos multivariados. Para evaluarla se utilizó la información de las encuestas de caracterización de los sistemas de producción de cuyes, realizadas en la Provincia de Cajamarca, Perú, entre 1987 y 1988. Para el análisis se usó el paquete *Statistical Package for Social Scientists (SPSS)/PC*. Los resultados de la aplicación muestran que las nueve variables relevantes, consideradas inicialmente en el presente caso, pueden ser reemplazadas por cuatro componentes principales que explican el 65% de la variación total respecto de las originales. El primer componente principal expresa la productividad pecuaria e ingreso de la finca por la venta mensual de cuyes. El segundo refleja el comportamiento del jefe de familia considerando su edad y grado de instrucción. El tercero sintetiza la mano de obra familiar -disponible y no disponible- que puede tener la finca con el consumo mensual de cuyes. El cuarto componente explica el consumo mensual de cuyes y su efecto negativo -disminución- al incrementarse la mano de obra familiar no disponible. Además de permitir la caracterización fácil y precisa de los sistemas de producción, el análisis de componentes principales identifica las variables de mayor importancia y sus asociaciones entre sí; como ejemplo de esto último, se encontró que la producción de cuyes se dirige principalmente al autoconsumo, pero que éste se incrementa con el aumento de la mano de obra familiar no disponible, lo que atenta contra el ingreso de la familia.

## INTRODUCCION

Todos los trabajos sobre tipificación y caracterización de fincas coinciden en considerarlas como un sistema en el cual interactúan diferentes tipos de recursos, procesos y fines productivos con un orden jerárquico para generar los subsistemas. Es necesario precisar conceptos de sistemas, subsistemas y sus componentes a fin de tipificar y caracterizar adecuadamente un conjunto de productores.

Hotelling (1) fue el primero en formular el análisis de componentes principales, basándose en el trabajo publicado en 1901 por Karl Pearson sobre el ajuste de un multiespacio a una línea o a un plano. El enfoque de Pearson se centra en el análisis de componentes que sintetiza la mayor variabilidad del sistema de puntos; ello explica el calificativo de "principal".

El análisis de componentes principales es un método que examina la dependencia estructural de datos multivariados obtenidos de una población, cuya distribución de probabilidades no es preciso conocer. Sin embargo, puede suponerse que la población muestreada tiene distribución multinormal, con lo que se podrían realizar las respectivas pruebas de hipótesis para extraer inferencias de la población en estudio.

Con el análisis de componentes principales se pretende generar nuevas variables que expresen la mayor parte de la información contenida en el conjunto original, reducir el número de variables para una mejor interpretación de los datos, y eliminar aquellas que aportan escasa información (2, 3).

El objetivo de la metodología propuesta fue evaluar la técnica multivariada del análisis de componentes principales en la caracterización de fincas de producción de cuyes.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

\* Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, La Molina, Lima, Perú.

\*\* Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

**METODOLOGIA**

Teniendo en cuenta que se pueden definir los componentes del sistema de finca como un conjunto de variables que se interrelacionan, es posible inferir mediante el análisis de los componentes principales la dependencia estructural de dichas variables y, por consiguiente, aquellos que determinan el sistema productivo de las fincas.

Para evaluar y probar la metodología se usó la información de 83 encuestas de caracterización de producción de cuyes, realizada en la Provincia de Cajamarca, Perú, entre 1987 y 1988, procesándola mediante el paquete de análisis estadístico para microcomputadoras SPSS/PC versión 1.1.

Un conjunto de datos constituye una muestra aleatoria multivariada de tamaño  $n$ , si se han extraído  $n$  individuos de una población con vector de medias y matriz de variancias-covariancias  $\bar{\sigma}$ , y en ella se han medido u observado  $p$  características (variables). Sean  $X_{ij}$  la observación correspondiente a la  $j$ -ésima variable en el  $i$ -ésimo individuo,  $X_i$  el vector fila que contiene las observaciones de todas las variables en el  $i$ -ésimo individuo y  $X_j$  el vector columna que contiene todas las observaciones de la  $j$ -ésima variable. Se define la matriz de datos multivariados  $X$ , de dimensión  $(n \times p)$ , como el arreglo:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2p} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \dots & X_{3p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & \dots & X_{np} \end{bmatrix}$$

Dada la matriz de datos multivariados  $X$ , se define la media muestral de la  $j$ -ésima variable por el vector fila  $(1 \times p)$ :

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}, \text{ para } j = 1, 2, 3, \dots, p$$

y la variancia muestral de la  $j$ -ésima variable  $S_{jj}$  y covariancia de la  $j$ -ésima y  $k$ -ésima variables  $S_{jk}$ , por:

$$S_{jj} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

$$S_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{x}_j)(X_{ik} - \bar{x}_k)$$

para  $j, k = 1, 2, 3, \dots, p$

Los valores  $S_{jj}$  y  $S_{jk}$  serán los correspondientes elementos de la matriz de variancias-covariancias muestral  $S$  de dimensión  $(p \times p)$ , esto es:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \dots & S_{1p} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \dots & S_{2p} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & \dots & S_{3p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{p1} & S_{p2} & S_{p3} & \dots & S_{pp} \end{bmatrix}$$

A partir de los elementos de la matriz  $S$ , es posible calcular los coeficientes de correlación simple  $r_{jk}$  de la  $j$ -ésima variable y  $k$ -ésima variable, cuyos valores serán los elementos de la matriz de correlaciones  $R$  de dimensión  $(p \times p)$ , esto es:

$$r_{jk} = \frac{S_{jk}}{\sqrt{S_{jj} S_{kk}}}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & & & & \\ r_{21} & 1 & & & \\ X_{31} & r_{32} & 1 & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \\ r_{p1} & r_{p2} & r_{p3} & \dots & r_{pp} \end{bmatrix}$$

La matriz  $S$  expresa la dispersión de los datos alrededor de la media. A veces, es necesario encontrar un número o escalar que sintetice completamente la variabilidad de los datos multivariados a partir de la información contenida en la misma matriz  $S$ . A partir de la matriz de variancias-covariancias  $S$ , se calcula y define la variancia generalizada  $V$  al determinante de dicha matriz, es decir:

$$V = |S|$$

calculándose la variancia total  $(VT)$  a la traza de la matriz  $S$ , esto es:

$$VT(X) = \sum_{j=1}^p \text{Tr}(S) = \delta S_{jj}$$

Tanto la variancia generalizada como la total serán mayores cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media. Sin embargo, cada medida refleja aspectos diferentes de la variabilidad de los datos. La primera desempeña un papel importante en la generación de los estimadores máximos verosímiles, mientras que la segunda se utiliza para el análisis de componentes principales.

Es posible encontrar un escalar  $L_j$  y un vector  $W_j$  de dimensión  $(p \times 1)$  no nulo a partir de la matriz cuadrada  $B$  de dimensión  $(p \times p)$ , tal que:

$$B W_j = L_j W_j$$

lo que implica que:

$$(B - L_j I) W_j = 0$$

Según el álgebra lineal, la solución de la expresión anterior es cuando:  $\|B - L_j I\| = 0$ , conduciendo a un polinomio de grado  $p$  cuyas soluciones son los autovalores  $L_j$  y los autovectores  $W_j$  de la matriz  $B$ .

Este método multivariado se basa en encontrar una transformación lineal de un conjunto de variables originales a un nuevo conjunto de variables ortogonales (no correlacionadas), denominadas componentes principales; tal que sus variancias se maximicen en orden decreciente.

Al estudiar un conjunto de  $n$  individuos mediante  $p$  variables originales  $X_j, j=1,2,3,\dots,p$ ; es posible encontrar nuevas variables  $Y_k, k=1,2,3,\dots,p$ ; que sean combinaciones lineales de la  $X_j$  originales, tal que este nuevo conjunto (componentes principales) cumpla con las siguientes condiciones:

1) que los componentes principales no estén correlacionados

$$\text{Cov}(X_j, X_k) = 0, \text{ para } j \neq k;$$

2) que cada componente principal sintetice la máxima variabilidad en orden decreciente

$$\text{Var}(Y_1) \geq \text{Var}(Y_2) \geq \text{Var}(Y_3) \geq \dots \geq \text{Var}(Y_p) \geq 0$$

Esto implica entonces encontrar  $(p \times p)$  constantes tales que:

$$Y_k = \sum_{j=1}^p \delta W_{jk} X_j, \text{ para } k = 1,2,3,\dots,p$$

donde los  $W_j$  son esas constantes y sujetas a la condición que sean vectores ortogonales, esto es:

$$W_j' W_k = \begin{cases} 1, & \text{si } j = k \\ 0, & \text{si } j \neq k \end{cases}$$

Usando los parámetros poblacionales de las variables  $X_j$ , es posible encontrar los parámetros poblacionales de los componentes principales  $Y_j$ , es decir:

$$\begin{aligned} E(Y_j) &= \mu X \\ \text{Var}(Y_j) &= W_j' \delta W_j \end{aligned}$$

La forma general de la función que se ha de maximizar, aplicando los estimadores de Lagrange para estimar el  $j$ -ésimo componente principal ( $Y_j$ ), será:

$$H(W_j, L_j) = W_j' \delta W_j - L_j (W_j' W_j - 1)$$

donde los  $L_j$  son los multiplicadores de Lagrange. Entonces:

$$\frac{\partial H(W_j, L_j)}{\partial W_j} = 2\delta W_j - 2L_j W_j = 0$$

$$\delta W_j = L_j W_j$$

lo que implica que:

$$(\delta - L_j I) W_j = 0$$

La estimación del  $j$ -ésimo componente principal está dada por el cálculo de los autovalores  $L_j$  y sus correspondientes autovectores  $W_j$ , respecto de la matriz de variancia-covariancia  $\delta$ ; entonces, se define el  $j$ -ésimo componente principal como:

$$\begin{aligned} Y_j &= W_j' X \\ \text{Var}(Y_j) &= W_j' S W_j = L_j \end{aligned}$$

donde:

$L_j$  = Son los autovalores de la matriz de variancia-covariancia  $\delta$ . La estimación de  $\delta$  es  $S$ .

$W_j$  = Son vectores columnas correspondientes a los autovectores de  $\delta$ .

La matriz de componentes principales  $Y$ , de orden  $(n \times p)$ , se define como la transformación lineal respecto de la matriz de datos  $X$  de orden  $(n \times p)$  que es diagonalizada por la matriz de autovectores  $W$  de orden  $(p \times p)$ :

$$Y = X W$$

Para la interpretación de los componentes se consideraron tres etapas:

### a. Selección del número de componentes principales

Como cada componente principal  $Y_j$  es una transformación lineal ortogonal de las variables  $X_j$ , entonces la variación total de las  $X_j$  es igual a la de las  $Y_j$ :

$$\sum_{j=1}^p \delta S_{jj} = \sum_{j=1}^p \delta L_j$$

Cada componente principal explica una proporción de la variación total. Esta proporción, llamada proporción de variación, es explicada por el  $j$ -ésimo componente [PVE( $Y_j$ )] que se calcula por:

$$PVE(Y_j) = \frac{L_j}{\sum_{j=1}^p \delta L_j}$$

y la proporción de variación explicada acumulada por los  $k$  primeros componentes principales (PVEA), se calcula por la suma de los PVE( $Y_j$ ) hasta  $k$ :

$$PVEA = \sum_{j=1}^k \delta PVE(Y_j)$$

La PVEA multiplicada por 100 indica el porcentaje de proporción de variación explicado por los  $k$  primeros componentes. Esto fue usado para decidir el número de componentes principales que se seleccionaron. El criterio de Kaiser se utilizó para seleccionar aquellos componentes cuyos autovalores fueron mayores o iguales al promedio.

### b. Prueba de hipótesis

Las hipótesis planteadas correspondientes serán:

$$H_0 : \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_k}{L_1 + L_2 + \dots + L_p} = a$$

$$H_a : \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_k}{L_1 + L_2 + \dots + L_p} < a$$

Siendo la prueba estadística:

$$Z_c = \frac{(a - \hat{a})}{T} \sim N(0, 1)$$

donde:  $E(a) = a$

$$\text{Var}(a) = T^2 = \frac{2 \text{Tr}(\delta^2)}{(n-1)(\text{Tr}\delta)^2} (a^2 - 2ea + e)$$

y las estimaciones muestrales:

$$\begin{aligned} \text{Tr}\delta &= \text{Tr}S = \sum_{j=1}^p \delta l_j \quad \text{y} \quad \text{Tr}\delta^2 = \text{Tr}S^2 = \sum_{j=1}^p \delta l_j^2 \\ \hat{e} &= \sum_{j=1}^k \frac{\delta l_j^2}{\delta l_j^2} / \sum_{j=1}^p \frac{\delta l_j^2}{\delta l_j^2} \quad \text{y} \quad = \sum_{j=1}^k \frac{\delta l_j}{\delta l_j} / \sum_{j=1}^p \frac{\delta l_j}{\delta l_j} \\ t^2 &= \frac{2\text{Tr}S^2}{(n-1)(\text{Tr}S)^2} \quad (\hat{a} - 2\hat{a}\hat{e} + \hat{e}) \end{aligned}$$

### c. Correlación entre las variables originales y los componentes principales

La correlación  $r(X_j, Y_j)$  representa el grado de asociación existente entre las variables originales  $X_j$  y los componentes  $Y_j$ . Así, se tiene:

$$r(x_j, Y_j) = \frac{W_{ij} l_j}{S_{jj}}$$

se cumple que:

$$\sum_{Y_j=1}^p \delta r^2(X_j, Y_j) = 1$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se seleccionaron las variables siguientes, cuyos promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variabilidad se presentan en el Cuadro 1.

Las variancias y covariancias de las variables originales (Cuadro 2) presentan un rango amplio de valores debido a la influencia de las magnitudes absolutas (años, número de animales, otros). En las covariancias el signo indica la existencia de una dependencia directa o indirecta.

Ya que las variables de la matriz "S" están en diferentes unidades, para el análisis se utilizó la matriz de correlaciones descrita en el Cuadro 3.

En el Cuadro 4 se presentan los autovalores asociados a la matriz "R" de correlaciones. Se muestran las variancias de los componentes, dados por sus correspondientes autovalores. El primer componente explica el 24.2% de la variación total. Los cuatro primeros componentes principales, que tienen autovalores mayores que el promedio (superiores que 1), dan un porcentaje de PVEA de 64.5% y fueron seleccionados según el criterio de Kaiser.

Cuadro 1. Variables consideradas en el estudio.

No.	Nombre	Código	Promedio	Des.Est.	Coef.Var.
1	Edad jefe de familia	VAR1	35.4	25.38	59.92
2	Años de estudio del jefe de familia	VAR2	2.8	3.19	112.68
3	Mano de obra familiar disponible	VAR3	1.8	1.12	60.22
4	Promedio de otros animales	VAR4	2.2	2.14	98.12
5	Número de cuyes actual	VAR5	22.6	25.66	113.33
6	Promedio de cuyes por calidad	VAR6	8.9	10.66	83.13
7	Venta mensual de cuyes por tamaño	VAR7	12.8	44.04	343.58
8	Consumo mensual por tamaño	VAR8	30.2	70.80	234.11
9	Mano de obra familiar disponible	VAR9	0.6	0.87	144.35

VAR1: Edad del esposo o del responsable de la finca

VAR2: Años de estudio del esposo, considerando las categorías PI=2.5, PC=5, SI=7.5, SC=10 y S=15 años de estudio.

VAR3: Número de personas de la finca cuya ocupación sea en su casa, agricultura o ganadería

VAR4: Número promedio de otros animales criados en la finca (vacunos, ovinos, porcinos, equinos, conejos y aves)

VAR5: Número total de cuyes que tiene la finca

VAR6: Promedio ponderado de cuyes reproductores, de cría y lactantes; cuya ponderación está dada por la condición en que se encuentran (bueno = 6, regular = 4 y malo = 2)

VAR7: Número de cuyes vendidos mensualmente (ingreso) ponderado por su tamaño (grande = 6, mediano = 4, chico = 2 e indistinto = 4)

VAR8: Número de cuyes consumidos mensualmente (egreso), ponderado por su tamaño (grande = 6, mediano = 4, chico = 2 e indistinto = 4)

VAR9: Número de personas de la finca cuya ocupación (empleado, comerciante, artesano, profesional, etc) es otra que en su casa, agricultura o ganadería

Cuadro 2. Matriz "S" de variancias-covariancias.

	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9
1	643.882								
2	24.031	10.179							
3	6.124	-0.134	1.247						
4	3.646	1.754	0.528	4.591					
5	26.268	-0.671	2.081	25.747	658.282				
6	27.743	0.027	1.397	5.243	171.130	113.549			
7	35.762	-13.506	2.242	9.568	217.446	138.119	193.906		
8	-90.764	-0.386	-14.306	-4.212	-149.863	-76.366	75.215	5.012.039	
9	-1.325	0.347	-0.156	-0.199	-2.694	-0.934	-5.036	-0.391	0.775

Cuadro 3. Matriz "R" de correlaciones.

	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9
1	1								
2	0.2968*	1							
3	0.2161*	-0.0377	1						
4	0.0671	0.2567*	0.2210*	1					
5	0.0403	-0.0082	0.0726	0.4684*	1				
6	0.1026	0.0008	0.1174	0.2297*	0.6259*	1			
7	0.0320	-0.0961	0.0456	0.1014	0.1924	0.2943*	1		
8	-0.0505	-0.0017	-0.1810	-0.0278	-0.0825	-0.1012	0.0241	1	
9	-0.0601	0.1252	-0.1605	-0.1071	-0.1209	-0.1009	-0.1316	-0.0064	1

83 observaciones

\* Significativo ( $P \leq 0.05$ )

Cuadro 4. Autovalores de la matriz de correlaciones.

Componente	Autovalor	Proporción de variación explicada	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
1	2.18073	24.2	24.2
2	1.39694	15.5	39.8
3	1.19089	13.2	53.0
4	1.03438	11.5	64.5
5	0.92923	10.3	74.8
6	0.76367	8.5	83.3
7	0.73192	8.1	91.4
8	0.49295	5.5	96.9
9	0.27928	3.1	100.0

Para la decisión definitiva del número de componentes seleccionados, fue necesario calcular los autovalores y las correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Los autovalores dieron la ponderación que generó los componentes principales, indicando el grado de importancia de la correspondiente variable; mientras que las correlaciones explicaron la proporción de los componentes respecto a cada una de las variables.

Los coeficientes de correlación entre las variables originales y los componentes principales se calcularon al dividir cada elemento de la matriz de autovectores por su respectivo autovalor. La sumatoria de las correlaciones con los cuatro componentes principales, elevados al cuadrado, explican la variación para cada variable original debido a los componentes seleccionados (Cuadro 5).

Según el Cuadro 6, el primer autovector dio una ponderación - promedio de todas las variables para el primer componente principal, con valores mayores para las variables 4, 5 y 6 (0.4389, 0.5449 y 0.5149) y menores para las variables 3, 7 y 1; la contribución de la variable 2 es casi nula. El valor -0.1328 indica que disminuirá el valor del primer componente si aumenta el valor de la variable 8 (consumo mensual). El valor -0.2055 manifiesta una disminución de la productividad pecuaria de la finca si disminuye la mano de obra no familiar.

El primer componente (véase el Cuadro 5) refleja la composición del hato y el plantel de cuyes. En el Cuadro 5 se puede apreciar que las mayores proporciones de explicación (correlación) del primer componente corresponden a las variables 4, 5 y 6 (42.02%, 64.74% y 57.82%), respectivamente y, en menor importancia, a las variables 2, 3 y 7. Las fincas con valores elevados para el primer componente principal están asociadas a la mejor composición del hato y plantel de cuyes, regular ingreso por venta de cuyes, bajo consumo mensual de cuyes e insignificante disminución en la

Cuadro 5. Correlación ( $r^2$ ) entre las variables originales con los componentes principales.

Variable	Componentes principales				$\bar{or}^2$
	1	2	3	4	
VAR1	0.0709	0.3911	0.0475	0.0999	0.6093
VAR2	0.0156	0.5946	0.1372	0.0114	0.7588
VAR3	0.1434	0.0557	0.4466	0.0004	0.6460
VAR4	0.4202	0.0605	0.0448	0.0000	0.5255
VAR5	0.6474	0.0337	0.0779	0.0290	0.7880
VAR6	0.5782	0.0469	0.0289	0.0164	0.6704
VAR7	0.1746	0.1438	0.0000	0.1046	0.4230
VAR8	0.0385	0.0199	0.1856	0.5329	0.7769
VAR9	0.0921	0.0508	0.2224	0.2397	0.6050

productividad pecuaria si aumenta la mano de obra no disponible.

El segundo autovector (Cuadro 6) da las mayores ponderaciones positivas para las variables 1 y 2 (0.5291 y 0.6524), y las menores para las variables 3 y 4. Coeficientes negativos, particularmente para la variable 7 (-0.3218) pero también para las variables 5, 6 y 8. Estos valores negativos indican que el segundo componente disminuirá, no significativamente, si la variable 7 se incrementa y, en forma aún menor, si aumentan los valores de las variables 5, 6 u 8. Del Cuadro 5 se deriva que el segundo componente principal explica el comportamiento del jefe de familia en función de su edad y nivel de escolaridad. Los mayores valores para el segundo componente se dan en las variables 1 y 2 (39.11% y 59.46%); también se observa que las ventas de cuyes son perjudiciales, pero no significativamente, para el jefe de familia.

Cuadro 6. Matriz de autovectores de la matriz R.

Variable	1	2	3	4
VAR1	0.1803	0.5291	-0.1997	0.3108
VAR2	0.0845	0.6524	0.3394	0.1052
VAR3	0.2564	0.1997	-0.6124	-0.0189
VAR4	0.4389	0.2081	0.1940	0.0055
VAR5	0.5449	-0.1553	0.2558	-0.1675
VAR6	0.5149	-0.1832	0.1559	-0.1259
VAR7	0.2829	-0.3208	0.0026	0.3180
VAR8	-0.1328	-0.1193	0.3948	0.7178
VAR9	-0.2055	0.1907	0.4321	-0.4814

Para el tercer autovector (Cuadro 6) las variables 8, 9 y 3 presentan los mayores valores, siendo la última variable la de mayor valor absoluto con un coeficiente negativo (-0.6124). Esto indica que el tercer componente disminuirá significativamente si se incrementa el valor de la variable 3. Las fincas con valores elevados

para el tercer componente principal (Cuadro 5), estarán asociadas con menor mano de obra familiar disponible y consumo regularmente alto, posiblemente debido a la mano de obra familiar no disponible.

Los valores del cuarto autovector (Cuadro 6) presentan coeficientes altos para las variables 8, 7, 1 y 9 (0.7178, 0.3180, 0.3108 y -0.4814), respectivamente. La variable 9 tiene un coeficiente negativo, indicando que el cuarto componente disminuirá al aumentar el valor de esta variable —mano de obra familiar no disponible. Al observar la información del Cuadro 5, el cuarto componente principal explica, en gran medida, el consumo mensual de cuyes y su disminución al aumentar la mano de obra familiar no disponible. Las fincas con valores altos están asociadas a un mayor consumo mensual de cuyes por parte de la mano de obra familiar no disponible.

Las fincas con valores altos del primer componente principal están asociadas con la mejor producción pecuaria —composición del hato y plantel de cuyes—, regular ingreso por la venta mensual de productos, bajo consumo de cuyes y disminución de la productividad (no significativa), si se incrementa la mano de obra familiar no disponible.

El segundo componente principal explica con mayor significación las variables que definen la edad y el grado de instrucción del jefe de familia, y un efecto negativo si se incrementa la venta mensual de cuyes. Por este componente fue también posible formar grupos de fincas —productores—, considerando los valores de este segundo componente.

El destino de la producción del conjunto de productores fue explicado por el tercer componente principal, agrupando las fincas que tuvieron el mayor valor por este concepto en función de la mano de obra familiar disponible.

El cuarto componente principal explica el consumo mensual de cuyes en función de la mano de obra familiar

no disponible, siendo su comportamiento similar al tercer componente.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente trabajo son:

1. El análisis de los componentes principales permite una caracterización fácil y precisa del sistema de finca. Analiza la dependencia estructural del conjunto de variables relevantes, explicando el sistema, subsistema y componentes a través de un número menor de variables.
2. Los productores de cuyes de la provincia de Cajamarca (Perú) pueden ser divididos en tres grupos de acuerdo con su productividad pecuaria e ingresos por la venta mensual de cuyes.
3. El destino de la producción de cuyes es principalmente para el autoconsumo. Se observa un mayor consumo por parte de la mano de obra familiar no disponible que por la disponible —casa, agricultura y ganadería.

## LITERATURA CITADA

1. HOTELING, H. O. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology* 24:417-441, 498-520.
2. MORRISON, D.F. 1967. *Multivariate Statistical Methods*. New York, McGraw-Hill 338 p.
3. PLA, L. 1986. *Análisis multivariado: Método de componentes principales*. Washington D.C., OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. p 40-49

# CARACTERIZACION Y EXPERIMENTACION EN SISTEMAS MIXTOS DE PRODUCCION EN SAN GIL (COLOMBIA)<sup>1</sup>

H. Castañeda\*

## ABSTRACT

The *Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)*, with the financial support of the International Development Research Centre (IDRC), has begun the process of modernizing research activities conducted by its Centros Regionales de Capacitación, Extensión y Difusión de Tecnología. Starting from the characterization of groups of farmers sharing common problems and potentials, followed by the design and conduction of on-farm experiments (with active and permanent farmers' participation) oriented towards solving production constraints, ICA expects to derive recommendations that are consistent with the circumstances surrounding the farmer and his production system. This paper contains results from farm diagnoses, carried out by a multidisciplinary team that considered information from secondary sources, exploratory surveys and farm monitoring, with emphasis on dual-purpose cattle. Research results from experiments conducted between 1987 and 1990 are also presented. These include results from the application of "calfos" (phosphorus) to green-chop pastures, studies on the adaptability of various legumes and grasses and assessments of the potential use of agricultural byproducts as feeds.

(Palabras claves: doble propósito, diagnóstico, ensayos en fincas, forrajes, residuos de cosecha.)

## INTRODUCCION

A pesar de que en muchos casos, en Colombia, se han alcanzado tasas de adopción de tecnología aceptables, son pocos los productores que siguen en su totalidad las recomendaciones de los investigadores y transferidores de tecnología. Aunque ello se debe a factores tales como deficiencias en el crédito, disponibilidad de insumos, inestabilidad de los mercados o deficiencias en el proceso de transferencia, entre otros, una de las explicaciones sobre las cuales existe evidencia es la de que un buen número de recomendaciones no son apropiadas a las condiciones agroecológicas, dotación de recursos y sistemas de producción de las comunidades de productores" (6)

A partir de estas afirmaciones, el ICA, con apoyo del CIID, inició en 1987 el proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción, considerando que el enfoque de sistemas constituye una herramienta de síntesis, que facilita la integración de los resultados obtenidos por la investigación por especie con las condiciones socioeconómicas que rodean al productor (2). En este sentido, el enfoque de

## COMPENDIO

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), conjuntamente con el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), ha emprendido la modernización del proceso de investigación llevada a cabo por los Centros Regionales de Capacitación, Extensión y Difusión de Tecnología (CRECED). Partiendo de una identificación plena de características de grupos particulares de productores, con problemas y potenciales comunes, seguida por la planificación y ejecución de experimentos en fincas -con participación activa y permanente del productor-, orientadas a la solución de limitantes técnicas de producción, el ICA espera derivar recomendaciones consecuentes con las circunstancias dentro de las cuales se desenvuelve el productor. En este artículo se presentan resultados de diferentes diagnósticos, realizados por un equipo multidisciplinario que consideró la información proveniente de fuentes secundarias, de encuestas exploratorias y del seguimiento de fincas, con énfasis en bovinos de doble propósito. También se dan resultados de algunos ensayos desarrollados durante el período de 1987-1990, sobre aspectos como la aplicación de "calfos" (fósforo) en pastos de corte, adaptación de especies y variedades forrajeras y uso potencial de algunos residuos agrícolas como alimento para ganado

sistemas es un complemento necesario de la investigación tradicional, pues permite utilizar el conocimiento científico y tecnológico, generado en estaciones y centros experimentales, para confrontar y solucionar problemas prioritarios de productores representativos, por medio del desarrollo de alternativas tecnológicas creadas a partir de las circunstancias y prácticas prevalentes(5).

El presente artículo contiene resultados obtenidos mediante la interacción de investigadores de las ramas biológicas y sociales con productores, en la caracterización de sistemas y en ensayos exploratorios, llevados a cabo por el grupo pecuario del proyecto, en el área de la hoya de los ríos Suárez y Chimoca, en el departamento de Santander, Colombia.

## CARACTERIZACION DE SISTEMAS

### Generalidades de la zona

De acuerdo a los criterios utilizados para la selección de áreas, que contemplaron aspectos como el potencial de producción a corto, mediano y largo plazo, la representatividad regional y la presencia de pequeños productores, entre otros, se eligió parte de los municipios de San Gil, Socorro, Pinchote, Mogotes y Confines, en las provincias de Guanentá y Comunera (zona andina de Colombia). Esta zona se encuentra ubicada entre

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.  
\* Zootecnista, Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción (Convenio ICA-CIID), CRECED Guanentá-Comunero, San Gil, Colombia

1000 msnm y 2000 msnm, con una temperatura que oscila entre 18°C y 24°C y, en promedio, precipitaciones que están en el orden de 1000 mm a 2500 mm anuales. En gran parte el relieve se presenta fuertemente quebrado, con pendientes del 25 por ciento al 50 por ciento. Los suelos (Tropepts, Udolls, Andents) constituidos por cenizas volcánicas o materiales heterogéneos, son generalmente superficiales o moderadamente profundos, bien drenados, de fertilidad baja a media y susceptibles a la erosión.

#### Fuentes secundarias

Mediante la compilación y análisis de la información secundaria sobre la región, objeto de estudio, en documentos producidos por entidades públicas y privadas, se establecieron antecedentes tales como:

- La tenencia de la tierra y se caracteriza por una predominancia de la propiedad privada (66%), seguida en orden de importancia por la aparcería (19%), el arrendamiento (9%) y la forma mixta (6%). Así mismo, de las 263 950 ha sobre las que ejerce influencia el CRECED de Guanentá-Comunero, el 97.6 por ciento corresponde a predios menores que 30 ha y representan el 61.5 por ciento de la superficie total.

- El uso actual de los suelos se distribuye así: cultivos, 17.9 por ciento; explotaciones misceláneas, 13.7 por ciento; pastos, 40.4 por ciento; bosques 20.7 por ciento; rastrojo y tierras no útiles, 7.3 por ciento. Los cultivos más importantes, de acuerdo al área sembrada y al número de productores involucrados se presentan en el Cuadro 1.

- La población bovina existente es de 111 806 cabezas, en la que se ha determinado un porcentaje de natalidad del 64 por ciento, intervalos entre partos de 473 días y edades, al primer servicio de 29 meses, Por otro lado, la producción por vaca al día es de 2.81, con períodos de lactancia de 210 días y edades al destete de 8 meses (3).

#### Encuesta explotatoria

Con el fin de identificar las prácticas agropecuarias realizadas por los productores, el grupo multidisciplinario del proyecto llevó a cabo 62 entrevistas semi-estructuradas, que fueron complementadas con observaciones directas de los técnicos, que permitió obtener información cualitativa de los sistemas de producción(1).

Los productores de esta zona acostumbran integrar sus actividades agrícolas con la explotación de especies

Cuadro 1. Cultivos más importantes en el área del CRECED Guanentá-Comunero

Cultivo (núm.)	Productores (ha)	Area (ha)	Area total	Domínio de recomendación *
Maíz				
Caña **	3 542	4 987	28 55	Sh-II-S
Yuca	4 612	4 489	25 71	II-Sh-S
Frijol	1 739	2 675	15 32	S
Maíz	1 818	1 393	7 97	S
Plátano	2 652	1 004	5 74	II-Sh-S
Maíz millo***	973	769	4 40	S-Sh
Caña	858	572	3 28	S-Sh
Miilo	141	49	0 29	S

\* Sh = subhúmedo; II = húmedo; S = seco.

\*\* Intercalados

\*\*\* En relevo

pecuarias, siendo el renglón más importante los bovinos de doble propósito. Adicionalmente, en la mayoría de las explotaciones hay especies menores que en conjunto, tienen como función-objetivo la venta y/o autoconsumo. Es importante resaltar la aversión que tiene el productor al riesgo, el cual minimiza con la diversificación y asocio de cultivo, uso de insumos y siembra en diferentes épocas del año.

El tipo de explotación ganadera predominante es extensiva, utilizando cruces de cebuino con ganado tipo criollo, Holstein o Pardo Suizo, principalmente. El pastoreo se hace en praderas nativas, sin ningún mantenimiento y, por lo general, sobrepastoreadas.

La crianza de los terneros es tradicional; los animales permanecen durante el día con su madre y el ordeño se realiza con estímulo del ternero. Una vez destetadas, las crías pastorean junto con los animales adultos. Prácticas como el uso de registros y el mejoramiento genético son inexistentes.

En general, los animales son subalimentados, presentándose periódicamente épocas de fuerte sequía que acentúan aún más el mal estado nutricional. Es entonces cuando el productor recurre a residuos de cosecha como "capote" y mazorcas o "tusas" de maíz, vainas y tallos de frijol, tallos y hojas ("soca") de maíz y millo, entre otros. Por otro lado, la prevención y control de enfermedades infectocontagiosas, como parásitos internos y externos, son deficientes, siendo frecuente la práctica del "rezo"—ritual común entre los campesinos para la cura de enfermedades—, pues según los productores "es barato y efectivo".

Cabe resaltar que, debido a la inestabilidad de precios de los productos agrícolas, se encontró un gran interés por incrementar el uso de recursos bovinos de doble propósito, poniendo en evidencia el potencial de desarrollo de este subsistema.

Cuadro 2. Inventario pecuario por especie, valor y distribución porcentual en fincas de pequeños productores.

Especie	Categoría	Promedio / finca	Fincas con especie (%)	Inventario US \$	Total (%)
Bovinos doble propósito	Vacas producción	1.2		217.5	
	Vacas horas	1.6		203.0	
	Novillas levante	0.4		36.3	
	Termeros destetes	0.9		61.2	
	Termeros mamando	1.2		32.6	
	Novillos levante	0.4		36.2	
	Toros	0.3		81.6	
	Subtotal	6.0	82.0	668.5	68.0
Aves	Carne	16.0		43.5	
	Huevos	17.0		46.3	
	Subtotal	23.0	81.0	89.8	9.2
Porcinos	Levante y ceba	1.1	30.0	29.9	3.0
Ovinos	Carne	3.0	27.3	54.4	5.5
Caprinos	Carne	3.0	27.3	54.4	5.5
Equinos	Trabajo	0.8	50.0	52.6	5.4

### Diagnóstico dinámico

Mediante el seguimiento mensual de 24 fincas durante un año, se recolectó información sobre aspectos técnicos, sociales y económicos de las fincas, cuyo análisis permitió identificar una serie de relaciones que permiten apreciar el peso relativo de los bovinos de doble propósito en el sistema, las estrategias de alimentación y las prácticas sanitarias prevalecientes.

En general, el 82 por ciento de las fincas tienen bovinos de doble propósito. Un 38 por ciento de la extensión de las explotaciones se encuentra en praderas, predominando el pasto o grama nativa (*Paspalum* sp.) y el pasto calingero o "gordura" (*Melinis minutiflora*), donde pastorea un promedio de seis bovinos por finca, que representan el 68 por ciento del inventario pecuario (Cuadro 2). En orden de importancia siguen las aves de carne y huevo, porcinos, ovinos, caprinos y, finalmente, equinos de trabajo.

La actividad pecuaria, en su conjunto, resulta de especial interés económico para el productor, pues le permite obtener relaciones beneficio/costo de 1.61 a 2.79 (Cuadro 3), gracias al bajo uso de insumos y a la contribución del componente agrícola a la alimentación de estas especies. Adicionalmente, la mano de obra es baja, en comparación con la agrícola, y es aportada, mayormente, por las mujeres y los niños del núcleo familiar.

La alimentación de los bovinos se basa en el pastoreo de gramas naturales. El 43 por ciento de los productores utilizan el pasto 'Elefante' o 'Taiwán' (*Pennisetum purpureum*) y el 'King-grass' (*Pennisetum*

Cuadro 3. Relación ingresos - egresos pecuarios.

Dominio de recomendación	Ingresos (US\$)	Egresos (US\$)	Saldo (US\$)	Relación B/C
Zona húmeda	76.6	50.8	31.3	1.61
Zona subhúmeda	380.4	171.8	208.6	2.21
Zona seca	666.5	283.4	427.9	2.79

*purpureum x Pennisetum thyphoides*) a lo largo del año, con un promedio de 5.9 kg/animal/día; así mismo, el 57 por ciento suplementa con melaza cada tres días, en una cantidad de 171 gramos. Durante el verano, cuando se reduce drásticamente la disponibilidad del pasto, se usan residuos agrícolas como vástago y hoja de plátano, hojas y tallos o "soca" y "capote" de maíz, caña picada, hojas de yuca, panela y gallinero (*Pithecellobium dulce*) (Cuadro 4). El suplemento mineral es poco frecuente; sólo el 36 por ciento de los agricultores suministran sal común y sal mineralizada semanalmente, a razón de 58 y 22 g/animal/día, respectivamente.

Las prácticas sanitarias que se realizan en estas fincas se presentan en el Cuadro 5. El control del tórsalo o "nuche" (*Dermatobia hominis*) y de la garrapata (*Boophilus* spp.) se realiza con flumetrina al seis por ciento o metrifonato al 97 por ciento. Por el sistema de pastoreo utilizado (continuo) y la periodicidad en la aplicación de los vermífugos, se ha detectado una alta incidencia de parásitos gastrointestinales, en particular de *Trichostrongylus axei*. Las vermifugaciones se realizan anualmente con productos cuyo principio ac-

**Cuadro 4. Estrategias de alimentación de bovinos de doble propósito.**

Insumo	Fincas que suministran (%)	Frecuencia	Cantidad (kg/animal/día)	Epoca
Gramma natural	100	diaria	a voluntad	Todo el año
Melaza	57	c./3 días	0.17	Todo el año
Pasto de corte	43	diaria	5.90	Todo el año
Vástago de plátano	29	semanal	3.20	Enero-Abril Julio-Agosto
Capote de maíz	21	diaria	2.50	Enero-Feb
"Soca de maíz"	8	diaria	3.08	Enero
Palma caña	8	diaria	4.05	Enero-mayo
Caña picada	8	diaria	1.84	Enero-abril
Hoja de yuca	8	diaria	2.08	Enero
Pancla	8	semanal	0.09	Todo el año
Gallinero	8	semanal	1.00	Dic -Feb.

tivo es el fenbendazole (100 mg/cc), febantel (10%) o levamisole (7.5%). La vacunación es practicada por pocos productores.

**Problemática**

La problemática encontrada en los sistemas de producción con bovinos de doble propósito gira en torno de las siguientes limitantes:

-Bajos rendimientos de los pastos naturales, así como pobre contenido nutricional, se reflejan en los bajos parámetros productivos y reproductivos encontrados.

-Reducida disponibilidad de alimento en la época seca implica que los animales sufran un adelgazamiento progresivo, que obliga al productor a trasladarlos o venderlos.

- Alta incidencia de parasitismo, interno y externo, cuyo control es inadecuado, no sólo por la periodicidad del control, sino también por la aplicación continua del mismo producto.

**EXPERIMENTACION**

Las actividades de investigación y transferencia han estado orientadas hacia la búsqueda de soluciones apropiadas a las condiciones agroclimáticas, dotación de recursos y prácticas prevalecientes. A través de la interacción del grupo multidisciplinario, en concertación con los agricultores, se ha emprendido una serie de experimentos tendentes a solucionar de manera sencilla y económica, la limitante que mayor incidencia tiene en la producción de bovinos de doble propósito: el factor nutritivo. Es así como, paralelamente a los diferentes diagnósticos, se han adelantado ensayos exploratorios en fincas de productores representativos que, además de proveer alternativas tecnológicas ini-

**Cuadro 5. Prácticas sanitarias en bovinos de doble propósito.**

Actividad	Insumo	Fincas que controlan (%)	Frecuencia	Dosis
Control del "nuche" y garrapata	flumetrina metrifonato + aceite quemado	43.0	mensual	3cc 8 g
Vermifugación	fenbendazole febantel levamisole	43.0	anual	17 cc
Vacunación	aftosa	36.0	dos/año	5 cc
	carbón B	14.0	anual	2 cc
	triple	29.0	anual	5 cc

ciales, han contribuido a un conocimiento más profundo de los sistemas locales de producción y de la racionalidad del productor.

En los párrafos subsiguientes se presentan resultados de algunos de estos trabajos, cuyo objetivo general fue generar y adecuar alternativas de alimentación para bovinos de doble propósito en el área de influencia del CRECED en Guanentá-Comunero.

**Evaluación de los pastos 'Elefante' o 'Taiwán' y 'King-grass' con y sin la adición de calfos.**

El ensayo se realizó en una finca ubicada en el municipio de Confines (Santander), a una altura de 1 500 msnm y una precipitación anual de 1 900 milímetros. Su objetivo fue cuantificar la producción de forraje verde de los pastos 'Elefante' o 'Taiwán' y 'King-grass', con y sin la adición de calfos, bajo el manejo del productor. Para ello, se establecieron parcelas de pastos de 4 x 5 m, utilizando un diseño de bloques al azar, en parcelas divididas con dos repeticiones. La siembra se realizó con el método del "mateo" o "mateado", con distancias de 80 cm entre surcos y 55 cm entre matas. Al momento de la siembra, se aplicaron dos toneladas métricas de gallinaza por hectárea a todas las parcelas, y una tonelada de calfos por hectárea a aquellas que les correspondió su aplicación. El primer corte se realizó a los 218 días de la siembra, con cortes sucesivos cada 80 a 90 días, a excepción del sexto y último corte, llevado a cabo a los 150 días, a causa del intenso verano.

En el Cuadro 6 se presenta la producción de forraje por hectárea y corte. Se encontró un efecto significativo (P<0.01) de la aplicación de calfos sobre la producción total de forraje, con un incremento del 63 por ciento y 30 por ciento en 'Elefante' o 'Taiwán' y 'King-Grass', respectivamente. No se hallaron diferencias significativas entre especies; sin embargo, la producción de forraje verde del pasto 'Elefante' o 'Taiwán' fue un 6.9 por ciento superior que la del 'King-Grass', siendo más notoria esta diferencia bajo el efecto de la aplicación de calfos (17.3%).

Cuadro 6. Producción de forraje verde de los pastos 'King-Grass' y 'Elefante' o 'Taiwán' con y sin adición de calfos.

Tratamiento	Producción de forraje verde (t/ha/corte)					
	1	2	3	4	5	6
<b>'King-Grass'</b>						
- sin calfos	34.6	13.1	14.8	11.8	9.8	11.2
- con calfos	39.2	17.2	22.1	17.6	13.6	14.9
<b>'Elefante' o 'Taiwán'</b>						
- sin calfos	32.1	12.8	15.2	12.5	8.0	10.2
- con calfos	49.8	19.3	24.2	19.8	15.8	17.5

Las producciones de forraje obtenidas en el primer corte se consideran aceptables para las condiciones de la zona; para el segundo corte, los rendimientos presentaron reducciones hasta del 43 por ciento con respecto al primero. En los cortes restantes, se notó una tendencia a la disminución, salvo en el sexto corte en el que se obtuvo una mayor producción de forraje verde por efecto de un mayor intervalo entre cortes.

Estudios realizados con pastos de corte por Jiménez y Mendoza (4), en el distrito del Socorro, indican que usando un fertilizante 0-20-20, en cantidades de 200 kg/ha, más 60 kg de nitrógeno por hectárea, se pueden alcanzar producciones superiores a las alcanzadas en este ensayo, reflejando el efecto de utilizar mayores niveles de fertilización.

El análisis de los costos variables mostró que producir una tonelada de forraje verde, con la tecnología y manejo del productor, cuesta US\$4.01. La adición de calfos (1 t/ha) incrementa los costos en un 19.4 por ciento; sin embargo, el aumento en la producción de forraje reduce el costo por tonelada en un 21.4 por ciento, es decir, a US\$3.30.

#### Adaptación de gramíneas y leguminosas en la hoya de los ríos Suárez y Chicamocha.

Este trabajo se conduce con el fin de evaluar el comportamiento agronómico y la adaptación de gramíneas y leguminosas mejoradas, en las condiciones de la zona. Consiste en dos experimentos que fueron establecidos siguiendo la metodología de Ensayos Regionales Tipo B, propuesta por CIAT. El experimento número 1 se encuentra localizado en el municipio de Confinas, perteneciente al dominio de recomendación con clima templado subhúmedo. Las gramíneas en evaluación son: *Paspalum* sp., *Brachiaria decumbens* 606, *Brachiaria dictyoneura* 6133, *Brachiaria humidicola* 679 y *Panicum maximum* 663. En cuanto a las leguminosas: *Pueraria phaseoloides*

9900, *Arachis pintoi* 17434, *Centrosema acuatifolium* 5277, *Desmodium ovalifolium* 13089 y *Stylosanthes capitata* 10280.

El experimento número 2 fue establecido en el municipio de Mogotes (zona húmeda). Las gramíneas en estudio son: *Brachiaria decumbens* 606, *Brachiaria dictyoneura* 6133 y *Brachiaria humidicola* 679. Las leguminosas consideradas son: *Pueraria phaseoloides* 9900, *Arachis pintoi* 17434, *Centrosema acuatifolium* 5277 y *Centrosema macrocarpum* 5056.

Los materiales se establecieron en parcelas de 5 x 2.5 m, con cuatro hileras en cada una, separadas por una distancia de 0.5 metros. Se hicieron tres repeticiones por especie y variedad. El área de muestreo consta de cuatro subparcelas de un metro cuadrado cada una, en las cuales se hicieron cortes a las 3, 6, 9 y 12 semanas de rebrote, tanto en la época seca como en la lluviosa.

Al presente se han realizado tres evaluaciones—dos en época de verano y una en época de lluvias—; resta para concluir el ensayo una última evaluación en invierno. Los resultados preliminares, que a continuación se presentan, corresponden a los obtenidos con la frecuencia de corte de nueve semanas, por considerarse que esta edad de planta se encuentra dentro del posible rango de recomendación para la región. Los porcentajes de cobertura y rendimiento de materia seca (MS) obtenidos en el experimento número 1, se presentan en el Cuadro 7.

Se puede notar que, en las diferentes épocas, la cobertura de *B. decumbens* tiende a disminuir, mientras que la de *B. dictyoneura* y el pasto nativo se comportaron más uniformemente, presentando los mayores valores en este parámetro. En cuanto a la producción de MS, se nota que después de haber alcanzado rendimientos superiores en el primer período de verano, *P. maximum* y *B. decumbens* disminuyeron sustancialmente sus rendimientos, posiblemente a causa de la pérdida de la fertilidad natural del suelo.

En las leguminosas, el porcentaje de cobertura de *P. phaseoloides* y *A. pintoi* se vio seriamente afectado por un ataque de hormigas durante el segundo período de verano que, a pesar del control realizado, ocasionó la pérdida total de una repetición en cada una de ellas. No obstante, estas especies presentaron las mayores coberturas. En general, *P. phaseoloides* y *D. ovalifolium* presentaron la mayor producción de MS, notándose una drástica disminución en el rendimiento durante el segundo período seco.

No se encontraron grandes variaciones en el contenido de nutrimentos de las gramíneas en estudio, al pasar de la sexta a la duodécima semana de rebrote—en época de lluvias. Respecto al porcentaje de pro-

**Cuadro 7.** Comportamiento de gramíneas y leguminosas mejoradas, durante tres épocas de evaluación, en Confines\*.

	Epoca A	Epoca B	Epoca A	Promedio
Gramíneas				
<b>Cobertura (%)</b>				
<i>Paspalum</i> sp. (nativo)	62.1	72.0	50.3	61.5
<i>Brachiaria decumbens</i>	71.2	54.4	27.9	51.2
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	58.5	74.7	58.2	63.8
<i>Brachiaria humidicola</i>	71.5	59.1	50.3	60.3
<i>Panicum maximum</i>	46.7	33.0	23.0	34.2
<b>Producción de MS (kg/m<sup>2</sup>)</b>				
<i>Paspalum</i> sp. (nativo)	0.36	0.44	0.10	0.30
<i>Brachiaria decumbens</i>	0.57	0.27	0.09	0.31
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	0.26	0.36	0.09	0.24
<i>Brachiaria humidicola</i>	0.37	0.37	0.09	0.28
<i>Panicum maximum</i>	0.65	0.29	0.16	0.37
Leguminosas				
<b>Cobertura (%)</b>				
<i>Pueraria phaseoloides</i>	70.0	74.0	8.6	50.9
<i>Arachis pintoii</i>	42.8	57.8	14.0	38.2
<i>Desmodium ovalifolium</i>	27.0	69.1	19.3	38.5
<i>Centrosema acuatifolium</i>	31.2	33.2	13.9	26.1
<i>Stylosanthes capitata</i>	25.1	38.6	15.6	26.4
<b>Producción de MS (kg/m<sup>2</sup>)</b>				
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0.17	0.24	0.05	0.15
<i>Arachis pintoii</i>	0.06	0.17	0.01	0.08
<i>Desmodium ovalifolium</i>	0.13	0.27	0.05	0.15
<i>Centrosema acuatifolium</i>	0.15	0.11	0.04	0.10
<i>Stylosanthes capitata</i>	0.15	0.16	0.08	0.13

\* Epoca A: época seca; Epoca B: época lluviosa.

teína cruda (PC), el pasto nativo y *B. dictyoneura* alcanzaron los valores mayores, mientras que en energía digestible (ED) sobresalieron *B. dictyoneura* y *B. decumbens* (Cuadro 8).

Al igual que con las gramíneas, no se encontraron mayores diferencias en los contenidos de PC y ED en las leguminosas (Cuadro 8). *C. acuatifolium* y *P. phaseoloides* presentaron los tenores proteicos más altos y el menor contenido de ED. *A. pintoii* y *S. capitata* mostraron los mayores valores energéticos en ambas edades de rebrote.

Los porcentajes de cobertura y la producción de MS obtenidos en el experimento número 2 se indican en el Cuadro 9. Durante el primer período de verano, todas las gramíneas evaluadas presentaron una cobertura similar. A medida que el tiempo transcurrió, estos valores fueron disminuyendo, siendo más notorio el cambio en *B. dictyoneura* y *B. decumbens*. Durante los períodos evaluados, *B. decumbens* superó en un 35 por ciento a *B. humidicola* y *B. dictyoneura* en producción

**Cuadro 8.** Contenido de nutrientes de gramíneas y leguminosas mejoradas, a dos edades de rebrote durante la época lluviosa, en Confines.

Especie o variedad	PC (%)		ED		(Mcal/kg MS)	
	6a	12a	6a	12a	6a	12a
Gramíneas						
<i>Paspalum</i> sp. (nativo)	8.10	8.90	1.23	1.50		
<i>Brachiaria decumbens</i>	5.60	5.80	1.69	1.74		
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	7.50	6.90	1.66	1.74		
<i>Brachiaria humidicola</i>	5.60	5.20	1.69	1.58		
<i>Panicum maximum</i>	6.80	4.60	1.34	1.19		
Leguminosas						
<i>Pueraria phaseoloides</i>	20.0	20.9	1.56	1.59		
<i>Arachis pintoii</i>	17.8	17.1	2.28	2.45		
<i>Desmodium ovalifolium</i>	14.1	11.8	1.49	1.46		
<i>Centrosema acuatifolium</i>	22.6	20.6	1.69	1.73		
<i>Stylosanthes capitata</i>	20.2	17.8	2.10	2.02		

**Cuadro 9.** Comportamiento de gramíneas y leguminosas mejoradas, durante tres épocas de evaluación, en Mogotes\*.

	Epoca A	Epoca B	Epoca A	Promedio
Gramíneas				
<b>Cobertura (%)</b>				
<i>Brachiaria decumbens</i>	88.9	71.3	55.1	71.8
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	87.6	59.1	52.7	66.5
<i>Brachiaria humidicola</i>	90.7	73.4	68.7	77.6
<b>Producción de MS (kg/m<sup>2</sup>)</b>				
<i>Brachiaria decumbens</i>	1.09	0.33	0.25	0.56
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	0.62	0.27	0.22	0.37
<i>Brachiaria humidicola</i>	0.54	0.28	0.31	0.38
Leguminosas				
<b>Cobertura (%)</b>				
<i>Centrosema acuatifolium</i>	16.6	14.8	6.0	12.5
<i>Centrosema macrocarpum</i>	44.7	29.4	17.4	30.5
<i>Arachis pintoii</i>	82.2	95.9	70.0	82.7
<i>Pueraria phaseoloides</i>	89.5	88.9	56.7	78.4
<b>Producción de MS (kg/m<sup>2</sup>)</b>				
<i>Centrosema acuatifolium</i>	0.10	0.06	0.02	0.06
<i>Centrosema macrocarpum</i>	0.16	0.10	0.11	0.12
<i>Arachis pintoii</i>	0.24	0.23	0.20	0.22
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0.14	0.24	0.18	0.19

\* Epoca A: época seca; Epoca B: época lluviosa

de MS. Es importante hacer notar que con el tiempo los rendimientos han tendido a disminuir y que *B. humidicola* ha sido relativamente más estable que las otras gramíneas evaluadas.

En relación con el porcentaje de cobertura de las leguminosas, los valores más bajos se registraron en *C. acuatifolium* y *C. macrocarpum*. En contraste, *A. pintoii* y *P. phaseoloides* presentaron los mayores cubrimientos a lo largo del período estudiado. Igual comportamiento denotaron estas especies en cuanto a producción de MS; así, *A. pintoii* y *P. phaseoloides* superaron ampliamente a las variedades de Centrosema.

En relación con el contenido de nutrimentos (Cuadro 10), no se encontraron cambios drásticos en los contenidos de PC y ED de las gramíneas, entre la sexta y duodécima semanas de rebrote —en época lluviosa. Si bien la PC tiende a permanecer estable en las diferentes gramíneas —incluso aumenta en *B. humidicola*—, la ED tiende a disminuir por efecto de la edad. Sobresale en contenido proteico *B. humidicola*, y *B. dictyoneura* en ED. En el caso de las leguminosas, tampoco se observaron variaciones notorias por efecto de la edad de la planta. Sobresalieron *C. acuatifolium* y *A. pintoii* por sus mayores porcentajes de proteína total y energía digestible.

En el caso del experimento número 2, se realizó una evaluación visual por parte de los productores cuando los materiales se encontraban en la novena semana de rebrote (época seca). Los resultados más relevantes se presentan a continuación:

Con respecto de las gramíneas, los productores afirmaron conocer que *B. decumbens* sirve para corte o pastoreo por su buen desarrollo, aunque es exigente en calidad de suelo. *B. dictyoneura* les pareció semejante a la grama de la región por su porte bajo, además de ser muy tupida. Calificaron a *B. humidicola* como de poca resistencia a la sequía, por la presencia de hojas secas.

Cuadro 10. Contenido de nutrimentos de gramíneas y leguminosas mejoradas a dos edades de rebrote durante la época lluviosa, en Mogotes.

Especie o variedad	PC (%)		ED(Mcal/kg MS)	
	6 a	12 a	6 a	12 a
Gramíneas				
<i>Brachiaria decumbens</i>	7.70	6.90	1.80	1.65
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	10.20	10.20	1.90	1.81
<i>Brachiaria humidicola</i>	11.80	12.90	1.90	1.70
Leguminosas				
<i>Centrosema acuatifolium</i>	22.80	22.40	1.95	2.06
<i>Centrosema macrocarpum</i>	20.60	22.00	1.80	1.90
<i>Arachis pintoii</i>	20.90	22.20	2.60	2.70
<i>Pueraria phaseoloides</i>	20.60	21.50	1.90	1.96

En cuanto a la evaluación de las leguminosas, *A. pintoii* puede ser usado bajo pastoreo, siempre que se tenga cuidado de sacar el ganado a tiempo para evitar dañar las plantas. Se afirma que sirve para la alimentación de una vaca lechera o para mantener dos terneros, en media hectárea sembrada en estacas, y sería recomendable sembrarla en franjas, mezclada con *B. dictyoneura* o *B. humidicola*. Sobre *P. phaseoloides*, aunque muestra un buen desarrollo, tiene el inconveniente de enredarse con facilidad en las patas de los animales, por lo cual —según los productores— se acabaría rápidamente. Como alternativa se podría sembrar con pasto de corte, el cual serviría de soporte.

En general, los productores no mostraron ninguna inclinación por Centrosema, debido a su baja producción de forraje. Se inclinaron por *B. dictyoneura* y *A. pintoii*; sin embargo el productor a cargo del ensayo seleccionó a *B. decumbens* y *P. phaseoloides* como la gramínea y la leguminosa predilectas, respectivamente. Finalmente, los productores expresaron interés por la disponibilidad de semilla, especialmente de aquellas especies identificadas como las mejores.

Es importante resaltar que las preferencias expresadas por los productores, coinciden en gran parte con los resultados de las tres evaluaciones realizadas, lo cual indica que las especies de mayor adaptación podrían ser rápidamente adoptadas por los productores.

Con base en los resultados obtenidos a la fecha se concluye lo siguiente:

1. En general, la disminución en los rendimientos y en el porcentaje de cobertura —más acentuada durante el segundo período seco—, a medida que transcurre el tiempo, podría ser el resultado del proceso de extracción de nutrimentos del suelo, lo que haría necesario considerar la práctica de fertilizar con recursos de la finca, a fin de permitir la expresión del potencial de estos materiales y definir su uso estratégico.
2. *P. maximum* y *P. phaseoloides* han sido las especies mayormente adaptadas según los productores ubicados en zona húmeda. Para el caso de aquellos localizados en zona húmeda, fueron *B. decumbens* y *A. pintoii*.

#### Determinación y uso potencial de residuos agrícolas en la alimentación animal.

Este estudio se planteó con el propósito de determinar la producción de residuos agrícolas utilizables en la alimentación animal, así como su contenido nutricional y épocas en que se encuentran disponibles.

Las mediciones de biomasa, llevadas a cabo de diciembre de 1989 a agosto de 1990, suman 160 muestras,

restando las 92 tomadas, para un total de 252 muestras. Estas se han realizado en tres dominios de recomendación de acuerdo con la distribución e importancia de las especies en la zona.

El área de medición para cada cultivo se determinó, en forma inicial, con base en las características propias de cada uno, como número de hectáreas cultivadas, distancias de siembra, época de cosecha y destino de la producción, entre otras. El resultado fue el siguiente: yuca, 40 m<sup>2</sup>; caña para panela, 30 m<sup>2</sup>; maíz y millo, 20 m<sup>2</sup>, y frijol, 12 m<sup>2</sup>; con tres repeticiones por finca. En el caso del plátano se evaluaron cuatro vástagos por predio. Para la determinación del número de muestras requeridas por cultivo, se utilizó la fórmula siguiente:

$$n = \left[ \frac{t * s}{d * X} \right]^2$$

donde:

- n= número de muestras requeridas.
- t= función estadística t-Student, con n-1 grados de libertad, donde n es el número de muestras tomadas en forma preliminar.
- s= desviación estándar de las muestras tomadas en forma preliminar.
- d= error muestral, expresado en porcentaje.
- X= promedio de las muestras tomadas preliminarmente.

Además de la información pertinente a la producción de biomasa, se tomaron datos sobre la extensión del predio, número de hectáreas dedicadas al cultivo, fecha y distancia de siembra, variedades y uso actual de los residuos.

La producción en promedio de biomasa y MS disponible para alimentación animal se presenta en el Cuadro 11. En general, los coeficientes de variación (CV) son altos, a excepción de la palma de caña. Esta última, junto con los tallos u hojas o "soca" de maíz y los vástagos y hojas de plátano, presentó los mayores rendimientos.

En general, los diferentes cultivos y arreglos en estudio se siembran en extensiones similares (Cuadro 12). La disponibilidad de los diferentes residuos depende del tipo de cultivo y/o la época de cosecha. Así, los producidos por la caña y el plátano se encuentran disponibles todo el año, en contraste con los de maíz y frijol, que lo están después de la época de cosecha. En cuanto a su uso actual, la palma de caña, la "soca" de

**Cuadro 11. Producción de biomasa de algunos residuos agrícolas con potencial para la alimentación animal.**

	Núm. de muestras	Biomasa (U/ha)	CV* (%)	MS (%)	Producción (t MS/ha)
Palma de caña	21	16.59	10.3	41.9	6.94
"Soca" de maíz	33	4.41	36.8	73.0	3.21
"Soca" de millo	33	12.70	34.9	42.7	5.25
Hojas de yuca	26	4.17	33.2	32.2	1.34
Vainas y tallos de frijol	22	1.22	52.1	88.0	1.07
Vástagos y hojas de plátano	25	27.57	53.0	11.1	3.10

\* CV: coeficiente de variación.

**Cuadro 12. Uso actual de residuos agrícolas como alimento para animales.**

	Area cultivada (ha)	Meses con disponibilidad	Utilización*
Palma caña	1.23	todo el año	78.0
"Soca" de maíz	1.38	set. - enero	64.0
"Soca" de millo	0.97	enero - feb.	92.0
Hojas de yuca	0.89	todo el año	14.0
Vainas y tallos de frijol	0.85	dic. - enero	16.0
Vástagos y hojas de plátano	0.83	julio - agosto	83.0
		todo el año	83.0

\* Porcentaje de productores que lo utilizan como alimento para el ganado.

maíz o de millo y los vástagos y hojas de plátano son los más frecuentemente utilizados.

Con base en el número de hectáreas sembradas anualmente en cada cultivo, en el área de influencia del CRECED en Guantánamo-Comunero y en función de la producción de residuos obtenidos en este estudio, se estima una disponibilidad anual de residuos cercana a las 45 500 t de MS, que podrían sostener, en el mismo periodo, alrededor de 9000 cabezas de bovinos adultos.

La literatura indica que los residuos de cosecha contienen bajos niveles de proteína, con excepción de las hojas de yuca que se comparan en este aspecto con la alfalfa. En general, se cuenta con recursos caracterizados por altos contenidos de fibra y baja digestibilidad; sin embargo, dado su bajo costo de oportunidad, su disponibilidad y su uso actual, de acuerdo con lo manifestado por los productores en relación, representan una alternativa valiosa para la alimentación de los rumiantes durante la época seca. Paralelamente, se vislumbran oportunidades de investigación, orientadas al desarrollo y adaptación de métodos físico-químicos que mejoren su valor nutritivo, de manera que se eleve

su calidad nutricional y, consecuentemente, que se logre una integración más eficiente de los subsistemas agrícola y pecuario.

### DISCUSION

En este artículo se han presentado las experiencias del proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción, al aplicar el enfoque de sistemas a la investigación pecuaria. Estas experiencias forman parte del desarrollo de metodologías que el proyecto realiza, las cuales una vez ajustadas y probadas en San Gil y en otras áreas, serían institucionalizadas por el ICA en las unidades operativas que tienen sede en los CRECED.

Se pueden apreciar los resultados de la aplicación de distintas técnicas para el diagnóstico de fincas y su utilización en la identificación de los distintos sistemas de producción, de las prácticas agropecuarias prevalentes, de la función-objetivo del productor y de las prioridades de investigación.

Los resultados de la experimentación inicial, realizada en fincas de productores representativos, planeada según las prácticas y limitantes identificadas, y realizada en dos modalidades —bajo el control del productor y de los investigadores, con evaluación grupal por los productores—, constituyen una base para la formulación de soluciones tecnológicas adecuadas a las condiciones del productor, que contribuyan significativa-

mente, en el corto y mediano plazo, a la utilización racional de los recursos y a la autosuficiencia del sistema.

### LITERATURA CITADA

- 1 GOMEZ, A.; GUTIERREZ, J.; INSUASTY, O.; MORENO, A.; SACIPA, Y.; SANCHEZ, N.; SEGOVIA, R. 1986. Memoria de la encuesta exploratoria realizada en San Gil. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario-Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción. 88 p.
- 2 IICA (URU.) PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL CONO SUR. 1990. Seminario sobre sistemas de producción donde el maíz es un componente del sistema: Proyecto maíz. PROCISUR Informa (Uru.) 6(8):12
- 3 INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO 1989. Tecnología local, problemática y alternativas de solución para la producción agropecuaria en las provincias de Guantán y Comunera. Guantán-Comunera, CRECED. 101 p.
- 4 JIMENEZ, F.; MENDOZA, P. 1987. Fertilización con nitrógeno y materia orgánica en el pasto 'Elefante' ('Taiwán') en el distrito del Socorro. Bogotá, ICA, Investigaciones Pecuarias, Regional 7. 47 p.
- 5 MOSCARDI, E.; MARTINEZ, J. 1984. Investigación en producción en campos de agricultores: Ideas principales, problemas y oportunidades para su aplicación. Desarrollo Rural en las Américas (C.R.) 16(2):105-120.
- 6 URREGO, G.; TOBON, J.; LOPERA, J.; CHAVERRA, H. 1985. Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción. Bogotá, ICA. 89 p.

# SISTEMAS DE PRODUCCION DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LECHE EN LA ZONA DE LA UNION (CHILE)<sup>1</sup>

G. Pichard\*, J.A. Alcalde\*, J. Ortega\*

## ABSTRACT

The geographic area, the beneficiaries, the different components of the system and external factors affecting production were studied in order to describe the production systems of small farmers in La Unión, X Region, Chile. The Project covers 45 000 hectares, where land suitable for grazing and silvo-pastoral use predominates, including an objective population of 700 to 800 families, whose main activity is milk production. Climate was characterized in terms of rainfall, temperature and frost occurrence; soils in terms of fertility, topography and erosion; pastures in terms of productivity, growth dynamics and nutritional value; and dairy cow performance in terms of milk production and nutritional status of dairy cattle. Major limiting factors of the production system were identified through rapid rural appraisals, surveys and component research. The factors identified were: low soil fertility and erosion, seasonal forage availability due to climate, and cattle under-nutrition. A conceptual model of the small farmer's activities was developed as an instrument to identify high-priority decision variables, to describe and quantify the relationships between components, and to serve as a first approach for the elaboration of a quantitative simulation model to evaluate improved production alternatives.

(Palabras claves: Bovinos lecheros, metodología de sistemas, diagnóstico estático, modelo conceptual).

## INTRODUCCION

Estudios realizados en la zona de La Unión (Chile) indican que, aunque se han desplegado importantes esfuerzos asistenciales con la proposición de técnicas novedosas—algunas relativamente sofisticadas—, éstas han llegado a pocos productores, quienes en mayoría las han adoptado sin integrarlas a los sistemas de producción armónicos que permitan optimizar la productividad de los recursos existentes y obtener un máximo beneficio de ellas (14). Esto ha tenido como resultado que el grado de adopción de las tecnologías desarrolladas y su efecto sobre el sistema de producción global, no hayan sido satisfactorios.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

El presente trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto "Investigación en Sistemas de Producción de Leche para Pequeños Productores, La Unión-Chile", financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CID) de Canadá.

\* Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

## COMPENDIO

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar los sistemas de producción de pequeños productores de la zona de La Unión, X<sup>a</sup> Región, Chile, para lo cual se hizo la identificación geográfica y de los beneficiarios del proyecto sobre Investigación en Sistemas de Producción de Leche para Pequeños Productores, los componentes del sistema y el entorno físico y socio-económico. El proyecto abarca una superficie de 45 000 hectáreas, con suelos predominantemente de uso ganadero y ganadero-forestal, y una población-objetivo de aproximadamente 700 a 800 familias cuya principal actividad económica es la producción de leche. Se caracterizó el clima en términos de pluviometría, temperatura y ocurrencia de heladas; los suelos en fertilidad, topografía y grado de erosión; el comportamiento de las praderas respecto de su productividad, dinámica de crecimiento y valor nutritivo; y el comportamiento productivo y grado nutricional del ganado lechero. Por medio de sondeos, encuestas y experimentos en componentes, se identificaron los principales factores limitantes del sistema de producción, que fueron: baja fertilidad y avanzada erosión de los suelos, marcada influencia de la estacionalidad climática sobre la producción de forraje y la subnutrición del ganado. Se formuló un modelo conceptual de la actividad del pequeño productor, como instrumento para identificar variables de decisión prioritarias, para definir y cuantificar las relaciones existentes entre los componentes del sistema, y para conducir a la elaboración de modelos matemáticos en la evaluación de alternativas mejoradas.

Para que estos esfuerzos logren promover el desarrollo socioeconómico de los agricultores debe existir un conocimiento integral de los sistemas agrícolas y pecuarios y de la forma como éstos se insertan en el entorno social y físico. El desarrollo de tecnologías adecuadas debe considerar los objetivos, recursos y restricciones del entorno del productor. Con este fin son necesarias la identificación y descripción de los diferentes subsistemas que componen el sistema de producción, así como las interrelaciones que existen entre ellos, y con el entorno (9,10). La zona de La Unión presenta dificultades particulares en cuanto a clima, suelos y recursos, especialmente importantes para una adecuada caracterización del área y sus productores.

En la zona cubierta por la Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión, un 81% de los productores han sido clasificados como pequeños productores, aportando un 17.3 por ciento del total de leche recibida en la planta lechera de esa zona (2). Poseen superficies en un promedio de 50.4 ha, con mecanización casi nula y una dotación animal de 10 vacas como término medio.

Desarrollan una actividad mixta de ganadería y cultivos, aunque la primera domina muy claramente en ocupación por superficie y de otros recursos productivos (10).

La extrema estacionalidad climática de la zona, con veranos muy secos y calurosos e inviernos fríos y lluviosos, determina ciclos muy marcados en la producción de forraje lo que dificulta la alimentación del ganado en los períodos críticos, llevando a una sobreexplotación y destrucción progresiva de los recursos disponibles (10).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar y cuantificar las variables más importantes que componen los subsistemas de producción, identificando las interacciones existentes entre ellas, para generar la información necesaria a fin de estudiar alternativas de producción mejoradas.

## METODOLOGIA

Para estudiar y caracterizar los sistemas de producción de los pequeños productores de La Unión, se utilizó la metodología de investigación en sistemas, considerando el predio completo como unidad productiva, basándose en la información de Hart y Knipscheer (4), Zandstra *et al.* (15), Shaner *et al.* (13), Gutiérrez-Alemán (3), Harwood (5), Henao (6), Li Pun y Ruiz (7), Li Pun y Borel (8) y Sepúlveda (12). Posteriormente

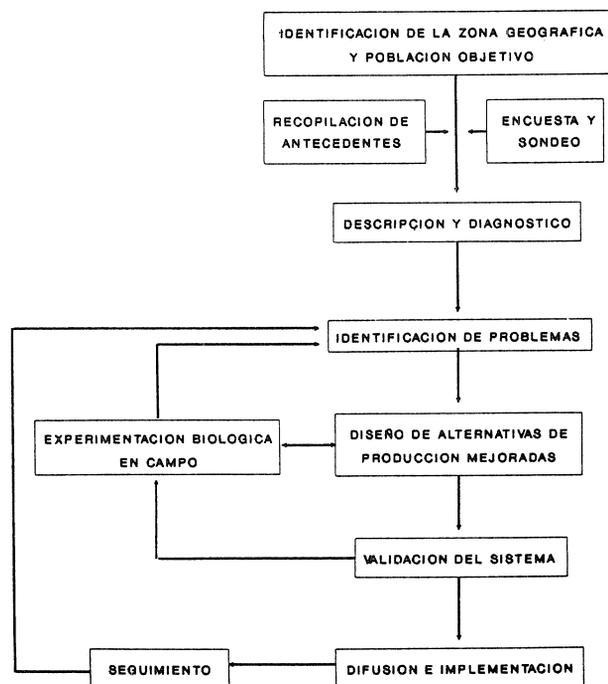


Fig. 1. Etapas aplicadas en la metodología de investigación en sistemas.

han contribuido a la base metodológica del proyecto los trabajos de Amir y Knipscheer (1) y Ruano (11). Se estudiaron los principales factores que inciden en el proceso productivo, como el clima, los suelos, la vegetación y el ganado, llegando a establecer las relaciones cuantitativas existentes entre los componentes del sistema. Esto permitió formular modelos simples para realizar la evaluación *ex ante* de los componentes dentro del sistema. Las etapas de la metodología se muestran en la Fig. 1.

En la Fig. 2 se indica la localización geográfica del área en que actúa el proyecto. Al analizar los suelos de la zona es posible distinguir capacidades de uso III, IV, VI, VII y VIII. La superficie ocupada por cada categoría se observa en el Cuadro 1.

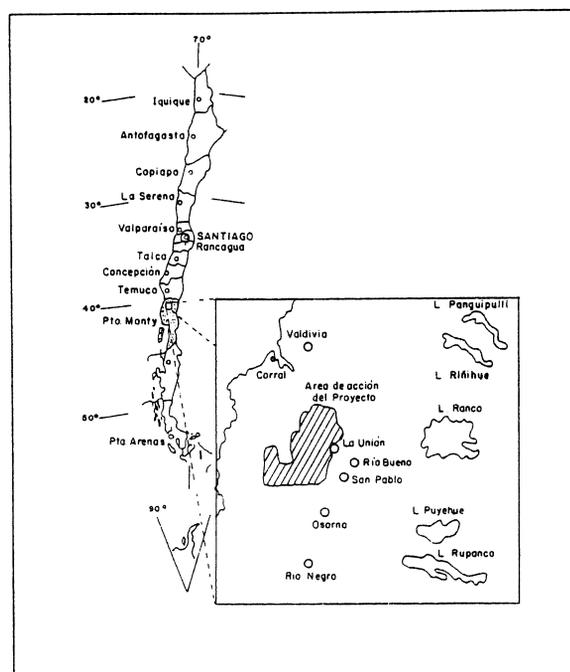


Fig. 2. Ubicación del área del Proyecto.

Cuadro 1. Distribución de la superficie según capacidad de uso del suelo en el área del proyecto.

Capacidad de uso	Superficie (ha)	Total (%)
III (cultivable)	4 860	10.8
IV (ganadero)	16 740	37.2
VI (ganadero-forestal)	13 320	39.6
VII (forestal)	9 000	20.0
VIII (de protección)	990	2.2
Urbana	90	0.2
<b>Total</b>	<b>45 000</b>	<b>100.0</b>

Se observa que las capacidades de uso predominantes son las categorías IV y VI (ganadero y ganadero-forestal, respectivamente). La clase III (cultivable) es muy reducida (10.8 por ciento de la superficie total) lo que limita fuertemente el área potencial de cultivo con aradura de suelos. La superficie de cultivos —ganadera y ganadera-forestal— ocupa un 77.6 por ciento de la total. Si se excluyen las clases VII, VIII y urbana y se analiza solamente el área con potencial ganadero, las áreas de cultivos ganadera y silvopastoril ocupan un 13.9 por ciento, 48.0 por ciento y 38.1 por ciento, respectivamente, del nuevo total.

La infraestructura de comunicaciones es compleja: se cuenta con caminos principales de ripio, transitables todo el año, y secundarios, no transitables en época de lluvias. Existe servicio de transporte colectivo que conecta las distintas localidades con la ciudad de La Unión, principal centro urbano. No existen pueblos dentro del área en estudio. El tendido eléctrico está distribuido por el área, llegando a la mayoría de los predios. En general, no se presentan limitaciones importantes en la productividad de la zona debido a estos factores.

**Diagnóstico estático**

El diagnóstico estático permitió conocer con mayor profundidad la problemática del pequeño productor y caracterizar los sistemas de producción y los recursos con que cuentan para realizar su actividad.

Respecto a la toma de decisiones, se observó una clara definición de roles dentro de la familia del pequeño productor. El hombre toma las decisiones de producción y la mujer las referentes al abastecimiento —hogar, chacra y ganado menor. Los hijos normalmente no participan en las decisiones importantes. La madre además es quien se preocupa de la educación y salud de los hijos.

En el aspecto productivo, los predios mostraron una superficie promedio de 53.4 ha, con un rango de 11 a 160 ha; una masa de 10 vacas, con un rango de 4 a 45 cabezas; y una carga animal de 0.5 UA/ha (0.1-1.0 UA/ha).

Se observó que en un 68 por ciento de los casos la única actividad desarrollada es la ganadera, teniendo como principal componente la lechería, y en algunos casos se practica además la crianza de los machos más allá de un año. En la Fig. 3 se indica la proporción de la superficie utilizada en cultivos; sólo en el 15 por ciento de los casos se destina a los cultivos más del 20 por ciento de la superficie.

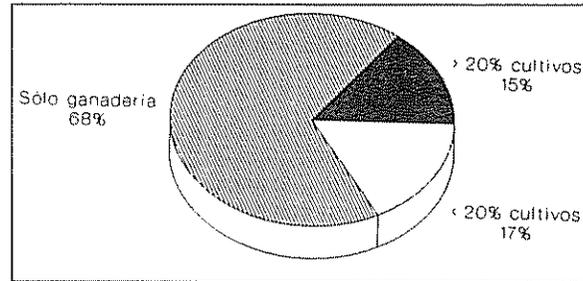


Fig. 3. Proporción de la superficie destinada a cultivos, según resultados de la encuesta realizada a 44 pequeños productores de la Unión, Chile

Los cultivos más importantes son los cereales, especialmente trigo, triticale y avena. El destino de los dos primeros es la producción de grano para la venta, consumo familiar y cebadura de porcinos. La paja de estos cereales constituye un componente importante en la dieta del ganado bovino en épocas de escasez de forraje. En contraste, la avena se destina casi por completo a la alimentación animal como forraje de pastoreo invernal y heno producido en primavera. La semilla se produce en el predio, destinándose una superficie pequeña para este fin. El cultivo de cereales permite a los productores establecer trébol rosado con facilidad y a bajo costo, ya que sólo se incurre en el costo de la semilla; los otros costos se atribuyen al cultivo del cereal.

El cultivo de la arveja ha disminuido considerablemente en los últimos años por problemas fitosanitarios y dificultades en su comercialización.

Según la información recogida directamente del productor, la venta de leche contribuye por lo menos en

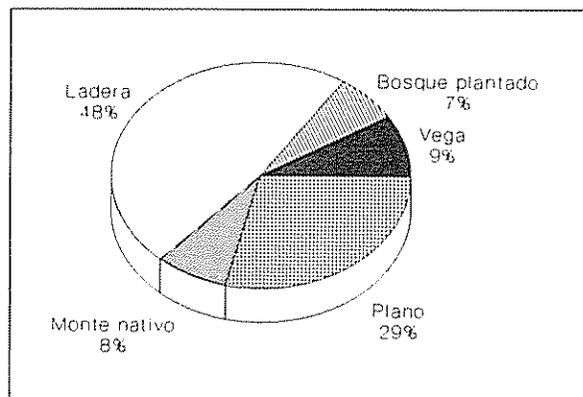


Fig. 4. Distribución de la superficie dentro de los predios. Promedio en las cuatro subzonas del Proyecto, con base en la encuesta realizada en 44 predios.

un 70 por ciento de sus ingresos, demostrando la importancia de este rubro en la zona y entre los pequeños productores.

La distribución en promedio de la superficie dentro de los predios (Fig. 4) muestra un 29 por ciento de suelo plano y lomadas suaves destinadas generalmente a cultivos de rotación corta con pradera; un 48 por ciento de ladera con pendiente moderada, destinada a pradera natural; y un nueve por ciento con sectores de vega, cuya

utilización, por lo general, es baja al no estar habilitados. La superficie restante normalmente corresponde a sectores con fuertes pendientes y se encuentra cubierta con bosque plantado o monte nativo. Las principales especies autóctonas encontradas en esta última son: roble (*Nothofagus obliqua* 'Mirbel'), laurel (*Laurelia sempervirens* R. et P.), boldo (*Peumus boldus* Mol.), ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.) y lingue (*Persea lingue* (Nees) R. et P.).

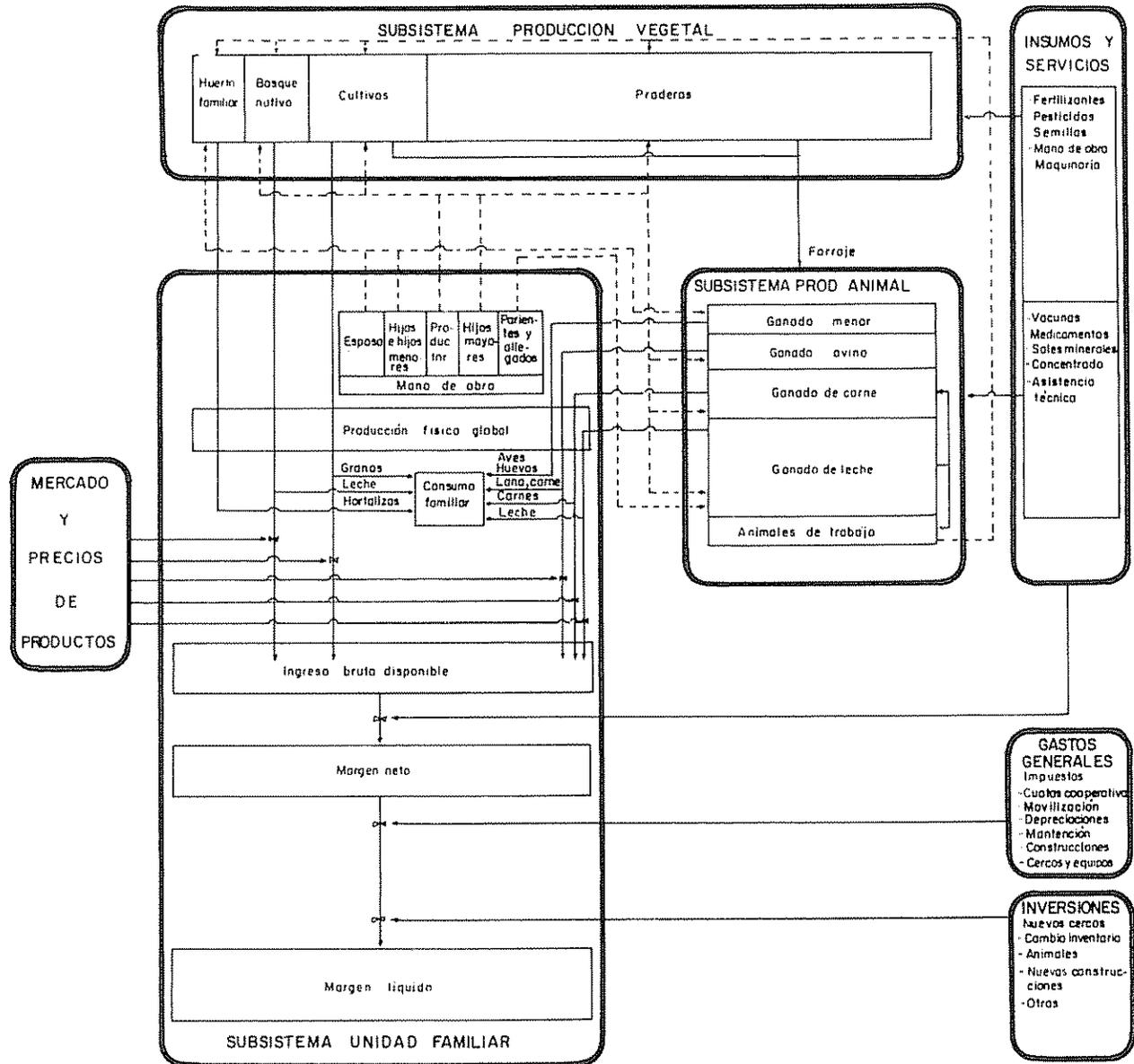


Fig. 5. Modelo de la actividad de un pequeño productor de leche de La Unión.

Los factores identificados como los más limitantes para la productividad de los sistemas de producción, fueron la fertilidad del suelo y su erosión, la estacionalidad en la producción de forraje y el nivel nutricional del ganado. La priorización de estos factores fue el resultado de la apreciación de los investigadores, apoyada fuertemente por la experiencia de los pequeños productores. La estacionalidad en la entrega de leche a planta procesadora, la baja productividad del ganado, los bajos rendimientos obtenidos, el avanzado deterioro de las praderas y la severidad del clima permitieron corroborar esta afirmación.

La baja fertilidad de los suelos se atribuye a su sobreexplotación a lo largo de muchas décadas, en conjunto con altas pluviometrías invernales, llegando a bajos niveles de materia orgánica lábil, actividad biológica deprimida y baja capacidad de retención de humedad. La marcada estacionalidad de producción de forraje, como efecto del clima, sumada a la escasa conservación de forraje, conlleva problemas nutricionales para el ganado. Si bien los animales se encuentran parcialmente adaptados a esta situación, y no muestran signos clínicos de deficiencia severa de proteína o energía, el efecto sobre la producción es evidente.

Se detectó una serie de problemas adicionales, relacionados con parasitismo en el ganado y su manejo reproductivo y productivo, manejo de las praderas, suelos y cultivos, entre otros. Sin embargo, su impacto sobre la productividad del sistema era menor o derivada de los factores antes señalados como prioritarios.

**Modelo conceptual**

La información recopilada en el sondeo, incluyendo el diagnóstico estático, se analizó y ordenó, llegando a formular un modelo preliminar del sistema (Fig. 5).

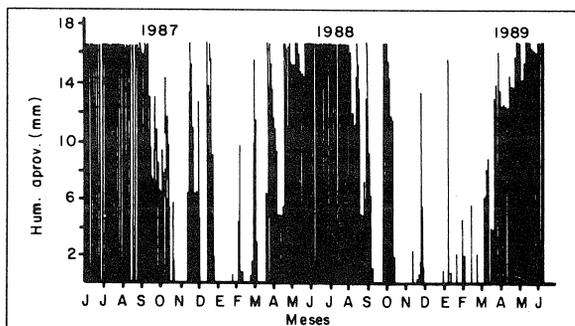


Fig. 6. Balance hídrico para una localidad de la zona de La Unión.

El objetivo perseguido con la elaboración de este modelo fue desarrollar un instrumento para identificar aquellas variables de decisión que tengan un efecto importante en el resultado global del sistema, así como definir y cuantificar las relaciones existentes entre variables que den resultados acordes con la realidad.

El problema más importante al que se ve enfrentado el pequeño productor de leche tiene relación con la disponibilidad de recursos alimenticios para el ganado a lo largo del año de acuerdo con sus requerimientos de producción, que en el caso de la lechería se prolonga más allá de la estación con adecuada disponibilidad de forraje. Considerando lo anterior, los problemas de decisión asociados al sistema se refieren fundamentalmente al tipo, cantidad y manejo de los recursos forrajeros, los que deben ser integrados con variables de manejo productivo y reproductivo del rebaño, y explotación de cultivos.

**Investigación en componentes**

La investigación fue organizada en los cuatro componentes más importantes del sistema de producción: clima, suelos, vegetación y ganado.

**Clima.** Durante cuatro años se han realizado mediciones de precipitación, evaporación y temperaturas máximas y mínimas en cuatro localidades de La Unión, con el objeto de verificar y cuantificar el efecto de las variables climáticas sobre la producción. Esta información coincide globalmente con la recolectada durante 29 años en la ciudad de La Unión (Molino Grob, La Unión), pero indica desviaciones importantes que caracterizan a cada una de las subzonas definidas en el proyecto. Esta información fue sintetizada en: balance hídrico o agua disponible para la planta, temperaturas máximas y mínimas y acumulaciones térmicas en las diferentes localidades (Figs. 6 y 7).

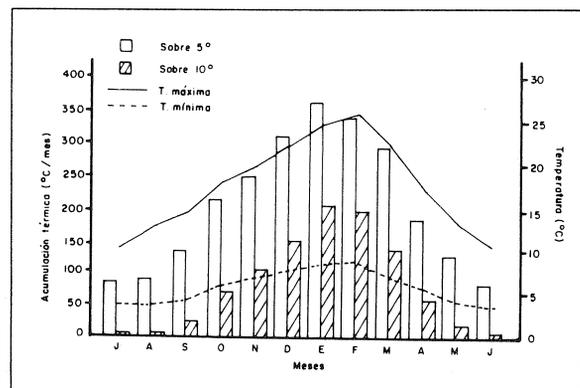


Fig. 7. Acumulaciones térmicas y temperaturas máxima y mínima promedio mensuales. Promedio de cuatro localidades de la zona La Unión desde 1986 a 1990.

Cuadro 2. Características climáticas de las subzonas agroecológicas comprendidas en el área del proyecto, según mediciones realizadas durante cuatro años.

Subzona	Temperatura (°C) <sup>a</sup>				Precipitaciones <sup>b</sup>			Heladas totales anuales
	Invernal		Estival		Invernal mm(%)	Estival mm(%)	Total anual mm	
	mín.	máx.	mín.	máx.				
Mashue	-2	11	8	30	6.68(62)	72(7)	1 080	30
Cudico	-0.5	10	10	30	589(71)	55(7)	835	26
Catamutún	-3	9	10	28	516(59)	65(7)	885	47
Rapaco	-1	9	9	26	450(53)	85(10)	847	33
MEDIA	-1.6	9.8	9.3	28.5	556(61)	69(8)	912	34

a) Promedios de temperaturas mínimas y máximas absolutas registradas en periodos de cinco días

b) Valores entre paréntesis representan porcentajes en relación con precipitación anual total

Además, la información permitió establecer cuantitativamente los periodos de sequía producidos en la zona de La Unión, la que tiene una duración de cuatro a seis meses de estrés hídrico para las plantas, desde octubre-noviembre hasta marzo-abril, dependiendo del año. Se observa además un periodo de sequía muy severo entre diciembre y febrero con una duración media de dos meses.

El crecimiento de las plantas es afectado por la interacción estacional que existe entre humedad y temperatura. El periodo en que ambas son favorables ocurre en primavera, observándose un corto pero activo crecimiento, mientras que en el resto del año alguno de los dos factores se vuelve restrictivo para el crecimiento de las plantas. Mientras la humedad del suelo es adecuada (invierno), las temperaturas son muy bajas, y cuando la temperatura se eleva, la humedad se torna insuficiente para sustentar el crecimiento de las especies herbáceas (verano). Esta situación se ve agudizada en aquellos suelos con escaso contenido de materia orgánica, los que poseen una baja capacidad de retención de agua, manifestándose en una lámina muy pequeña y, en consecuencia, en una estación de crecimiento más breve. El Cuadro 2 contiene información más detallada sobre la precipitación y temperatura en cada subzona.

**Suelos.** Del estudio agrológico realizado en cinco predios representativos de las diferentes subzonas del área del proyecto, mediante el análisis de las pendientes, contenido de nutrimentos y grado de erosión, entre otros, se estableció que, en todos los casos, existe erosión del suelo, con pérdida parcial del horizonte A y, en algunos sectores con pendientes pronunciadas, la pérdida completa de éste y en forma parcial del horizonte B. Esta erosión tiene graves efectos sobre el sistema de producción, como es la pérdida de materia orgánica, que se traduce en una disminución de la capacidad de retención de humedad del suelo, una

compactación con disminución del drenaje interno y pérdida del nitrógeno y descenso de la actividad biológica general.

Respecto de las características físicas de los suelos, se observó un aumento de la densidad aparente y reducción de la humedad aprovechable en suelos cultivados, en relación con suelos protegidos (bosque), producto de la disminución del contenido de materia orgánica, lo que demuestra el deterioro en la fertilidad de los suelos de la zona.

El contenido de nutrimentos de los suelos, a excepción del nitrógeno y fósforo en algunos casos, muestra niveles no limitantes para la producción.

**Vegetación.** En la caracterización de las praderas, se estudió la curva de acumulación de forraje, su cambio gradual en valor nutritivo y la tasa de crecimiento diario —para pradera natural y trébol rosado— durante un periodo de cuatro años. La pradera natural constituye gran parte de la superficie destinada al ganado, mientras que el trébol rosado se incorpora como una alternativa de gran impacto potencial en el sistema de alimentación de las vacas lecheras.

Los resultados permiten confirmar que la producción es muy estacional y concentrada en un periodo muy corto (Fig. 8). Este efecto es más acentuado en la pradera natural que en la de trébol rosado. La localidad de Catamutún presenta una primavera más tardía por lo cual el periodo de crecimiento de forraje es aún más corto. También se ha establecido que la pérdida de valor nutritivo en el forraje rezagado, es muy significativa a partir del mes de diciembre (Figs. 9 y 10)

**Ganado.** El ganado lechero de los pequeños productores de La Unión presenta niveles de producción que no van más allá de los 2000 litros por lactancia. Mediante ensayos de alimentación se determinó que el po-

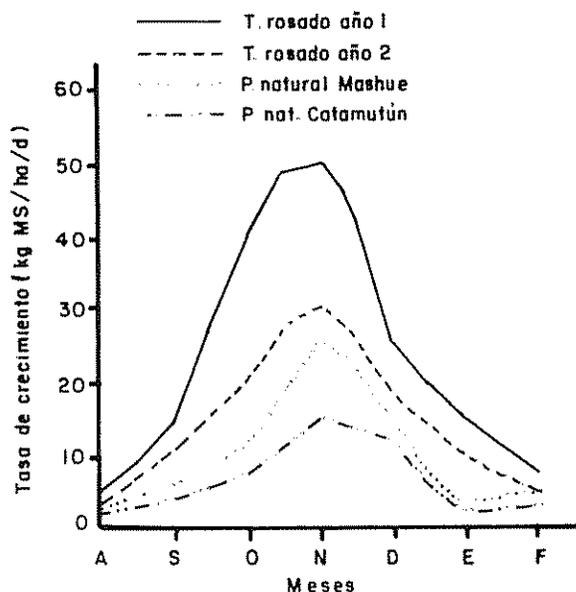


Fig. 8. Tasa de crecimiento de pradera natural estabilizada y pradera de trébol rosado, posterior al año de establecimiento con cereal, en la zona de La Unión. Promedio estimado con base en cuatro temporadas y cuatro localidades.

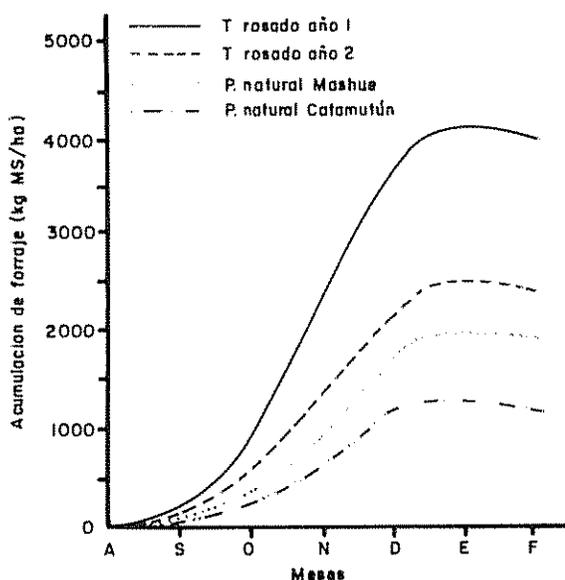


Fig. 9. Tasa de crecimiento de pradera natural estabilizada y pradera de trébol rosado, posterior al año de establecimiento con cereal, en la zona de La Unión. Promedio estimado con base en cuatro temporadas y cuatro localidades.

tencial productivo del ganado llega al menos a unos 4000 litros por lactancia (Fig. 11), lo que ilustra la gravedad del problema alimenticio, manifestado principalmente por un bajo consumo de materia seca. Este

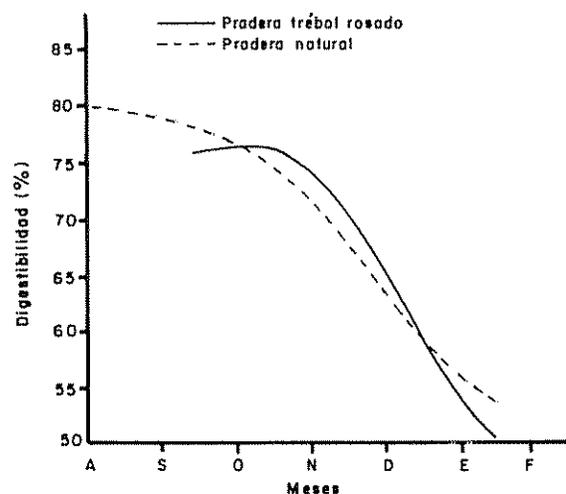
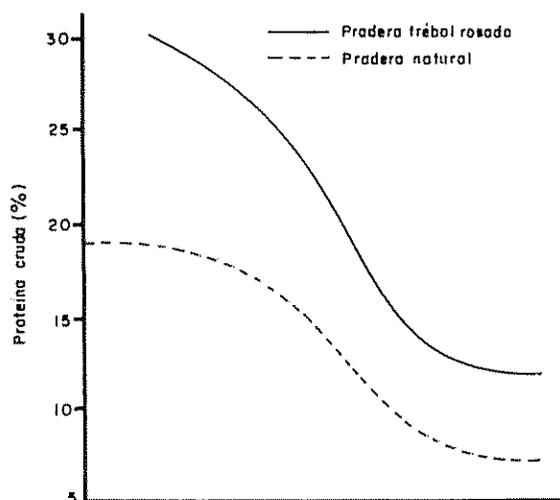


Fig. 10. Contenido de proteína cruda y digestibilidad aparente de la materia seca de forraje rezagado de pradera natural estabilizada y pradera con trébol rosado, posterior al año de establecimiento con cereal, en la zona de La Unión. Promedio estimado con base en cuatro temporadas y cuatro localidades.

problema constituye una limitación importante para el sistema de producción.

El diagnóstico nutricional de los animales, basado en perfiles metabólicos, reveló problemas de hipoproteïnemia y uremia alta, que indica una movilización de tejidos y utilización energética de las proteínas. La deficiencia generalizada se reflejó además en bajos niveles sanguíneos de fósforo, magnesio, sodio y potasio.

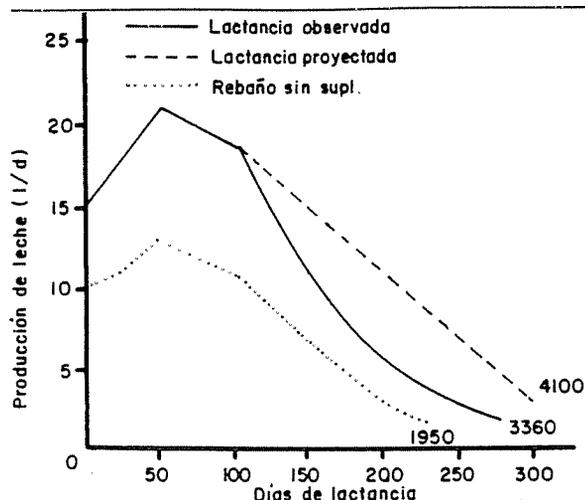


Fig. 11. Producción de leche de vacas suplementadas durante los primeros cien días de lactancia. Ensayo realizado en cinco predios de pequeños productores en la primavera de 1987.

El diagnóstico sanitario de los animales reveló un estado de parasitismo generalizado, especialmente distomatosis, sarna, pediculosis y coccidiosis, que afecta la conversión alimenticia por parte de los animales y agrava el problema de una alimentación deficiente. Ya que la solución a este problema es relativamente sencilla, no se consideró a este factor dentro de los prioritarios. Respecto de las enfermedades infecciosas no se detectó tuberculosis ni leucosis, pero sí algunos casos de leptospirosis y brucelosis. En cuanto a sanidad mamaria se observó una baja incidencia de mastitis, debido a que el ordeño se realiza manualmente.

### CONCLUSIONES

La fase de sondeo y encuesta estática en el área del proyecto ha permitido establecer un universo de 700 a 800 familias de pequeños productores, cuya principal actividad —en términos de superficie destinada—, uso de recursos e ingreso percibido, está constituida por la producción de leche.

Se ha establecido que el principal factor limitante del sistema de producción de estos agricultores es la estacionalidad climática, que induce una distribución estacional en la oferta de forraje. Esto hace que en las épocas críticas —verano e invierno— se produzca un sobrepastoreo, contribuyendo a la degradación de las praderas. Es evidente la necesidad de encontrar alternativas forrajeras que permitan atenuar esta estacionalidad, logrando así una mejor alimentación para el ganado y una mejor utilización de las praderas en el largo plazo.

De igual forma, es necesario definir sistemas de rotación con cultivos, que permitan elevar los niveles de

fertilidad de los suelos en los sectores susceptibles de cultivo. En los sectores con fuertes pendientes es indispensable la aplicación de técnicas de conservación de suelos, mediante el establecimiento de praderas perennes y/o manejo silvopastoril.

Una vez conocidas y cuantificadas estas alternativas, su evaluación, con base en un modelo del predio, permitirá determinar la conveniencia de su inclusión en el sistema productivo.

### LITERATURA CITADA

1. AMIR, P.; KNIPSCHER, H.C. 1989. Conducting on-farm animal research: Procedures and economic analysis. Winrock International Institute for Agricultural Development/Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. 244 p.
2. COOPERATIVA AGRICOLA Y LECHERA DE LA UNION LTDA (CHILE). 1984. 35a Memoria y Balance 1984. La Unión. 24 p.
3. GUTIERREZ-ALEMAN, N. 1986. La modelación en la metodología de investigación en sistemas agropecuarios. In Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal (6., 1986, Bogotá, Col.). Informe. H.H. Li Pun, N. Gutiérrez-A (Eds.). Bogotá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. p. 44-56.
4. HART, R.D.; KNIPSCHER, H.C. 1987. Characteristics and socioeconomic aspects of small ruminant production systems: An analytical framework. In Small Ruminant Production Systems in South and Southeast Asia. C. Devendra (Eds.). Ottawa, Can., International Development Research Centre. Publication IDRC no. 256e. p. 10-28.
5. HARWOOD, R. 1986. Desarrollo de la pequeña finca. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie de Libros y Materiales Educativos no. 78.
6. HENAO, L. 1986. Evaluación de alternativas tecnológicas en fincas de pequeños productores agropecuarios: Evaluación biológica. In Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal (4., 1986). Informe. B. Quijandría, H.H. Li Pun, R. Borel (Eds.). Ottawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe Preliminar IDRC-MR no. 115s. p. 8-39.
7. LI PUN, H.H.; RUIZ, M. 1986. La red de proyectos de investigación en sistemas de producción animal. In Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal (5., 1986). Informe. H.H. Li Pun, V.M. Mares (Eds.). Ottawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe Preliminar IDRC-MR no. 131s. p. 9-26.
8. LI PUN, H.H.; BOREL, R. 1986. La investigación en componentes en el proceso de investigación en sistemas de producción animal. In Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal (6., 1986). Informe. H.H. Li Pun, N. Gutiérrez (Eds.). Ottawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe IDRC-MR no. 139s. p. 10-43.

9. PICHARD, G.; ORTEGA, J.; PHILIPPI, A.M. 1986. Sistemas de producción de leche para pequeños productores. Pontificia Universidad Católica de Chile. Informe Técnico no. 1, 1985-1986. 107 p.
10. PICHARD, G.; ORTEGA, J. 1987. Sistemas de producción de leche para pequeños productores. Pontificia Universidad Católica de Chile. Informe Técnico no. 2, 1986-1987. s.p.
11. RUANO, S. 1989. El Sondeo: Actualización de su metodología para caracterizar sistemas agropecuarios de producción. M.E. Ruiz, M. Snarskis (Eds.). San José, C.R., IICARISPAL. 103 p.
12. SEPULVEDA, S. 1986. Evaluación de alternativas en fincas de pequeños productores: Aspectos socio-económicos. In Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal (4., 1986, Ouawa, Can.). Informe. B. Quijandría, H.H. Li Pun, R. Borel (Eds.). Ouawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Informe preliminar IDRC-MR no. 115s p. 40-71A.
13. SHANER, W.W.; PHILIPP, P.F.; SCHMEHL, W.R. 1982. Farming systems research and development: Guidelines for developing countries. Colorado, EE.UU., Westview Press. 414 p.
14. WINKLER, A.; OLIGER, J.; 1981. Producción de leche: Análisis y proyecciones, X región La Unión. Chile, Confederación Nacional de Cooperativas del Agro Ltda., COPAGRO. 90 p.
15. ZANDSTRA, H.G.; PRICE, E.C.; LITSINGER, J.A.; MORRIS, R.A. 1981. A methodology for on-farm cropping systems research. Los Baños, Filipinas, International Rice Research Institute. 149 p.

# SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINA DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE PUCALLPA, PERU<sup>1</sup>

W. Gutiérrez\* E. Hernández\*\*

## ABSTRACT

The study was conducted on 15 farms located in Pucallpa, in the central Amazonian region of Peru, during the period from January 1985 to February 1987. The objectives were to identify and characterize cattle production systems (CPS), to determine their biological and economical efficiency and to identify their main constraints. The selection of the farmers was based on the following criteria: permanent on-farm residence of the farmer, number of cows (no less than 5 and no more than 25 head), and livestock production as a main activity. Five farms were discarded due to poor cooperation on the part of the farmer or unreliability of the information being collected. Three cattle production systems were identified: regular milking (CPS1), sporadic milking (CPS2) and no milking (CPS3). In these systems, the total farm area, pasture area and crops area were: 75.0, 11.0 and 7.1; 53.6, 9.6 and 12.2; and 80.0, 7.4, and 8.6 ha, for CPS1, CPS2 and CPS3, respectively. The total number of cows and milked cows were:  $35 \pm 15$  and  $14.3 \pm 2.8$ ;  $12.2 \pm 10$  and  $2.6 \pm 0.8$ ; and  $14.3 \pm 6$  and 0, respectively. Following the same order of systems, the biological and economic indices were: (a) milk production:  $1.4 \pm 0.6$ ,  $1.1 \pm 0.2$  and  $0.0$  l/milked cow/day; (b) calving percentage:  $45.5 \pm 9.6$ ,  $50 \pm 24.3$  and  $46 \pm 20.9$ ; (c) % calf mortality:  $7 \pm 4.2$ ,  $29 \pm 31.1$  and  $30 \pm 14.9$ ; (d) green dry matter availability during the dry season: 2 415, 1 893 and 872 kg/ha; (e) production value: US\$ 4 631, 1 599 and 2 543; (f) variable costs: US\$ 1 117, 580 and 552; (g) household net revenue: US\$ 2 209, 571 and 1 353; (h) net cash flow at the end of the study: US\$ 1 473  $\pm$  910, 437  $\pm$  228 and 964  $\pm$  1 435. The livestock activity used 68  $\pm$  12.5, 43  $\pm$  11.4 and 35  $\pm$  9.2% of the total family labor in systems CPS1, CPS2 and CPS3, respectively. Based on these results and other data, it was concluded that in systems CPS1 and CPS2 both the livestock and the crop activities were equally important and that profitability in the livestock component significantly increases when there is milk production. The main constraints of the livestock component are: forage availability, weed control and availability of farm labor.

(Palabras claves: Diagnóstico de fincas, producción de leche, sistemas mixtos, Amazonia.)

## COMPENDIO

El presente estudio se realizó en quince fincas de Pucallpa, en la zona central de la Amazonia peruana, en el período de enero de 1986 a febrero de 1987, con la finalidad de identificar y caracterizar los sistemas de producción bovina (SPB), determinar la eficiencia biológica y económica de los sistemas identificados y establecer las principales restricciones. Se utilizaron como criterios de selección la residencia permanente del productor en la finca; el número de vacas (5-25) y la ganadería como actividad principal. Cinco fincas fueron descartadas por no contar con la colaboración del productor y por la poca confiabilidad de la información recopilada. Se identificaron tres sistemas de producción bovina: ordeño permanente (SPB1), ordeño eventual (SPB2) y sin ordeño (SPB3). En estos sistemas, el área total de la finca, el área en pasto mejorado y el área en cultivos fueron: 75.0, 11.0 y 7.1 hectáreas; 53.6, 9.6 y 12.2 hectáreas; y 80.0, 7.4 y 8.6 hectáreas para los sistemas SPB1, SPB2 y SPB3, respectivamente. El total de vacas y vacas en ordeño fue de  $35 \pm 15$  y  $14.3 \pm 2.8$ ;  $12.2 \pm 10$  y  $2.6 \pm 0.8$ ; y  $14.3 \pm 6$  y 0, respectivamente. En el mismo orden de sistemas, los índices biológicos y económicos fueron: (a) producción de leche:  $1.4 \pm 0.6$ ,  $1.1 \pm 0.2$  y 0 litros por vaca en ordeño al día; (b) porcentaje de natalidad:  $45.5 \pm 9.6$ ,  $50 \pm 24.3$ , y  $46 \pm 20.9$ ; (c) porcentaje de mortalidad de terneros:  $7.4 \pm 4.2$ ,  $29 \pm 31.1$ , y  $30 \pm 14.9$ ; (d) disponibilidad de materia seca verde durante la época seca: 2415, 1893 y 872 kilogramos por hectárea; (e) valor de la producción: 4631, 1599 y 2543 dólares estadounidenses; (f) costos variables: 1117, 580 y 552 dólares estadounidenses; (g) ingreso neto familiar: 2209, 571 y 1353 dólares estadounidenses; (h) flujo neto al final del estudio: 1473  $\pm$  910, 437  $\pm$  228 y 964  $\pm$  1435 dólares estadounidenses. La actividad ganadera utilizó el 68  $\pm$  12.5%, 43  $\pm$  11.4% y 35  $\pm$  9.2% del total de la mano de obra familiar utilizada en los sistemas SPB1, SPB2 y SPB3, respectivamente. Con base en estos resultados y otros se concluyó que en los sistemas SPB1 y SPB2 la actividad ganadera y agrícola tienen igual importancia, así como que la rentabilidad del componente bovino mejora, significativamente, cuando existe producción de leche. Las principales restricciones del componente bovino son la disponibilidad de forraje, el control de malezas y la disponibilidad de mano de obra.

## INTRODUCCION

El sector agropecuario en América Latina se caracteriza por la alta densidad poblacional y diferentes formas de producción que generan bajos ingresos. Se estima que el 65% de la población está inmersa en una economía de subsistencia

(14) con una participación en el valor de la producción del sector del 28% (3, 10, 16).

La actividad agropecuaria es una alternativa factible en la Amazonia (11, 17), siempre y cuando existan tecnologías que generen beneficios sociales y económicos, sin alterar o destruir la ecología del sistema amazónico (5, 6). Los sistemas de producción en este ecosistema son ineficientes (7, 15). En los mixtos, la actividad productiva involucra un gran número de tareas interrelacionadas, con bajo nivel de especialización (4, 6).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

\* Investigador, Proyecto Sistemas de Producción Amazónicos, IVITA/CIID, Pucallpa, Perú.

\*\* Este trabajo es parte de la tesis de Ing. Zootecnista de E. Hernández en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

En el Perú, el 94% de las explotaciones agropecuarias tienen menos de 20 hectáreas. En el caso específico de Pucallpa, el 90% de las fincas tienen menos de 100 cabezas de ganado, que contribuyen con la tercera parte de la oferta local de carne de vacuno. En este tipo de fincas —sistemas mixtos—, el 16% del área se utiliza para la siembra de cultivos agrícolas —yuca, arroz, maíz— y el 60% del área para pasturas (18). Los niveles de producción y productividad de la ganadería son modestos; la producción de leche por vaca al día se estima en 2.36 l, con lactancias que varían entre 73 y 96 días (10, 12).

El consumo de leche en Pucallpa es bajo y oscila entre cinco y 10 centímetros cúbicos al día por persona (9, 12). Sin embargo, en los últimos años se ha observado un ligero incremento, especialmente en el sector de la población proveniente de otras ciudades.

Aún cuando el pequeño y mediano productor de la Amazonia están inmersos en una problemática común —bajos ingresos y niveles de producción—, existen diferencias étnicas y creencias que influyen en el proceso de adopción de tecnología y toma de decisiones. Los productores seleccionan una alternativa con base en soluciones de necesidades inmediatas (1, 2, 19); los procesos para la toma de decisiones son dinámicos y tienen relación con el uso eficiente de los escasos recursos.

Los objetivos del presente estudio fueron:

- Identificar y caracterizar sistemas de producción bovina.
- Determinar la eficiencia biológica y económica de los sistemas identificados.
- Identificar restricciones o factores limitantes en el componente bovino.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Departamento de Ucayali, zona central de la Amazonia peruana, donde la precipitación en promedio anual, según registros de 1977 a 1986, es de 2112 mm, con un período de mínima precipitación (<100 mm) entre junio y setiembre. La temperatura promedio es de 28°C, con temperaturas máximas y mínimas de 30.6°C y 19°C, respectivamente.

De una muestra de 45 fincas, se seleccionaron 15 de acuerdo con los siguientes criterios:

- La finca debe constituir una unidad familiar.
- La administración debe estar a cargo del productor y/o su familia.
- El productor debe tener residencia permanente en la finca.
- La finca debe ser la principal fuente de ingresos.

- El número de vacas debe oscilar entre cinco y 25 cabezas.
- La actividad bovina debe ser la más importante en el uso de recursos y generación de ingresos.
- El productor debe poseer un alto espíritu de colaboración.

Para tomar los datos, fue necesario destinar un período inicial de dos meses de familiaridad con el productor. Durante esta fase, las entrevistas fueron totalmente informales, tratando de demostrar al productor un interés real por sus actividades, problemas y soluciones planteadas. Posteriormente, la recolección de datos se hizo mediante visitas semanales. Además, se pidió al productor que registrara, en un cuaderno, los eventos que ocurrían diariamente en la finca.

Luego de cinco meses de seguimiento, se descartaron del estudio cinco fincas, ya que los productores mostraron poco interés en el trabajo y registraron información poco confiable.

Al inicio y al final del estudio se realizó un inventario de las principales instalaciones, equipos, semovientes y utilización de la tierra. También se estableció una caracterización físico-química del suelo en función de su utilización actual: bosque, vegetación secundaria o "purma" y pastos. Se identificaron y tomaron nueve muestras de suelo en cada caso, cubriendo una capa de cero a 15 cm de profundidad.

Se registró el tipo de mano de obra —familiar o contratada— utilizada en cada actividad. El ajuste por edades se hizo con los siguientes índices: un jornal (>15 años de edad) y medio jornal (>60 años ó 10-15 años de edad).

Las pasturas fueron evaluadas antes de la entrada del ganado, durante la época de mayor y menor precipitación. La disponibilidad de forraje se estimó con el método de doble muestreo (8) y la composición botánica, por el método de rango de peso seco (13). Se efectuaron 100 lecturas visuales, con un marco de 0.5 m<sup>2</sup> y corte a ras del suelo.

La carga parasitaria en el ganado se determinó en ambas épocas, seca y lluviosa, utilizándose el método de McMaster modificado para calcular el número de huevos tipo *Strongylus* (HTS) por gramo de heces.

El manejo del ganado se describió según la estratificación del hato, tipo de empadre, crianza de terneros, vacunaciones, dosificaciones y baños. Los índices zootécnicos de producción estimada fueron: natalidad y mortalidad de terneros, saca, producción de leche y relación toro:vaca.

La evaluación económica de los sistemas identificados se hizo con base en la relación beneficio-costos; el

ingreso neto (IN), definido como la retribución al factor administración, que refleja la capacidad del productor para organizar, planificar e innovar; y el ingreso neto familiar (INF), que representa el retorno a la mano de obra familiar utilizada (1).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las fincas estudiadas corresponden a sistemas de producción mixtos. La producción está destinada, principalmente, a satisfacer el consumo de la familia y los animales menores —aves y cerdos.

El uso de la tierra es típico de la agricultura migratoria, que consiste en la tumba, roza y quema del bosque, seguido por la siembra del cultivo —arroz, maíz, yuca y plátano. Luego de seis a 10 años se repite el proceso en el mismo lugar, pero esta vez sobre una vegetación secundaria o "purma".

En los Cuadros 1 y 2 se indican algunas características químicas del suelo, según diferentes formas de uso. La quema provoca cambios importantes en el contenido de calcio y en el porcentaje de saturación de aluminio del suelo. Cierta similitud en los valores se observa en los suelos con leguminosas forrajeras. El contenido de calcio, materia orgánica y pH tiende a disminuir a medida que aumenta la edad de la vegetación.

Con base en el manejo e intensidad en la utilización de los recursos de producción, se identificaron tres sistemas de producción de bovinos (SPB):

- Ordeño permanente en dos fincas (SPB1)

**Cuadro 1.** Efecto de la quema y tipo de vegetación sobre algunas características químicas del suelo en Pucallpa (Perú).

Tipo de vegetación	n	pH	MO (%)	Ca (meq/100 g)	Saturación de Al (%)
Bosque	3	4.6	2.6	1.3	53.3
Bosque + quema	4	5.8	3.2	10.4	6.6
"Purma"	6	5.3	2.9	8.5	19.6
"Purma" + quema	6	5.8	2.8	13.6	7.2
Pastos					
- gramíneas*	11	5.5	2.9	9.3	27.8
- leguminosas**	5	6.2	2.6	13.6	16.1

Notas:

n = número de repeticiones; MO = materia orgánica.

\* *Brachiaria decumbens*, *Axonopus compressus*,

*Paspalum conjugatum*.

\*\* *Pueraria phaseoloides*.

**Cuadro 2.** Efecto de la edad y el tipo de vegetación sobre algunas características químicas del suelo en Pucallpa (Perú).

Tipo de vegetación	n	Edad (años)	pH	MO (%)	Ca (meq/100 g)	Saturación de Al (%)
Bosque	3	20	4.6	2.6	1.3	53.3
"Purma"	3	2 a 4	6.5	2.7	14.6	8.6
"Purma"	3	8 a 10	4.1	3.2	2.3	30.7
Pasto natural*	3	2 a 5	6.1	2.5	16.4	3.5
Pasto natural	4	10	5.5	2.5	9.1	21.2
Pasto alambre**	3	2 a 5	5.7	3.4	10.8	17.9
Pasto alambre	1	10	4.8	3.2	1.0	59.5
Kudzú***	3	2 a 5	7.0	2.8	17.6	3.9
Kudzú	2	10	5.4	2.3	9.5	24.2

Notas:

\* *A. compressus*, *P. conjugatum*, *Homolepis aturensis*.

\*\* *B. decumbens*.

\*\*\* *P. phaseoloides*.

- Ordeño eventual en cinco fincas (SPB2).
- Sin ordeño en tres fincas (SPB3).

El área total de la finca, aquella con pasto mejorado y aquella con cultivos agrícolas fueron de: 75, 11 y 7.1 hectáreas; 53.6, 9.6 y 12.2 hectáreas; y 80.0, 7.4 y 8.6 hectáreas para los sistemas SPB1, SPB2 y SPB3, respectivamente. En las fincas donde no se ordeña, alrededor del 45% de su área se utiliza en la actividad agrícola —incluyendo la "purma"—, especialmente en la producción de maíz (*Zea mays*) y plátano (*Musa sp.*); mientras que en las de ordeño permanente, el 52% del área está destinada a pasturas (Fig. 1).

En el Cuadro 3 se presenta la dinámica en la estructura del hato. El incremento en el número de animales fue mayor en las fincas con ordeño permanente, como consecuencia de una menor tasa de mortalidad y saca (Cuadro 4).

En los tres sistemas, el porcentaje en promedio de natalidad fue menor que el 50% (Cuadro 4). La mortalidad en terneros fue menor en el sistema con ordeño permanente (7%), como consecuencia de una mejor pastura, mayor control parasitario y, sobre todo, mayor conocimiento del productor en el manejo del ganado. En general, los niveles de productividad y eficiencia biológica son bajos, típico de los sistemas mixtos en los que la actividad ganadera es relativamente nueva. La intensificación de la mano de obra en una actividad específica, determina la orientación de estos sistemas; así por ejemplo, en el sistema con ordeño permanente,

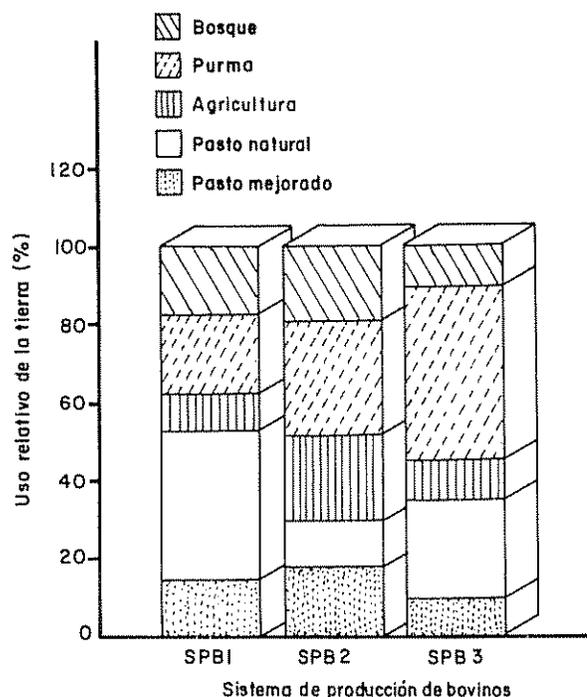


Fig. 1. Estructura de uso de la tierra en fincas, según el sistema de producción de bovinos (ver texto para la identificación de los SPB1).

Cuadro 3. Promedios en la dinámica de la estructura del hato de acuerdo a los sistemas de producción bovina.

Estructura	SPB1		SPB2		SPB3	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Vacas	32.5	35.0	12.6	12.2	16.0	14.3
Vaquilla > 2 años	6.5	6.0	4.6	2.4	2.3	1.7
Vaquillas 1-2 años	5.5	7.0	2.2	3.8	2.3	5.3
Terneras	11.0	14.5	3.8	4.0	5.0	8.7
Terneros	9.5	8.5	2.2	3.2	4.6	3.3
Toretas	7.0	9.5	1.4	2.2	5.6	7.0
Toros	2.0	2.0	1.0	1.2	0.3	1.7
Total	74.0	82.5	27.8	29.0	36.1	37.0

Notas:

SPB1: ordeño permanente.

SPB2: ordeño eventual.

SPB3: sin ordeño.

Cuadro 4. Índices zootécnicos y utilización de la mano de obra en tres sistemas de producción bovina.

Descripción	SPB1	SPB2	SPB3
Natalidad (%)	45.0 ± 9.6	50.0 ± 24.3	46.0 ± 20.9
Saca (%)	9.0 ± 4.4	13.0 ± 1.9	12.0 ± 16.4
Mortalidad (%)			
- Terneros	7.0 ± 4.2	29.0 ± 31.1	30.0 ± 14.9
- Adultos	2.8 ± 0.9	4.1 ± 2.7	1.5 ± 1.3
Vacas en ordeño (%)	44.5 ± 12.5	21.3 ± 11.9	—
Producción de leche (l/d)	1.4 ± 0.6	1.1 ± 0.2	—
Número de potreros	2.5 ± 0.7	3.3 ± 0.6	2.6 ± 1.3
Mano de obra, jornales			
- Total	722 ± 227	513 ± 165	687 ± 328
- Familiar (MOF)	424 ± 85	435 ± 154	438 ± 160
Uso de MOF			
- Ganadería (%)	68.2 ± 12.5	43.0 ± 11.4	35.0 ± 9.2
- Agricultura (%)	23.4	50.5	60.0

el 68% de la mano de obra familiar, empleada en la finca, es utilizada en ganadería, mientras que en el sistema sin ordeño sólo se emplea el 35 por ciento.

El control de parásitos internos es deficiente, las dosificaciones son esporádicas y sólo se realizan cuando los terneros presentan síntomas visibles de parasitismo. En las Figs. 2 y 3 se dan los perfiles de carga parasitaria (HTS/g de heces), por época y sistema de producción, hasta los 24 meses de edad. El perfil de carga parasitaria fue significativamente menor en el sistema con ordeño permanente. La carga parasitaria es mayor en la época de lluvias, encontrándose 1319 HTS/g de heces a los seis meses de edad. El número de HTS en las heces tiende a disminuir con la edad, alcanzando niveles normales (<300 HTS/g de heces) después de los 10 meses de edad, cuando el estrés del destete ya ha sido superado y ha aumentado el grado de resistencia adquirida. Se encontró un alto porcentaje de prevalencia de coccidios (*Eimeria* sp.) en animales de 12 a 24 meses de edad.

Al comparar las épocas, la disponibilidad de forraje (MVS y MST) fue ligeramente menor durante la época seca en el sistema SPB1, (Cuadro 5), pero la diferencia proporcional se hizo mayor en SPB2 y aún más en SPB3. Entre los sistemas, la disponibilidad de materia seca verde fue mayor en aquel con ordeño permanente (2415 y 2499 kg MVS/ha durante la época seca y lluviosa, respectivamente). En general, el porcentaje de

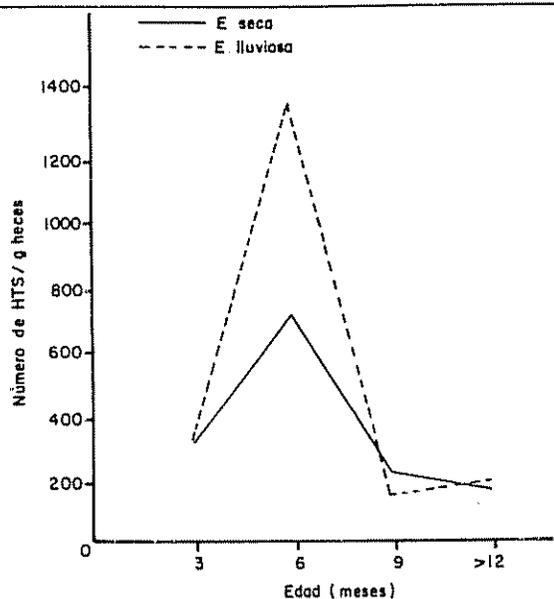


Fig. 2. Carga parasitaria (HTS/g heces) en bovinos cruzados durante las épocas lluviosa y seca en Pucallpa.

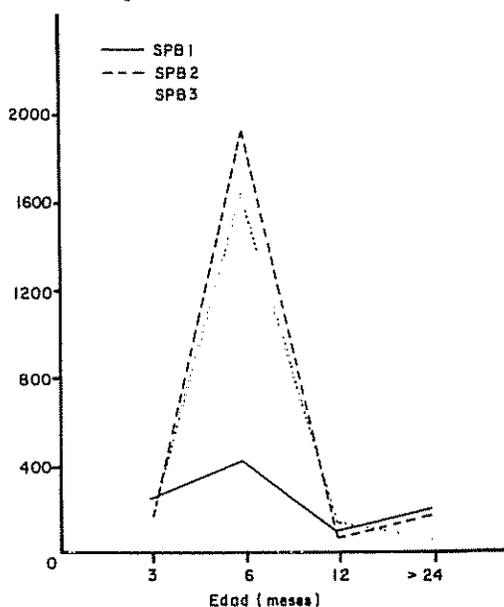


Fig. 3. Carga parasitaria (HTS/g heces) según sistema de producción de bovinos (SPB) en la época lluviosa, Pucallpa.

Cuadro 5. Disponibilidad de forraje (kg/ha) en los sistemas.

Sistema	Epoca seca		Epoca lluviosa	
	MVS	MST	MVS	MST
SPB1	2 415	4 010	2 499	3 846
SPB2	1 893	3 465	2 456	3 825
SPB3	872	1 526	1 289	2 047

MVS: materia verde seca; MST: materia seca total.

materia inerte fue alto (43%, en promedio), debido al uso de cargas bajas y períodos largos de descanso.

En las fincas, los pastos más abundantes fueron *A. compressus*, *P. conjugatum*, *H. aturensis*, *Hyparrhenia rufa*, *Cyperus* sp. y, en menor grado, *B. decumbens* y *P. phaseoloides*. En el sistema con ordeño permanente, el pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y el pasto natural son los predominantes (Cuadro 6); asimismo, el porcentaje de malezas fue menor en este sistema.

Cuadro 6. Composición botánica (%) en los sistemas bajo estudio.

Componentes	Epoca seca			Epoca lluviosa		
	SPB1	SPB2	SPB3	SPB1	SPB2	SPB3
Pasto alambre	-	21.3	19.0	-	18.4	10.3
Jaragua	27.6	13.5	1.6	37.7	7.3	6.6
Kudzu	5.4	3.5	-	3.8	1.0	1.1
Pasto natural*	55.0	34.8	60.1	43.7	48.7	45.2
Malezas	12.1	26.9	18.8	14.9	24.7	37.0

Notas:

\* *A. compressus*, *P. conjugatum*, *H. aturensis*.

La introducción del pasto alambre (*B. decumbens*) en estos sistemas está avanzando paulatinamente; es de esperar que a medida que la actividad ganadera se intensifique, su presencia en las fincas será mayor.

En el Cuadro 7 se proporciona un resumen de la evaluación económica de los sistemas en estudio. El nivel tecnológico en estos sistemas es bajo y se refleja en la magnitud de los costos variables que, en promedio, representaron el 40% de los costos totales.

Los ingresos generados por la venta de leche en el sistema con ordeño permanente, representó el 24% del valor de la producción de la finca. El ingreso neto, el ingreso neto familiar y el flujo neto en efectivo fueron mayores en el sistema con ordeño permanente. El flujo neto en efectivo proporciona una mejor aproximación de la economía de la finca, por cuanto el productor toma decisiones en función de las necesidades, las cuales están relacionadas con la disponibilidad de capital en efectivo.

En estos sistemas, existe un proceso de capitalización a largo plazo, producto de los recursos generados por otras actividades de la finca. En general, existe un crecimiento vegetativo del hato y un uso intensivo de la mano de obra familiar.

Cuadro 7. Análisis económico de tres sistemas de producción bovina (US\$).

Descripción	SPB1	SPB	SPB3
<b>Costos variables</b>	1 117 ± 406	580 ± 237	552 ± 284
Sales	42 ± 12	17 ± 9	20 ± 9
Sanidad	31 ± 22	27 ± 20	32 ± 21
MO contratada	355 ± 357	80 ± 74	140 ± 139
MO familiar	564 ± 12	365 ± 149	290 ± 68
Alquiler de pasto		55 ± 33	
Cercos	125 ± 70	36 ± 14	62 ± 108
Otros	—	—	8 ± 13
<b>Costos fijos</b>	1 869 ± 572	813 ± 513	928 ± 407
Inversión (10%)	1 849 ± 579	751 ± 435	903 ± 40
Depreciación	20 ± 7	62 ± 90	25 ± 3
<b>Valor de la producción</b>	4 631 ± 575	1 599 ± 942	2 543 ± 1 271
Venta de leche y queso	1 125 ± 656	—	—
Venta de ganado	1 053 ± 311	706 ± 379	754 ± 711
Cambio de inventario	2 453 ± 1 577	893 ± 597	1 789 ± 565
<b>Indicadores económicos</b>			
Ingreso neto	1 645 ± 409	206 ± 466	1 063 ± 1 453
Ingreso neto familiar	2 209 ± 421	571 ± 474	1 353 ± 1 206
Flujo neto en efectivo	1 473 ± 910	437 ± 228	964 ± 1 485

Notas:

MO: mano de obra.

Se encontró que, en general, los productores tienen como primacía el mejoramiento de la "calidad" de vida de su familia, principalmente a partir del consumo de alimentos. El productor considera la maximización de ingresos como una segunda prioridad.

En los sistemas con ordeño permanente, el productor está interesado en aumentar el área de pasturas con la finalidad de incrementar su ganadería, mientras que en los sistemas con ordeño eventual y sin ordeño, el interés gira en torno a elevar el área del fundo, en un afán por buscar mejores condiciones para la actividad agrícola.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados del presente trabajo se concluye que:

1. En las fincas del área estudiada es posible identificar tres sistemas de producción bovina: ordeño permanente, ordeño eventual y sin ordeño.
2. En los sistemas con ordeño eventual y sin ordeño, la actividad agrícola y la ganadera tienen igual importancia.
3. Las limitantes de mayor importancia para el desarrollo de la actividad bovina son: disponibilidad de forraje, control de malezas y disponibilidad de mano de obra.

4. La producción de leche en estos sistemas mejora significativamente la rentabilidad económica del componente bovino.

5. Según el productor, la maximización de ingresos tiene una prioridad de segundo orden.

## LITERATURA CITADA

1. AVILA, M.; DEATON, O.W.; RUIZ, A.; ROMERO, F. 1980. Análisis de sistemas de producción animal del pequeño productor. Turrialba, C.R.; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 31 p. (Mimeografiado).
2. AVILA, M. 1981. Evaluación económica de la producción animal: Conceptos y algunas aplicaciones. In Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Bovina con Énfasis en Leche (Turrialba). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 1-33.
3. BENITO, C.A.; JANVRY, A. De. 1980. La economía de la unidad familiar del pequeño productor: Un ensayo conceptual. In Tecnología para el Pequeño Productor. Marzocca (Ed) San José, C.R., IICA. Serie Desarrollo Institucional No. 9. p. 353-369.
4. CATIE. 1978. Sistemas de Producción de Leche y Carne para Pequeños Productores usando Residuos de Cosecha. Informe de Progreso 1978. Turrialba, C.R.; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 39 p.

5. GAZZO, J. 1982. Políticas y planes de desarrollo para la Amazonia del Perú. In *Amazonia: Investigación sobre Agricultura y Uso de la Tierra*. S.B. Hecht. (Ed.). Cali, Col.; Centro Internacional de Agricultura Tropical p. 87-108.
6. GUTIERREZ, W. 1983. Caracterización de los sistemas predominantes en fincas familiares de Cariari y Monteverde, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 120 p.
7. HARDAKER, J. 1979. A review of some farm management methods for small development in LDCS. *Journal of Agricultural Economics* (G.B.) 39(3):315-331.
8. HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15:663-670.
9. HUANCA, W. 1981. Situación del mercado de leche y queso en la ciudad de Pucallpa. Tesis Med. Vet. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
10. IVITA. 1980. Proyecto Desarrollo de la Producción Lechera: Avances del Primer Trimestre. Pucallpa, Perú. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura. 24 p.
11. IVITA. 1983. Desarrollo de la ganadería lechera: Avances del tercer año. Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (Perú). Boletín Informativo no. 6. 33 p.
12. IVITA. 1987. Informe Anual Final de la Primera Fase del Proyecto IVITA-CIID. Pucallpa, Perú, Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura.
13. JONES, R.M.; HARGREAVES, J.N.G. 1979. Improvements to the weight-rank method for measuring botanical composition. *Grass and Forage Science* (G.B.) 34:181-189.
14. MIRACLE, M. 1968. Subsistence Agriculture: Analytical problems and alternative concepts. *American Journal of Agricultural Economics* 50:292-310.
15. OÑORO, P. 1981. Nuevas estrategias para la investigación agrícola en zonas de ladera. In *Agricultura de Ladera en América Tropical*. A.R. Novoa, J.L. Posner. (Eds.). Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Rockefeller Foundation. p. 211-227.
16. OZUNA, D. 1980. Participación del sector agropecuario en las economías de América Latina. *Agro (R.D.)* 8:77.
17. POSNER, J.L.; McPHERSON, M.F. 1981. Las áreas de ladera de México, Centroamérica, el Caribe y los países andinos: Situación actual y perspectivas para el año 2000. In *Agricultura de Ladera en América Tropical*. A.R. Novoa, J.L. Posner (Ed.). Turrialba, Costa Rica; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Rockefeller Foundation. p. 91-107.
18. RIESCO, A.; MEINI, G.; DE LA TORRE, M.; HUAMAN, H.; REYES, C.; GARCIA, M. 1985. Análisis exploratorio de los sistemas de fundos de pequeños productores en la Amazonia, Pucallpa. Pucallpa, Perú, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo/Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura.
19. SHANIN, R. 1973. The nature and change of peasant economics. *Sociologia Ruralis* (Holanda) 13(2):141-171.

# FACTORES LIMITANTES EN EL SISTEMA DE PRODUCCION DE CAPRINOS EN ZACATECAS, MEXICO<sup>1</sup>

H. Salinas\*, J.L. Avila\*, A. Falcón\*, R. Flores\*

## ABSTRACT

The systems approach methodology was used to identify, describe and analyze the main factors limiting goat production systems in the State of Zacatecas, Mexico. After a survey and analysis of secondary information, four districts were selected, representing 50% of the State's goat population; the four districts were regrouped into three different agroclimatic areas: one (Concepción del Oro) was the most arid and was oriented toward the production of baby kids (milk-fed), while the other two (Ojocaliente and Zacatecas) enjoyed more rainfall and availability of feed; their system consisted of the production of does, marketed for their meat and consumed as "birria" (a sort of stew). Based on a static diagnosis of 151 farms (representing no less than 10% of the total number of farms), it was possible to reconfirm the existence of the above-mentioned production systems. Both systems co-exist with rain-fed crops (corn and beans), although these were high-risk in Concepción del Oro. All farming activities depended on family labor (less than 18% of farmers hired outside laborers). Since the selection of farms was restricted to those having no more than two head of cattle and a proportion of sheep to goats of less than 0.9, the presence of animals other than goats was always minimal; the average number of goats was 53 in Ojocaliente and Zacatecas and 90 in Concepción del Oro. Seventy-eight of the farmers stated that they did not want to increase the herd size due to restricted feed resources. In Concepción del Oro, 53% of the farmers indicated that the goat was the only animal that could withstand the harsh conditions; the majority of the producers in the three areas agreed that, despite the limitations, goat production was profitable. The analysis of feed resources showed that certain beneficial pasture species (such as those in the genus *Dalea* L. and *Atriplex* L.) were apparently on the way to extinction; in all areas, crop residues play an important role, although for a short period of time. The low fertility found in Concepción del Oro (44.9%) is associated with a low proportion of sires to does (1:40) and a higher degree of dietary restriction, as compared to the other two areas. The seriousness of the situation in Concepción del Oro is further demonstrated by the high incidence of abortions (27%) as compared to Ojocaliente (17%) and Zacatecas (19%). This information and other data obtained illustrate the usefulness of the methodology in characterizing the production systems and guiding future research.

(Palabras claves: Zonas áridas, cabras, diagnóstico estático)

## INTRODUCCION

Se estima que en la actualidad existen en el mundo 445 millones de cabras: el 94 % se localiza en países en desarrollo. En estos, se calcula un promedio de 56 cabras por cada 100 personas económicamente activas y dedicadas a la agricultura (4, 6).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

\* Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Zacatecas, México.

## COMPENDIO

Se aplicó la metodología del enfoque de sistemas para identificar, describir y analizar los principales factores limitantes de los sistemas de producción caprina en el estado de Zacatecas (México). Después de un sondeo y análisis de la información secundaria, se seleccionaron cuatro distritos que representaban el 50% de la población caprina estatal; los que se redistribuyeron en tres áreas de características agroclimáticas distintas: Concepción del Oro, la más árida y coincidente con un sistema de producción de cabritos de leche; Ojocaliente y Zacatecas, de mayor precipitación y disponibilidad de recursos alimentarios y orientadas a la producción de animales adultos para el consumo en forma de "birria" —cocido de carne de cabra adulta. Con base en una encuesta estática de 151 productores —no menos del 10% del universo comprendido en los cuatro distritos— se corroboró la existencia de los dos sistemas indicados anteriormente. Ambos sistemas conviven con agricultura de temporal —maíz y frijol— aunque con más riesgo en Concepción del Oro. Todas las actividades dependen de la mano de obra familiar —menos del 18% de los productores contrata mano de obra. Ya que la selección de productores se hizo con la restricción de no tener más que dos bovinos y con una proporción de ovinos/caprinos no mayor que 0.9, la presencia de otras especies animales fue siempre menor; el promedio de cabras por rebaño fue de 53 en el caso de Ojocaliente y Zacatecas, mientras que fue de 90 en Concepción del Oro. El 78% de los productores manifestaron que no incrementaban el rebaño por limitaciones en la oferta alimentaria. En Concepción del Oro, el 53% de los productores indicó que la cabra era la única especie que podía ser criada en las condiciones imperantes, aunque tanto ellos como los de las otras áreas aceptaron que la caprinocultura era un buen negocio. El análisis de los recursos alimenticios indicó ciertas evidencias de extinción de especies pastorales de gran calidad como las de los géneros *Dalea* L. y *Atriplex* L.; se hace un uso extenso de los esquilmos de cultivos, pero su disponibilidad es por un período corto. La escasa fertilidad en Concepción del Oro (44.9%) está ligada a una baja proporción de sementales: hembras (1:40) y fuerte restricción alimentaria, en contraste con las otras áreas. La gravedad de las condiciones en Concepción del Oro también se demuestra en la incidencia de abortos (27%) versus 17% y 19% en Ojocaliente y Zacatecas, respectivamente. Esta información y otros datos logrados demuestran la utilidad de la metodología para caracterizar sistemas de producción y orientar mejor los futuros estudios que deben realizarse.

Tradicionalmente se ha asociado a la cabra con los fenómenos de subdesarrollo y pobreza, por pertenecer siempre a los estratos más marginados en aquellas zonas geográficas con mayores limitaciones agroecológicas.

En México, se reconoce que desde las épocas coloniales la ganadería caprina comenzó a explotarse en la región Noreste del país, quizás porque la población colonizadora surgió de provincias consumidoras de carne de cabra o quizás por su adaptación a los tipos de vegetación predominantes (2).

A principios del presente siglo la población nacional caprina se estimaba en cuatro millones de cabezas, cifra que se mantuvo hasta la segunda década, cuando comenzó a incrementarse, hasta su estancamiento en la sex-ta década en alrededor de nueve millones, lo que representa el 31% de la población caprina de América Latina y el dos por ciento de la mundial.

La mayor densidad de población se localiza en los estados de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas. Este último cuenta con más de 600 000 cabezas de las que el 34% se encuentra en el distrito de desarrollo rural de Concepción del Oro, la parte más árida de la entidad; le siguen en importancia Zacatecas, Ojocaliente y Río Grande, mientras que en el Suroeste del estado —zona menos árida— la población caprina es casi nula.

La actividad caprina se desarrolla, en general, en condiciones marginales, lo que está asociado con familias que han diversificado sus actividades agrícolas con la presencia de la cabra. El objetivo de este estudio fue el análisis y descripción de los sistemas de producción caprina predominantes y sus principales limitaciones en el estado de Zacatecas.

## MATERIALES Y METODOS

Para la realización del estudio se siguieron las siguientes etapas metodológicas de diagnóstico: sondeo, análisis de información secundaria, delimitación del área de estudio, elaboración y aplicación de encuestas a productores para el diagnóstico estático (5).

El sondeo se efectuó mediante entrevistas informales con caprinocultores de la región así como con técnicos experimentados, ya sea en asistencia técnica directa o por sus estudios realizados anteriormente en aspectos relacionados con la caprinocultura.

El análisis de la información secundaria consistió en recabar estudios previos de diagnóstico y disciplinarios, así como censos, padrón de productores de cabras, ovinos y bovinos, número y distribución de comunidades, e información agroecológica de la región en estudio.

La delimitación del área se realizó según los siguientes criterios: diferencias agroecológicas, densidad de caprinos y predominancia de caprinos sobre otras especies animales. Para la elaboración de la encuesta se consideró toda la información secundaria recabada y fue formulada por un grupo interdisciplinario: agronomía, producción animal, economía y sociología. El tamaño de muestra se determinó con base en una proporción porcentual (10%) de productores y comunidades en cuatro estratos, formados por tamaño

de hato, en donde se seleccionaron, aleatoriamente, productores por comunidad.

Se incluyó a productores alternos, escogidos si aquellos originalmente seleccionados no se encontraban o ya se habían retirado de la actividad caprina.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Sistemas de producción caprina

De la información secundaria y de entrevistas con informantes se identificaron dos sistemas de producción, definidos por las condiciones de manejo, alimentación, producto obtenido y orientación del mercado bajo la influencia de factores agroecológicos y socio-económicos.

El primero se ubica en la zona noreste del estado, que corresponde a Concepción del Oro y el otro, en el distrito de Ojocaliente y parte de Zacatecas, es decir, la zona centro y sureste.

En el primer caso, se observó un sistema basado en la producción de cabritos, llamado de leche, porque el mercado exige animales que no hayan consumido otro alimento que ese en el momento de su comercialización. Por lo tanto ésta debe realizarse a una temprana edad, alrededor de 30 días, con rangos de 15 a 50 días. Esta situación es originada, por un lado, ante la fuerte demanda del producto en el Noreste del país, principalmente en la ciudad de Monterrey y algunas otras como Reynosa, Saltillo, Torrcón; y, por otro lado, ante las condiciones precarias en que se desarrolla la actividad en esa región por la baja precipitación y capacidad forrajera de los pastizales.

El otro sistema observado se desarrolla en condiciones menos limitadas en alimentación forrajera nativa y, también, porque existe más agricultura de temporal que proporciona esquilmos como paja de frijol y rastrojo de maíz. En esta zona no existe o es incipiente la demanda de carne de cabrito, pero sí de animal adulto para el platillo denominado "birria", consumido local y regionalmente hasta el centro del país.

De esta forma, la producción se orienta a la de animales adultos con mejor rendimiento en canal y su comercialización se efectúa después de los seis meses de edad.

### Selección de áreas de trabajo para diagnóstico estático

A partir de los censos de población caprina en los ocho distritos de desarrollo rural del estado, clasificados por la Secretaría de Estado de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), se seleccionaron, por su ma-

por población, los distritos de Concepción del Oro, Río Grande, Ojocaliente y Zacatecas. Del padrón de productores pecuarios de los cuatro distritos, se registraron quienes tenían caprinos dentro del inventario animal. Así se incluyó un total de 2041 productores con 232 801 cabras, lo que representa aproximadamente el 50% de la población caprina estatal.

La superficie de los cuatro distritos, antes mencionados, fue redistribuida en tres áreas de potencial agropecuario diferente, previamente determinadas con base en características agroclimáticas (1). Todas las comunidades y/o ejidos con cabras se ubicaron dentro de estas áreas agroecológicas.

Para identificar la cantidad de productores pecuarios con predominancia caprina, se seleccionaron a quienes tuvieran no más de dos bovinos y cuando la relación ovino/caprino fuera igual o menor que 0.9 en el hato. Así se determinó que 1397 productores (68.5%) tenían predominancia caprina.

El tamaño de hato fue un factor importante considerado para la estratificación de 1397 productores. En el Cuadro 1 se puede observar la tendencia a disminuir el número de productores a medida que aumenta el tamaño del hato, a excepción de la tercera área agroecológica. Se determinó que la mayoría de los productores seleccionados (1228 productores) tenían hatos con menos de 200 cabras.

A partir de la información y restricciones mostradas en el Cuadro 1 se enumeró a los caprinocultores por comunidad según cada área agroecológica, y se procedió a seleccionar aleatoriamente no menos que un 10% de los productores para aplicar la encuesta con el objeto de hacer el diagnóstico estático. De esta forma se determinó una muestra de 151 productores que serían visitados en 24 municipios del estado de Zacatecas.

Cuadro 1. Estratificación de productores caprinos en tres áreas agroclimáticas del estado de Zacatecas.

Área ecológica	Tamaño del hato caprino				Total
	<50	50-100	101-200	>200	
1	12 382 <sup>a</sup> n=305	21 848 n=275	27 713 n=178	30 025 n=91	91 968 n=849
2	5 713 n=230	9 768 n=121	13 076 n=83	21 296 n=59	49 853 n=493
3	350 n=7	1 265 n=14	2 344 n=14	5 245 n=17	9 024 n=52
Total	18 445 n=542	32 981 n=411	43 133 n=275	57 316 n=169	151 875 n=1 397

a = número de caprinos  
n = número de productores

### Características de los sistemas de producción

Del análisis de la información obtenida en 151 encuestados, se corroboró la predominancia de dos sistemas de producción con base en el producto —cabrito y "birria"—, regidos por condiciones específicas agroecológicas, idiosincrasia y mercadeo. El sistema de producción de cabrito se localizó en el área agroecológica más árida, comprendida por el distrito de desarrollo de Concepción del Oro. El sistema de producción de animales para "birria" se identificó en un área con mayor precipitación y recursos alimentarios comprendida por los distritos de desarrollo de Zacatecas y de Ojocaliente. Aunque la identificación por producto determinó dos sistemas de producción grandes, al analizar la información, se encontraron diferencias entre los tres distritos, por lo que la discusión que ha de seguirse se basa en las tres áreas de estudio: Concepción del Oro, Zacatecas y Ojocaliente.

En ambos sistemas, los productores se dedican también a la agricultura de temporal para subsistencia, con una media de superficie cultivada de 4.2 hectáreas de maíz y 4.3 hectáreas de frijol. Sin embargo, en el distrito de Concepción del Oro —sistema cabrito— es más frecuente la pérdida parcial o total de la cosecha, por lo que también es común que más del 54% de los productores tengan otras actividades como recolección de plantas silvestres para extracción de fibra o cera. Esto conlleva que, en estas unidades de producción, se utilice en un mayor grado la mano de obra familiar para el manejo del hato caprino.

Se identificó en las tres áreas que las actividades agrícolas de manejo y cuidado de las cabras dependen de la mano de obra familiar, ya que, indistintamente del área, menos del 18% contrata mano de obra en forma esporádica.

La mayoría de los productores cuenta con otras especies como bovinos, ovinos y equinos, principalmente en las áreas de Zacatecas y Ojocaliente donde el promedio de cabras por rebaño fue de 53 ( $S_x = 11.9$ ) y 64 ( $S_x = 9.35$ ), respectivamente; mientras que en Concepción del Oro se encontraron hatos mayores: 90 ( $S_x = 7.8$ ) cabras en promedio. En los pocos casos en que se contrató mano de obra, los ranchos se caracterizaron por su tamaño medio de hato de 96 cabras, superior al de los que no contratan mano de obra: 75 cabras.

Sin gran variación entre áreas agroecológicas, un 78% de los productores externaron que no incrementaban su tamaño de hato por falta de alimentos disponibles para su ganado. También se dieron diferentes razones por las que se habían iniciado y permanecían en la actividad caprina. Un 53% de productores de Concepción del Oro eran caprinocultores, ya que la cabra era la única especie que se podía criar, aunque la mayoría reconoció que representaba un buen negocio

para ellos. En el caso de Zacatecas y Ojocaliente, un 65% de los encuestados consideró la actividad como un buen negocio y para muchos de ellos la crianza de cabras constituía una tradición.

**Recursos alimenticios del pastizal** A partir del conocimiento que tienen los productores, en el Cuadro 2, se presentan las principales especies de pastizales que las cabras consumen. Se observa variación entre las tres áreas de estudio: en Concepción del Oro los caprinos se alimentan con nopal, hojase, zacates y "mariola" (*Parthenium incanum* H.B.K.); no así en Zacatecas donde la dieta de especies consumidas es más diversificada. En Ojocaliente predomina el uso del nopal, arono o "huizache" y "garabatillo". En la Fig. 1 se puede apreciar la fluctuación del uso de cuatro de las principales especies, denotándose la importancia del nopal por su utilización durante todo el año. Se observa asimismo el uso combinado de nopal y arono en los meses de febrero a junio en Ojocaliente, lo cual explica por qué los productores pueden programar partos en esa época, cuando en las otras dos áreas es difícil pues coincide con la temporada crítica de alimentación.

Cuadro 2. Principales especies de pastizal y porcentaje de consumo en los hatos de Zacatecas.

Especie	Concepción del Oro (%)	Zacatecas (%)	Ojocaliente (%)
Nopal + tuna ( <i>Opuntia</i> )	50.7	28.1	77.0
Arono ( <i>Acacia</i> )	9.1	37.5	61.5
Hojase ( <i>Flourensia cernua</i> )	45.5	28.1	-
Zacates	41.6	56.3	25.6
Mariola ( <i>Parthenium incanum</i> )	41.6	21.9	-
"Garabatillo"	-	-	48.7
"Engordacabra" ( <i>Dalea tuberculata</i> )	2.6	28.1	28.2
Gatuño ( <i>Mimosa</i> )	2.6	28.1	-
Algarroba ( <i>Prosopis</i> )	-	25.0	15.4
Chamizo ( <i>Atriplex</i> )	13.0	3.1	2.6
Gobernadora ( <i>Larrea tridentata</i> )	2.6	9.4	12.8

**Recursos alimenticios por residuos de cosecha** El uso de esquilmos agrícolas —rastrajo de maíz y paja de frijol—, se da en el 92% de los productores sin diferencias entre regiones; la utilización inicial ocurre en el momento de la recolección de los cultivos y corresponde a los meses de agosto y setiembre. Sin embargo, en el uso mensual entre regiones, sí se observan diferencias; en Concepción del Oro comienza en agosto y alcanza su punto más alto en octubre (35%); entre diciembre y julio se denotan los valores más bajos (5%-17%).

Las regiones de Zacatecas y Ojocaliente presentan una tendencia diferente. Se inicia en agosto y setiembre

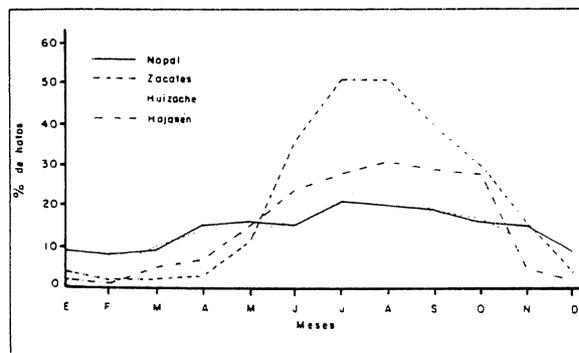


Fig. 1. Especies de pastizal usados por caprinos en Zacatecas, México.

pero no con la intensidad de Concepción del Oro; en el período diciembre-abril se encuentran valores entre el 25% y 50% en la utilización, y son los meses de julio a setiembre los que presentan los más bajos niveles (3%-5%).

**Manejo productivo del rebaño caprino** La época de partos (Fig. 2) es un indicador importante de manejo, ya que su duración y época del año muestran aspectos que se relacionan con la alimentación, fertilidad, prolificación, relación reproductores-hembras, mercadeo de productos, mano de obra requerida y disponible y otros. En Concepción del Oro se concentran los partos en los meses de junio y agosto, ubicándose en la época de mayor oferta de alimento por el pastizal; por otro lado, el sistema de producción ofrece en venta el cabrito en los meses de agosto y setiembre en que se obtienen buenos precios y poca competencia en el mercado nacional. El hecho de vender casi la totalidad de los cabritos origina que los rebaños cuenten con una mayor proporción de animales adultos (73.3%) en relación con otras regiones que representan un 60% de su hato, como animales adultos.

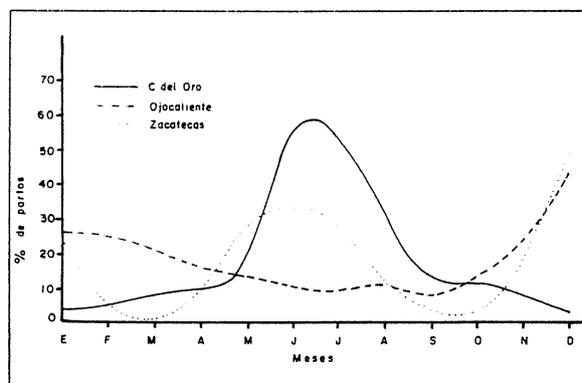


Fig. 2. Distribución de partos de caprinos en tres regiones de Zacatecas, México.

En Concepción del Oro se encontró una baja fertilidad del 44.9% ( $S_x = 3.03$ ) en contraste con Zacatecas que mostró un valor medio de 56.9% ( $S_x = 3.86$ ), lo cual es originado por una mayor relación reproductores-hembras: en Concepción del Oro se encontró 1:40,  $S_x = 4.78$ ; en Zacatecas 1:25,  $S_x = 3.32$  y en Ojocaliente 1:23,  $S_x = 2.9$ ). Además, el recurso alimenticio es más restringido en Concepción del Oro y es general en las tres regiones una deficiencia de fósforo y ausencia de suplemento fosfórico (3). Las razones de la deficiencia de sementales son: la carencia alimenticia para su desarrollo y la práctica de la venta de cabrito (20-30 días de edad), en contraste a Zacatecas y Ojocaliente donde permanecen todos los machos hasta los cinco a ocho meses de edad.

Se encontró que un 25% de los hatos en Zacatecas no tenían sementales en el momento del levantamiento de la encuesta. En Concepción del Oro esta situación se dio en el 20.8% de los casos y en Ojocaliente en el 12.8 por ciento. Estos hatos no se consideraron para calcular las relaciones machos-hembras mencionadas.

La época de partos en Zacatecas (Fig. 2) se ubica en dos eventos a lo largo del año. Uno, el principal, en los meses de diciembre y enero, y el otro en los meses de mayo a julio. En Ojocaliente se presentan partos durante todo el año, concentrándose en los meses de noviembre y marzo. En este sistema de producción ("birria") existe una demanda constante, por lo que no se presentan problemas de mercadeo. Sin embargo, aunque colocan su producto y utilizan esquilmos agrícolas y especies arbustivas en la época seca y fría, es identificada por los propios productores como una época crítica.

La prolificación absoluta es la relación entre el número de crías nacidas y el total de vientres del rebaño. Se estimó para Concepción del Oro y Zacatecas en 43.6% ( $S_x = 3.55$ ) y 79.3% ( $S_x = 11.36$ ), respectivamente. En esta relación se sigue apreciando el efecto de las condiciones alimentarias sobre la producción de las cabras.

**Incidencia de abortos en cabras.** Para la región de Concepción del Oro se estimó un 27% de abortos del total de vientres (Fig. 3).

La mayor incidencia se dio en los meses de noviembre a mayo, lo cual tiene una fuerte relación con el período de escasez de alimento. En Zacatecas se encontró un 19% de abortos, concentrándose en los meses de noviembre y febrero. En Ojocaliente los abortos ocurren en la misma época que en Zacatecas pero con un valor del 17 por ciento. Aunque más cortos, el período y porcentaje de abortos en el sistema de producción de "birria", sigue mostrando una relación importante con la época crítica de alimentación.

**Mortalidad de cabras y cabritos** La mortalidad de adultos fue de 17.21%, 19.60% y 8.68% para Concepción del Oro, Zacatecas y Ojocaliente, respectivamente. La mortalidad de cabritos tiene una asociación importante con la alimentación de las madres antes y después del parto, y con el factor clima ya que las bajas temperaturas y lluvias traen serios problemas de mortalidad. En Concepción del Oro, donde los partos ocurren en época de temperaturas cálidas y con abundancia de alimentos, se presentan mínimos problemas de mortalidad en cabritos; no siendo el caso de Zacate-

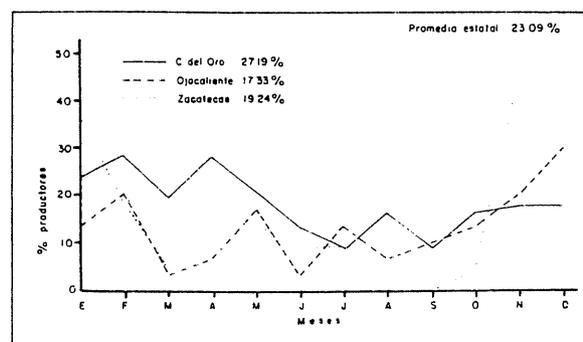


Fig. 3. Distribución de abortos en cabras en el estado de Zacatecas, México.

cas y Ojocaliente donde la mayor incidencia ocurre durante los meses de diciembre a febrero.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología seguida permitió apreciar la congruencia entre el manejo que caracteriza a cada uno de los sistemas de producción y el agroecosistema en que se encuentra ubicado. La escasez de alimento, en un gradiente geográfico, se presenta como un factor limitante importante. La deficiencia de sementales provoca períodos prolongados de empadre, lo que ocasiona baja fertilidad y partos en épocas no deseadas. La ausencia de manejo sanitario agrava el problema, por la incidencia de parasitosis interna y externa. Se asume que el alto índice de aborto se relaciona con deficiencias alimenticias; sin embargo, se recomienda el diagnóstico complementario para identificar las causas del aborto.

Se recomienda estudiar el pastizal y diseñar estrategias de mejoramiento de su condición, ya que especies deseables, como las de los géneros *Dalea* y *Atriplex*, no son frecuentes en la dieta de los caprinos; esto sugiere un proceso de extinción de estas especies. El diagnóstico adoleció de mayor información de otras fuentes de ingreso para la familia, de su contexto social y del plano nutricional y sanitario que impera en el productor de

cabras y de su familia. Por lo tanto se sugiere complementar con estudios adicionales en cooperación con otras instituciones afines, interesadas en los temas por estudiar.

#### LITERATURA CITADA

1. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ZACATECAS (MEX.). 1988. Descripción del estado de Zacatecas. In Reunión Científica Forestal y Agropecuaria (1., 1988, Méx.). Centro de Investigaciones de Zacatecas. p. 5-8.
2. GONZALEZ C., A. 1977. El ganado caprino en México: Distribución, utilización e importancia económica. México, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. 177 p.
3. MEJIA H., A.; ESPINOZA, R. 1987. Determinación de niveles de fósforo y calcio en el área caprina del Noreste de Zacatecas. Universidad Autónoma de Zacatecas. Cuaderno de Investigación no. 40. 91 p.
4. RAUN, N.S. 1982. The emerging role of goats in world food production. In International Conference on Goat Production and Disease (III., 1982, Tucson, Arizona). Proceedings. University of Arizona. p. 113.
5. RUIZ, M.E. 1989. El enfoque de sistemas en la investigación pecuaria y su metodología en América Latina. In Ciencias Sociales y Enfoque de Sistemas Agropecuarios. E. Nolte, M.E. Ruiz (Eds.). Lima, RISPAL. p. 9-35.
6. SPEDDING, C. 1990. The role of small ruminants in agricultural systems in developing countries. In Workshop on Small Ruminants Research and Development in the Near East (1988, Cairo, Egipto). Ottawa, Canada. IDRC-MR237e.

# EVALUACION Y ESTUDIO ECONOMICO DE CURVAS DE CRECIMIENTO DE CUATRO LINEAS DE CUYES<sup>1</sup>

M. Zaldívar\*, L. Chauca\*, J. Chian M.\*, N. Gutiérrez\*\*, V. Ganoza\*\*\*

## ABSTRACT

It is usually assumed that weight does not depend on the amount of food eaten by an animal but, rather, on its genetic makeup, which expresses itself over time. Under equal manage and feeding conditions, guinea pigs of the Peru and Inti strains reached marketing weight (750 g) between the ninth and the tenth week of age, while the same weight in the Andina strain and the control group (common guinea pigs) was not reached until the 12th week. It was also found that breeding weight (540 g) in the Peru and Inti strains is reached one to two weeks earlier than in the Andina strain or the control group. The greatest weekly weight gains were obtained between the first and the third weeks of age, while the lowest increments occurred between the 17th and 19th weeks, except for the Peru strain, which had its lowest weight gain in the 13th week. The total litter weight was superior (by more than 35%) in the Inti and Andina strains as compared to the Peru and control groups, due to the fact that the former strains produced litters averaging 3.2 and 3.0 guinea pigs, while the latter ones produced only 2.0 and 2.2, respectively. Time is the most important parameter for the poor farmer; he usually suffers from strong price cutbacks, prefers to make small gains now rather than for higher gains in the future. Nevertheless, the producer is willing to keep his animals for a longer period if net return is too low or, conversely, to sell them if the net return is high. The producer usually does not realize when the opportunity cost of his capital is equal to zero.

(Palabras claves: genética de cuyes, crecimiento, edad de empadre, pequeños productores, sistemas de producción.)

## INTRODUCCION

**E**l cuy (*Cavia porcellus*) es una especie nativa utilizada en la alimentación de la población andina. El alto valor proteico de su carne, palatabilidad y fácil manejo han contribuido a que su crianza y consumo se hayan generalizado. Su explotación en el ámbito rural, se lleva a cabo básicamente con el sistema de crianza familiar. La migración a las ciudades ha contribuido a la expansión de la crianza del cuy hacia los sectores urbanos marginales.

Las diferentes alternativas de alimentación que tiene el cuy, como herbívoro, inducen a pensar que su crianza en países en vías de desarrollo es una alternativa que, en el corto plazo, puede contribuir a mejorar la calidad de vida de los sectores de menores recursos. En el Perú

## COMPENDIO

Se asume que el peso de un animal no depende de la cantidad de alimento que consume sino de su bagaje genético, expresado mediante la variable de tiempo. En iguales condiciones de manejo y alimentación, los cuyes de las líneas Perú e Inti alcanzaron su peso de comercialización (750 g) entre la novena y décima semana de edad, mientras que ese peso solo se alcanzó en la duodécima semana en la línea Andina y en el grupo de control —cuyes no mejorados. También se encontró que las líneas Perú e Inti lograron el peso de apareamiento (540 g) una o dos semanas antes que la Andina y de control. Los mayores incrementos semanales de peso se alcanzaron entre la primera y tercera semana de edad, y las menores ganancias marginales entre la decimoséptima y decimonovena, aunque la línea Perú la obtuvo en la decimotercera semana. El peso total de camada de las líneas Inti y Andina fueron superiores que en las Perú y de control en más del 35%, como consecuencia de que las primeras tienen un número en promedio de camada de 3.2 y 3.0 y las otras 2.0 y 2.2, respectivamente. El tiempo es el parámetro más importante para el productor pobre. Este tiene, por lo regular, altas tasas de descuento; prefiere pequeñas ganancias en el momento presente que mayores utilidades futuras. Estará dispuesto a mantener por más tiempo sus animales si la tasa de retorno es menor o venderlos si la tasa de retorno es mayor. El productor no ve realmente el punto que refleja una tasa de oportunidad del capital igual a cero.

se producen anualmente más de 16 500 toneladas de carne de cuy, de una saca que sobrepasa los 65 millones de cuyes procedentes de una población total estimada en 22 millones de animales (4). Esta producción proviene mayormente de sistemas de crianza familiar, caracterizados por bajos índices productivos. Según estos sistemas, los animales se crían juntos, sin tener en consideración la especie, clase, edad, sexo y parentesco.

Su consumo, inicialmente, circunscrito a la región andina, en la actualidad se está generalizando aceleradamente a toda la población peruana. Encuestas realizadas para determinar el consumo en Lima Metropolitana, determinaron que el 84% de sus habitantes tienen el hábito de consumir cuyes (5).

Su capacidad de adaptación a diferentes ecosistemas, hace posible su crianza a nivel del mar o en alturas superiores de los 4 000 msnm (1). En la actualidad las colonizaciones en las regiones de la Selva están introduciendo esta especie dentro de sus sistemas de producción.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991

\*\* Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, La Molina, Lima, Perú.

\*\* Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), Bogotá, Colombia.

\*\*\* IICA, Oficina en Guatemala, Código Postal 01009, Guatemala, Guatemala

El cuy criollo, criado en los Andes, ha sido el punto de partida de las investigaciones realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria La Molina. Los pesos de los cuyes de la población-base, en 1966, no eran mayores que los 400 gramos a los tres meses de edad. Estos animales criados mediante técnicas apropiadas, pueden ser explotados económicamente (6).

Mediante el cruzamiento de cuyes mejorados con hembras criollas, es factible producir crías de una primera generación que superen en peso a sus madres en más de un 60 por ciento (2).

Es objetivo del presente trabajo, es determinar la edad para la saca de los cuyes que permita maximizar las utilidades del productor.

### MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo evaluó el crecimiento de cuatro líneas de cuyes producidos en el Instituto Nacional de Investigación Agraria Agroindustrial (INIAA) - Estación Experimental Agropecuaria La Molina, durante el período de noviembre 1985 a abril 1986.

Se seleccionó un total de 42 cuyes hembras preñadas, correspondientes a la decimotercera generación de las líneas seleccionadas por su precocidad (Perú), prolificación (Andina), precocidad y prolificación (Inti), y a la línea de control. Estas produjeron 111 crías cuya distribución se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de crías por sexo evaluadas para las cuatro líneas de cuyes.

Línea	Núm. de madres	Crías		Total
		Machos	Hembras	
Perú	11	11	11	22
Andina	10	18	14	32
Inti	10	14	19	33
Control	11	14	10	24

Las hembras se mantuvieron en empadre permanente, siendo retiradas después del parto a pozas —encierros— de lactancia en donde permanecieron 28 días, al término de los cuales se realizó el destete. Posteriormente, las crías fueron ubicadas en pozas individuales, de 0.50 x 0.80 x 0.40 metros, dentro de un galpón de crianza, para continuar su evaluación durante 16 semanas.

Los cuyes recibieron una alimentación ad libitum sobre la base de maíz 'Chala' (*Zea mays*) en grano de

leche, suplementada con un alimento en "pellets" con 17% de proteína cruda y 21% de fibra.

Los animales se identificaron al nacimiento mediante divisas de aluminio seriadas para registrar el pedigrí y edades. Esta identificación permitió los controles de peso individual, ejecutado durante 20 semanas.

No se efectuaron tratamientos sanitarios de importancia aparte de algunos casos aislados de dermatitis micótica.

### Funciones de crecimiento

Para determinar las funciones de crecimiento, se asumió que el cuy es una "máquina de producción de carne", cuyo único insumo en la producción es el tiempo. Esto hacía presumir que las diferencias observadas en el peso de animales no dependían de la cantidad de alimento que consumían, sino del bagaje genético de cada animal, expresado en la variable de tiempo. Esto no es cierto, pues el peso de un animal depende de la cantidad de alimento que consume y viceversa. Sin embargo, si se asume que cada animal tiene el alimento necesario disponible, el factor más importante para determinar el peso de un animal al tiempo "t" será debido a factores genéticos. Estos se manifestarán de tres maneras: diferencias en el peso al nacer, diferencias en las ganancias de peso en el tiempo y diferencias en el cambio de la tasa de ganancia de peso.

La función de crecimiento se evaluó mediante una ecuación de tipo cuadrático:

$$P = a + bt + bt^2 \quad [1]$$

donde: P = peso en gramos

t = tiempo en semanas

El impacto genético se notará por:

a) El peso al nacimiento que está dado por el intercepto a y que sería modificado según la línea de la que proviene el cuy. La forma del intercepto que se estime, estará dado por el desarrollo de la ecuación:

$$P = a_0 + \sum_{i=1}^n U_i D_i \quad [2]$$

donde: D = variable artificial para cada línea, igual a 1 para i = 1 y cero para i ≠ 1

El coeficiente U será el que modifique el intercepto, el que dará una estimación del peso al nacer, variando si es mayor o menor que el de la línea del testigo.

b) La ganancia de peso por unidad de tiempo estaría modificada por diferencias en  $b_1$  y  $b_2$ . En el primer caso, será afectada la tasa de ganancia por unidad de tiempo y en el segundo, el cambio en esa tasa de ganancia por unidad de tiempo. Es decir, se esperarían diferentes valores de  $b_1$  y  $b_2$  para cada línea. Su estimación estaría representada por la ecuación:

$$P = (b_1 + \delta U_{11} D_1) t + (b_0 + \delta U_{21} D_1) t^2 \quad [3]$$

Si  $U_1$  es positiva y estadísticamente diferente que cero, el intercepto se desplazará hacia arriba con respecto de la línea del testigo y tendrá menos curvatura. La situación sería opuesta si se cambian los signos.

Las funciones de crecimiento se estimaron mediante la ecuación:

$$P = a_0 + \delta U_1 D_1 + (b_1 + \delta U_{11} D_1) t + (b_2 + \delta U_{21} D_1) t^2 \quad [4]$$

para  $i = 1, 2, 3$ ; para comparar todas las líneas con la de control, que sirvió de testigo.

Cuadro 2. Promedio de ganancias marginales de peso (gramos) por líneas de cuyes.

Edad semanas	Línea Perú	Línea Andina	Línea Inti	Línea Control
1	92	60	69	73
2	109	84	94	64
3	108	85	85	98
4	55	61	72	70
5	40	24	33	25
6	70	60	74	61
7	50	32	57	44
8	52	60	66	31
9	71	48	70	50
10	41	34	46	39
11	50	52	64	40
12	44	39	48	42
13	32	34	48	32
14	42	48	40	35
15	36	37	42	40
16	50	27	40	31
17	56	36	31	31
18	44	32	43	30
19	52	19	35	15
20	59	49	41	53

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 y Figs. 1 y 2 se presentan los resultados de la evaluación biológica de las cuatro líneas estudiadas.

Los cuyes de las líneas Perú e Inti alcanzaron su peso de comercialización (750 g) entre la novena y décima semanas de edad. La Andina y de control, lo lograron entre la duodécima y decimotercera semanas. Estas alcanzaron el peso de apareamiento (540 g) una o dos semanas más tarde que los cuyes Perú e Inti (Fig. 1).

A partir de la sexta semana de edad las líneas Perú e Inti son estadísticamente superiores—en más del 8.7%—que la Andina y de control ( $P < 0.05$ ). Esta diferencia aumenta a más del 20% en la vigésima semana ( $P < 0.01$ ). La superioridad de crecimiento de las líneas Perú e Inti se pueden explicar, ya que la velocidad de crecimiento fue uno de sus caracteres seleccionados. La selección en la línea Andina continúa en su característica de prolificación y la de control es apareada al azar.

Al analizar el crecimiento marginal de las cuatro líneas, se puede observar en el Cuadro 2 que los mayores incrementos de peso semanal se alcanzaron entre la primera y tercera semanas de edad. Las menores ganancias marginales se obtuvieron entre la decimoséptima y decimonovena semana; sin embargo, la línea Perú lo obtuvo a la decimotercera semana.

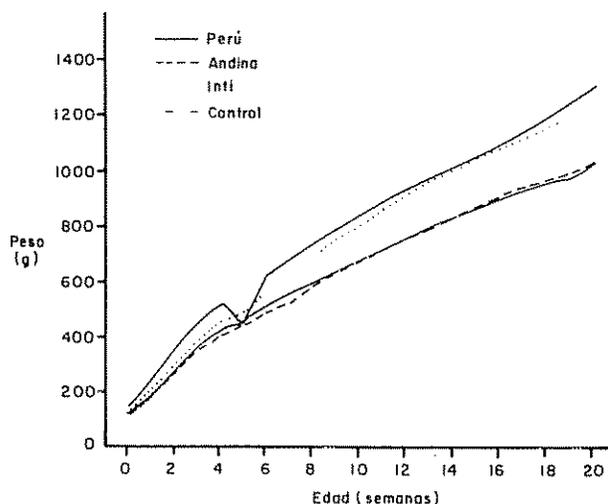


Fig. 1. Curvas de crecimiento de cuatro líneas genéticas de cuyes.

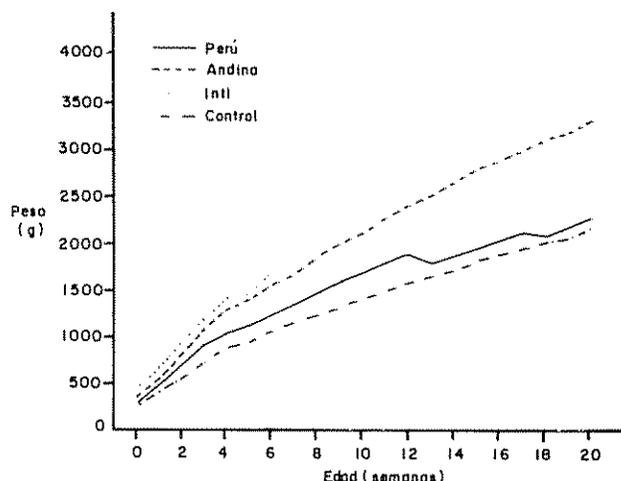


Fig. 2. Curvas de crecimiento de la camada total de cuatro líneas genéticas de cuyes.

Las ganancias marginales de peso en las cuatro líneas, mostraron una tendencia lineal con pendiente negativa. Los incrementos de peso semanales bajan drásticamente entre la cuarta y quinta semanas de edad, lo que se explica no solo como consecuencia del destete, sino también como resultado de la ración proporcionada que no alcanzaría a cubrir los requerimientos de crecimiento. Esta no compensaría la disminución drástica de la producción láctea de las madres en la cuarta semana de lactancia.

Al analizar el ritmo de crecimiento del peso total de camada (Fig. 2), las líneas Inti y Andina tienen una respuesta estadísticamente superior a la Perú y de control: más del 35 por ciento. Esto como consecuencia de que las primeras tienen un promedio de camada de 3.2 y 3.0, mientras que para las líneas Perú y Control fue de 2.0 y 2.2, respectivamente.

Las estimaciones de los parámetros para la función de crecimiento, calculadas en la ecuación (4), se presentan en el Cuadro 3.

Los resultados se muestran en la Fig. 3. No se encontraron diferencias significativas entre la línea Andina y la de control. En todos los casos, la curvatura de las funciones es la misma; vale decir, el cambio de la

Cuadro 3. Estimación de los parámetros de las funciones de crecimiento.

Coefficientes	Descripción	Valor	Significancia estadística*
a	Intercepto	139.90	
	Artificial línea Perú	58.16	sí
	Artificial línea Andina	-9.71	no
	Artificial línea Inti	-3.29	no
b1	Tiempo	65.15	sí
	Artificial línea Perú	9.20	sí
	Artificial línea Andina	-1.27	no
	Artificial línea Inti	13.70	sí
b2	Tiempo cuadrado	-1.11	sí
	Artificial línea Perú	0.06	no
	Artificial línea Andina	0.14	no
	Artificial línea Inti	-0.12	no

\*  $P < 0.05$

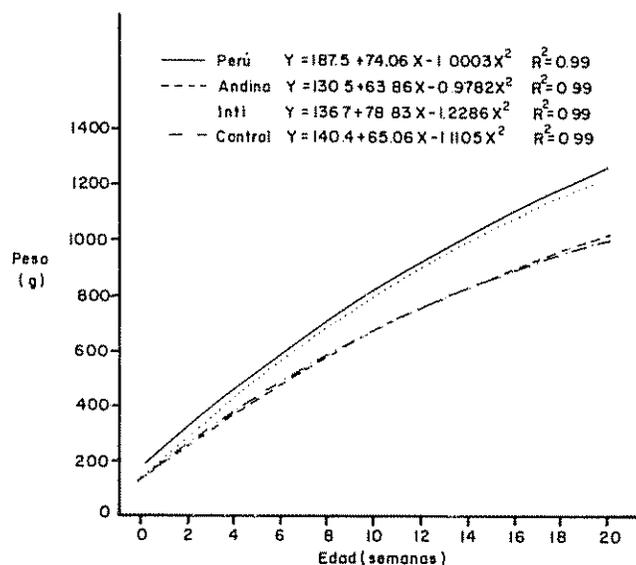


Fig. 3. Curvas de crecimiento para cuatro líneas genéticas de cuyes, estimadas por funciones matemáticas.

tasa de crecimiento es el mismo, pero no así la pendiente o inclinación de la función.

La derivativa de la función de peso, con respecto del tiempo, permitió encontrar la edad en que se obtiene el máximo crecimiento para cada línea genética.

### Análisis económico

La curva de ingreso total representa el cambio de valor de un animal en el tiempo, medida en el eje de las ordenadas (3). El tiempo en que se alcanza el peso máximo para cada línea puede observarse en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Pesos esperados del máximo crecimiento en cuatro líneas genéticas de cuyes.

Línea	Tiempo (semanas)	Peso esperado (g)
Perú	36.9	1558
Andina	32.6	1173
Inti	32.1	1401
Control	29.3	1093

Los costos totales —21 Intis por dólar (1987)— incluyen el valor inicial del animal, los costos variables de alimentos —forraje y concentrado— y los costos de manejo. La siguiente ecuación para el cálculo de la función de costos fue estimada por mínimos cuadrados:

$$CT = 1.081 - 0.22D_1 + 0.38D_2 - 4.01 \cdot 10^{-2}D_3 - 1.40 \cdot 10^{-3}S + 0.02D_1S - 0.6D_2S + 2.14 \cdot 10^{-3}D_3S - 2.12 \cdot 10^{-4}S^2 - 6.87 \cdot 10^{-4}DS^2 + 0.0025D^2S^2 + 1.024 \cdot 10^{-4}D^2S^2 + 5.4 \cdot 10^{-4}Peso \quad [5]$$

donde: CT = Costo total

$D_i$  = variable artificial para cada línea,  $i = 1, 2, 3, 4$   
 $S$  = costos variables (alimentación y manejo).

La diferencia entre el ingreso y los costos se define como el ingreso neto o ganancia que, en el caso de incluir el valor inicial del animal, comienza con valores negativos en el tiempo  $t = 0$ . Los valores van creciendo hasta convertirse en positivos. La misma ganancia se alcanza cuando la diferencia entre el ingreso y los costos es mayor, señalando el período que se requiere para que el animal pueda ser vendido para maximizar las ganancias por cabeza en el tiempo  $t$  óptimo. Después de este punto, el valor de la ganancia decrece y, sobre todo, el animal permanece más tiempo usando instalaciones que pueden ser usadas por nuevos animales. Este raciocinio es válido solamente en el caso que no exista un valor alternativo del capital invertido en la cría de los cuyes.

Si el productor puede usar su dinero pero ganando un determinado tipo de interés en un período establecido, seguramente retendrá los animales por cierto tiempo, hasta que las ganancias o los ingresos netos

obtenidos por el crecimiento de los animales sean iguales a la ganancia alternativa de su capital en otra actividad (3). El productor no ve realmente el punto  $t$  óptimo, que refleja una tasa de oportunidad del capital igual a cero, sino que es otro punto cuando la tasa de retorno  $i$  es mayor que cero.

El elemento tiempo es muy importante para el productor pecuario, especialmente si es pobre en el grado de subsistencia. Este tipo de productor tiene por lo regular altas tasas de descuento, lo que hace que prefiera pequeñas ganancias pronto, antes que cantidades mayores en el futuro. Además, si se considera que dentro del interés se debe incluir el factor riesgo, se justifica aún más la actitud del productor para esperar más altas tasas de retorno (3).

En la Fig. 4 se presenta la función de descuento de desembolsos equivalentes a los que se hacen para el crecimiento de cuyes, en la que se incluyen un factor que refleja la inversión inicial en el animal más los desembolsos periódicos en alimento del tipo  $z = f(C_0, C_1, t)$ , de tal forma que cuando esta curva es perpendicular a la función, se obtiene el tiempo óptimo  $t$  de venta de los animales y el valor presente del valor de la venta, que se mide por el intercepto de la curva. Esta función representa una familia de curvas a una determinada tasa de descuento, desplazándose paralelamente a medida que cambia el valor de la inversión inicial.

Se espera que para el caso en que se comparan varias líneas de cuyes, la época óptima de venta sea diferente si se tienen curvas de crecimiento también diferentes. El Cuadro 5 muestra para cada una de las líneas la semana óptima para vender los animales. En este cálculo se consideraron las variables crecimiento, edad y consumo de alimento.

Cuadro 5. Semana óptima de venta de individuos por línea.

Línea	Semana
Perú	9
Inti	9
Andina	10
Control	12

Gráficamente se pueden apreciar el comportamiento de la función de valor total del animal, los costos, las ganancias y la función de retorno del capital, constatándose el punto de tangencia a las 28 semanas para la venta óptima y la semana trigésimosóptima registran las ganancias máximas en caso de no haberse considerado la tasa de retorno (Fig. 4).

Los resultados indican la conducta del productor para vender sus animales cuando tiene varias razas, pero

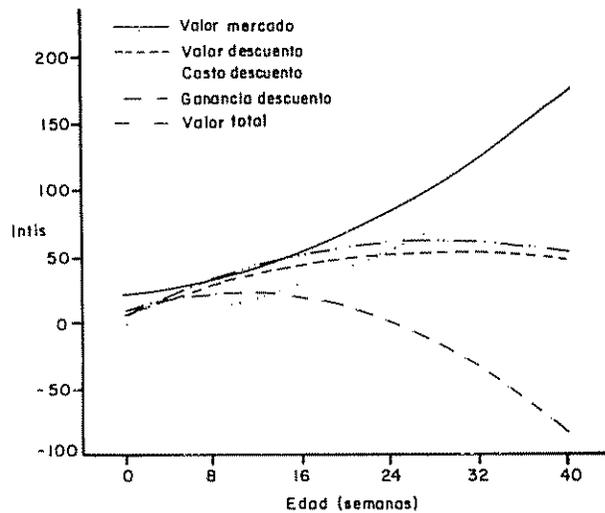


Fig. 4. Relaciones económicas de las funciones de descuento (US\$1 + 21Intis).

no dan un criterio completo para determinar cuál raza o línea es la que da una mayor ganancia, porque además se debe considerar la tasa de prolificación en cada una de las líneas por un período de tiempo. Se hizo el cálculo de la ganancia neta anual por línea, considerando el tamaño de camada y no el individuo. En este caso, el efecto de la tasa de prolificación juega un papel determinante, junto con la tasa de mortalidad. Para el cálculo de la ganancia por camada, se consideraron los costos variables incurridos por alimentación y manejo.

### CONCLUSIONES

Luego del análisis y discusión de los resultados obtenidos en el presente trabajo se llegó a las conclusiones siguientes:

1. Las líneas genéticas de cuyes Perú, Inti y Andina son estadísticamente diferentes en velocidad de crecimiento, edad de empadre y peso de camada.
2. La máxima rentabilidad en la comercialización de las líneas Perú e Inti es obtenida a la novena semana de edad. La línea Andina la alcanza una semana más tarde.
3. El tiempo es importante para el productor pecuario, especialmente si es de subsistencia. El está dispuesto a mantener sus animales por mayor tiempo si la tasa de retorno es menor que los valores de mercado. Con una tasa mayor, comercializará sus animales en un menor tiempo.

### LITERATURA CITADA

1. CUEVA, S.; ZALDIVAR, M.; CHAUCA, D.; CHAUCA, L. 1989. Efecto de la hipoxia de la altura sobre el cuy mejorado. In Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (XII, 1989, Lima, Perú). Libro de Resúmenes. p. 151.
2. CHAUCA F., L.; ZALDIVAR A., M.; MUSCARI G., J.; SARAVIA D., J. 1986. Efecto del cruzamiento de cuyes machos precoces en hembras de crecimiento tardío. In Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (IX, 1986, Tingo María, Perú). Resúmenes. R-15.
3. KAFKA, F. 1981. Teoría económica. Universidad del Pacífico, Centro de Investigación, Lima. 800 p.
4. PERU. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1987. Estadística agraria. Lima p. 86.
5. RAMIREZ Z., R.; MUSCARI G., J. 1978. Investigación del mercado y comercialización del cuy en Lima Metropolitana. Estación Experimental La Molina, Instituto Superior de Administración y Tecnología. Lima. 66 p.
6. ZALDIVAR A., M.; CHAUCA F., L. 1989. Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes (Perú). In Reunión General de RISPAL (VIII, 1989) Informe. M.E. Ruiz, A. Vargas (Eds). San José, C. R. IICA-RISPAL. p. 179-189.

# INVOLUCION DE LA GLANDULA MAMARIA EN ALPACAS Y EFECTO SOBRE EL PESO CORPORAL Y PRODUCCION DE FIBRA<sup>1</sup>

V. Leyva\*, J. Markas\*

## ABSTRACT

Forty-six five-year-old pregnant Huacaya alpacas, nursing single 6- and 7-month-old kids, were allocated at random to two groups, both grazing natural pastures. In one group (Group T), the offspring were separated from their dams, while in the other group (Group C) they continued suckling. The objectives were to determine the effects of weaning on involution time of the mammary gland, body weight changes and wool growth. Milk production was determined on a weekly basis, while wool growth and body weight changes were measured every 28 days. A separation of 21 days was enough to inhibit mammary gland activity and to establish the dry period ( $P < 0.001$ ). There was no significant effect on body weight change of the dams; in Group T, growth rate of the young was significantly lower ( $P < 0.05$ ) than in Group C, with a corresponding increase in wool production from the dams ( $P < 0.05$ ). The results suggest that weaning at seven months, under grazing conditions, warrants further examination before recommendations can be made.

(Palabras claves: Destete precoz, pequeños productores, sistemas de producción, secado de alpacas).

## INTRODUCCION

Tanto el proceso de gestación como el de lactancia, que ocurren simultáneamente en la alpaca, afectan la producción de fibra durante la campaña en cuestión y, probablemente, en la campaña subsiguiente (11). Esta situación es común en las comunidades campesinas y de pequeños productores, donde también es fácil encontrar "tuis" —alpacas destetadas, independientemente del sexo, que aún no han entrado en la etapa reproductiva— de un año de edad, amamantando de sus madres, en competencia con la nueva cría por la leche. El destete forzado de la cría a los siete meses de edad, practicado en las empresas asociativas y por algunos medianos productores, es una alternativa para evitar este problema (11); sin embargo, no se practica como consecuencia de una limitada disponibilidad de tierra para pastoreo y de recursos y de mano de obra para su cercado. Algunos productores evitan que las alpacas "tuis" amamenten, atravesándoles un palillo de madera entre el tabique y el pabellón de la nariz; otros forman dos grupos, uno de alpacas preñadas y otro de alpacas vacías, reteniendo las "tuis" en este último.

El presente estudio estuvo dirigido a determinar el tiempo de separación de las crías de sus madres, re-

## COMPENDIO

Cuarenta y seis alpacas Huacaya gestantes, de cinco años de edad, amamantando una cría de seis a siete meses de edad, fueron distribuidas al azar en dos grupos, mantenidos en pastoreo de praderas naturales. En uno de ellos se procedió a separar las crías de sus madres (grupo T) y en el otro permanecieron juntas (grupo C), con el objeto de determinar el tiempo que toma la involución de la glándula mamaria y evaluar sus efectos sobre los cambios de peso corporal de las crías y sus madres, así como la producción de fibra de las madres. El separar la cría por un período de 21 días fue suficiente para inactivar la glándula mamaria e iniciar el período de seca de las madres ( $P < 0.001$ ). No se encontraron diferencias significativas en el cambio de peso de las madres, pero, en el grupo T, la tasa de crecimiento de las crías fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) que en el grupo C. La producción de fibra de las hembras del grupo T fue mayor ( $P < 0.05$ ). Los resultados sugieren la necesidad de estudiar con más detalle la posibilidad del destete a los siete meses de edad, en condiciones de pastoreo, en los sistemas de producción de las comunidades campesinas y de los pequeños productores.

querido para producir la involución de la glándula mamaria —inducir el secado— y forzar a las crías a alimentarse exclusivamente de forraje, para, con base en los resultados, desarrollar una alternativa de destete.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo de agosto a diciembre —época seca e inicio de lluvias— en la Estación Experimental de Altura La Raya, del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), ubicada en el límite entre los departamentos de Cuzco y Puno, a una altura superior que los 4200 msnm, con una precipitación en promedio de 965 ml por año y una temperatura promedio anual de 6.5° centígrados.

### Animales y tratamientos

Se seleccionaron cuarenta y seis hembras de cinco años de edad, de dos rebaños de alpacas de raza Huacaya, que estaban amamantando una cría entre seis y siete meses de edad. Todas fueron diagnosticadas como preñadas, mediante palpación rectal, con una gestación de aproximadamente seis meses. Los animales fueron distribuidos al azar en dos grupos de 23 animales cada uno. En el grupo T, las crías fueron separadas de sus madres y en el grupo C permanecieron reunidas. Los animales de ambos grupos pastorearon juntos, excepto las crías del grupo T, cuya zona fue cercada con malla

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

\* Investigadores del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

de alambre. La alimentación se basó en el pastoreo directo, con una carga animal de 1.4 alpacas por hectárea al año. Las especies más frecuentes en la pradera fueron: "ichu" (*Festuca rigida*), "chillihua" (*F. dolichophylla*), "cebadilla" (*Stipa brachiphylia*), grama dulce (*Muhlenbergia fastigiata*), "crespillo" (*Calamagrostis vicunarum*) y *C. heterophylla*.

#### Regresión de la glándula mamaria y producción de leche

A partir de la formación de los grupos, y con intervalos de siete días, se estimó la regresión de la glándula mamaria de las madres, mediante la producción de leche obtenida por ordeño. Para facilitar la liberación de leche, se hicieron dos aplicaciones—intravenosas— de 10 UI de oxitocina; la primera antes de un primer ordeño, realizado para evacuar la ubre, y la segunda, tres horas después, inmediatamente antes de un segundo ordeño, para determinar la cantidad de leche producida (12, 13). La leche obtenida en estas tres horas fue luego extrapolada a 24 horas. El procedimiento se siguió hasta determinar en el grupo T, el momento en que se detuvo la producción láctea. Al día siguiente a este evento, las crías de este grupo fueron juntadas con sus madres e incluidas en el grupo C. Durante la etapa posterior, se midió nuevamente la producción de leche a los 20 y 42 días de interrumpido el tratamiento; a los 94 días—dos semanas antes del inicio de la época de parición— sólo se observó si hubo o no producción.

#### Producción de fibra y cambios de peso corporal

Para determinar la producción de fibra y los cambios en el peso de los animales se consideró una fase pre-experimental de 28 días—agosto— y una fase experimental de cuatro periodos de 28 días cada uno—setiembre-diciembre.

Se delimitó un cuadrante de 100 cm<sup>2</sup> sobre la parte media del flanco derecho, con el margen superior ubicado a 20 cm debajo de la columna vertebral y el margen derecho sobre la última costilla, según la técnica descrita por Braga (2) y Villarroel (18). La fibra dentro del cuadrante fue rasurada, a ras de piel, al inicio y al final de cada periodo. La producción de fibra se expresó en términos de miligramos por 100 cm<sup>2</sup> por periodo. La fibra limpia se obtuvo por extracción, durante cuatro horas en éter de petróleo, seguido por un lavado en agua tibia y un secado en estufa a 110°C durante dos horas. Luego, se dejó condicionar por 24 horas en una campana de desecación que contenía gel de sílice y se registró el peso en una balanza electrónica con precisión a 0.1 miligramos. El peso corporal se determinó al momento de cosechar la fibra en cada periodo.

En la esquila general de las alpacas, realizada siete días antes de la esquila del cuadrante en el tercer periodo experimental, se registró el peso corporal y del vellón de las madres y crías, en ambos grupos.

Cuadro 1. Producción promedio de leche en alpacas separadas y no separadas de sus crías en diferentes días del estudio.

Grupo	n	Inicio	Fase experimental			Fase posterior	
			7	14	21	20	42
T <sup>a</sup>	22	459±9 <sup>c</sup>	388±60	189±51	1.2±1.2	51±38	4±4
C <sup>b</sup>	23	449±7	354±27	332±43	269±20	336±33	143±24
Signif		NS	NS	0.05	0.001	0.001	0.001

a = T, separadas

b = C, no separadas

c = centímetros cúbicos por día ± error estándar

Cuadro 2. Porcentaje de hembras que secaron en diferentes días del estudio.

Grupo	n	Inicio	Fase experimental			Fase posterior		
			7	14	21	20	42	94
T <sup>a</sup>	22	0	18	50	96	82	96	96
C <sup>b</sup>	23	0	0	0	0	0	13	39
Signif			0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01

a = T, separadas

b = C, no separadas

Cuadro 3. Ganancia de peso de los animales durante la fase experimental.

Grupo	n	Períodos experimentales			
		I	II	III	IV
		Madres			
T*	22	-1.250 ± 0.27c	-1 750 ± 0 44	0 341 ± 0 56	1 886 ± 0 71
C*	23	-0 457 ± 0 43	-1 087 ± 0 41	0 435 ± 0 49	2 717 ± 0 58
Signif	NS	NS	NS	NS	
		Crías			
T	22	-750 ± 170	-727 ± 140	227 ± 160	2 227 ± 170
C	23	-220 ± 160	543 ± 270	1 174 ± 290	3 109 ± 280
Signif		0 01	0 001	0 01	0 05

a = T, separadas

b = C, no separadas

c = kilogramos (gramos en el caso de las crías) ± error estándar

### Análisis estadístico

Tanto la producción de leche como el cambio de peso de los animales fueron evaluados por análisis de variancia. El porcentaje de hembras que iniciaron el período de seca, se analizó por medio del Chi-cuadrado.

## RESULTADOS

Una hembra del grupo T perdió su cría por lo que fue excluida del experimento.

### Regresión de la glándula mamaria

La producción de leche y el porcentaje de alpacas secas se muestran en los cuadros 1 y 2, respectivamente. Al separar las crías de su madre se redujo sustancialmente la producción de leche, al grado que a los siete días el 18% de las hembras del grupo T habían secado. El número de animales secos en este grupo aumentó rápidamente y, a los 21 días de separación, casi todas las alpacas habían secado (96%), en contraste con las del grupo C, en el que ningún animal secó en ese período.

Durante el período pos-experimental, época en que las crías se juntaron nuevamente con sus madres, las hembras del grupo C continuaron produciendo leche a razón de 336 cc y 143 cc por día a los 20 y 42 días, respectivamente; mientras que las del grupo T produjeron, en promedio, 51 cc y cuatro centímetros cúbicos por día, respectivamente. La leche obtenida en el grupo C fue producto de dos alpacas: una, entre 80 y 40 cc al día, durante los primeros 20 días pos-experimentales, y de otra que abortó y produjo 416 cc y 320 cc por día. Se destaca en el grupo C, que únicamente el 13% y 39% de los animales habían secado a los 42 y 94 días pos-experimentales, respectivamente.

### Peso corporal y producción de fibra

La ganancia de peso de las madres y sus crías se presentan en el Cuadro 3. No se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso de las madres entre grupos. La pérdida de peso que se observa durante los dos primeros períodos, corresponde a los meses secos —setiembre y octubre—, en que la disponibilidad de forraje disminuyó. En cuanto a las crías, las del grupo T presentaron ganancias de peso significativamente menores ( $P < 0.05$ ) que las del grupo C.

La producción de fibra de las madres, durante los cuatro períodos experimentales, se indica en el Cuadro 4. En todos hubo una tendencia hacia mayor producción de fibra en el grupo T, pero la diferencia fue significativa ( $P < 0.05$ ), únicamente en el primer período experimental.

El peso corporal y la producción total de vellón, de madres y crías, al momento de la esquila, se presentan en el Cuadro 5. El peso corporal de las madres fue similar en ambos tratamientos. En contraste, el peso de las crías del grupo T fue menor ( $P < 0.05$ ) que el de las

Cuadro 4. Producción de fibra de las madres durante la fase experimental.

Grupo	n	Períodos experimentales			
		I	II	III	IV
T*	22	85 ± 35c	83 ± 26	335 ± 30	838 ± 54
C*	23	-20 ± 29	-17 ± 35	279 ± 36	710 ± 52
Signif.		0 05	NS	NS	NS

a = T, separadas

b = C, no separadas

c = miligramos por centímetro cuadrado durante el período ± error estándar.

del grupo C. A pesar de no existir diferencias estadísticas en la producción de vellón de las madres, debe señalarse que las del grupo T produjeron un 9.6% más de fibra. En las crías, las diferencias entre ambos grupos fueron mínimas.

Cuadro 5. Peso corporal y peso del vellón de los animales al momento de la esquila

Grupo	n	Madres		Crías	
		PC <sup>a</sup>	PV <sup>b</sup>	PC	PV
T <sup>c</sup>	22	56.4 ± 1.0 <sup>c</sup>	1.727 ± 0.07	24.3 ± 0.9	1.153 ± 0.04
C <sup>d</sup>	23	56.2 ± 0.9	1.578 ± 0.04	26.7 ± 0.7	1.198 ± 0.04
Signif		NS	NS	0.05	NS

a = PC, peso corporal -en crías, corregido por fecha de nacimiento

b = PV, peso del vellón

c = T, separadas

d = C, no separadas

e = kilogramos ± error estándar

## DISCUSION

De los resultados del presente estudio se desprende que el mantener a las hembras gestantes separadas de sus crías por un período de 21 días, es suficiente para inducir la involución de la glándula mamaria y, consecuentemente, el secado de alpacas con seis a siete meses de lactancia. Con ello se logra no sólo eliminar el hábito de amamantar de las crías sino también evitar la competencia que, por el consumo de leche, se da entre la cría nueva y la previa. Una alternativa para lograr el destete podría ser el uso de protectores de tela para la ubre, que evitan el amamantamiento y permiten mantener juntos a los animales, facilitando su manejo en pastoreo. Como el estímulo de la presencia de la cría retarda el inicio del proceso de involución, es recomendable alargar, por lo menos, hasta treinta días el uso de los protectores.

La aplicación de oxitocina permitió seguir, sin dificultad, la involución de la glándula mamaria, con base en la producción de leche, confirmando los resultados obtenidos por varios investigadores (12, 13, 15). En el grupo C, donde no hubo destete, el 61% de las hembras continuaron produciendo leche hasta, aproximadamente, dos semanas antes del inicio de la época de parición, lo que indica que las crías continuaban amamantando. Este resultado es consistente con observaciones realizadas en comunidades campesinas (10) y en predios de pequeños productores (14), donde no se practica el destete y donde las crías lactan durante los últimos estadios de la gestación subsiguiente, y aun después del parto, compitiendo con las crías nuevas.

En vacas, que al igual que en las alpacas la lactancia y la gestación se dan en forma simultánea, se ha encontrado que la producción de leche tiende a mantenerse baja hasta el parto, como consecuencia del ordeño continuo, para que, una vez, ocurrido el nuevo parto la producción vuelva a aumentar gradualmente (17). En el grupo C, a pesar de que las crías tuvieron acceso a sus madres, y con ello estimularon la producción de leche hasta el parto, el 13% y 39% de las hembras habían secado espontáneamente a los 42 días y 94 días de la fase pos-experimental, respectivamente. El promedio de producción de leche de estos animales, durante el período de evaluación inmediato anterior, fue muy bajo (9-71 cc/d), lo que indica que, en alguna forma, sus crías fueron forzadas a dejar de amamantar, lo que trajo como consecuencia la involución de la glándula mamaria (1, 7, 8).

El hecho de que dos alpacas del grupo T continuaran produciendo leche, una hasta los 20 días pos-experimentales y otra que, por aborto, produjo hasta el final de dicho período, sugiere una involución incompleta de la actividad secretoria de los alveolos (19). Por otro lado, estas alpacas deben haber aceptado ser amamantadas por crías del grupo C, hecho que concuerda con las observaciones de Sumar y Leyva (datos no publicados)

La pérdida de peso en las crías del grupo T, sobre todo durante los dos primeros periodos experimentales (Cuadro 3), es consecuencia del destete (6, 16) y de la poca disponibilidad de forraje en esos dos periodos. Por otro lado, el destete tendió a aumentar la producción de fibra de las madres durante cada periodo estudiado (Cuadro 4), consistente con resultados obtenidos por Leyva y Franco (11). Esta mayor producción de fibra en cada uno de los periodos se reflejó en un incremento del 9.4% en el peso del vellón obtenido del grupo T en la esquila general de los animales (Cuadro 5), sugiriendo un posible efecto positivo del destete sobre la producción de fibra de las madres.

Un destete forzado puede tener implicaciones importantes en el crecimiento de las crías y la producción de fibra de las madres, sobre todo cuando se realiza en condiciones de pastoreo. Si bien los datos de Leyva y Franco (11) sugieren un incremento en la producción de fibra de las madres como resultado de un destete temprano, otros trabajos (4, 5) muestran que la tasa de crecimiento de las crías y su supervivencia pueden afectarse negativamente. En estos trabajos (4, 5) se encontró que, en pasturas nativas, las crías destetadas a los siete meses de edad tuvieron mejores rendimientos hasta el año de edad, que aquellas destetadas a los cinco meses, o las destetadas a los dos, tres o cuatro meses, en pasturas cultivadas con una carga animal adecuada.

Esos resultados y los logrados en el presente estudio, sugieren el importante aporte nutricional de la leche en la alimentación de la cría, particularmente cuando se practica un destete tardío. Así, en este estudio, a los ocho o nueve meses de lactancia: 20 y 42 días pos-experimentales, la producción en promedio de leche fue de 336 cc y 143 cc por día, respectivamente. Esta producción, en condiciones de pastoreo en pradera nativa y en época de escasa disponibilidad de forraje, debe representar un aporte importante para la ingestión de nutrimentos de la cría. Por otro lado, el mantener la cría con sus madres puede afectar el estado nutricional de las madres y su comportamiento durante la campaña en cuestión y la subsiguiente. Así, en ovejas, una alimentación restringida durante la lactancia conduce al uso de sus reservas corporales para mantener la producción de leche, lo que afecta su condición corporal (3, 9); en vacas lecheras, cuando la lactancia continúa a lo largo del período de gestación, la producción de leche de la campaña subsiguiente se ve afectada (17).

Los resultados de este trabajo sugieren que la recomendación de destetar a los siete meses de edad no es apropiada en las condiciones en que se realizó el experimento, las cuales fueron representativas de las encontradas en comunidades campesinas y de pequeños productores. Es probable que éstos no practiquen el destete por la ventaja que se observa en el crecimiento de las crías, cuando permanecen con sus madres. Se considera necesario examinar, en detalle, el efecto de la edad de destete sobre el crecimiento de la cría y el comportamiento de la madre —incluyendo análisis económicos— a fin de poder definir una recomendación adecuada a las condiciones de estos productores.

#### LITERATURA CITADA

1. BARNICOAT, C.R.; LOGAN, A.G.; GRANT, A.I. 1949. Milk secretion studies with New Zealand Romney ewes. *Journal of agricultural science (Inglaterra)* 39:44-58
2. BRAGA, W. 1987. El efecto de la altitud en la producción de fibra de alpaca (*Lama pacos*). Tesis Médico Veterinario. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos 93 p.
3. BROSTER, N.H. 1973. Protein-energy interrelationships in growth and lactation of cattle and sheep. *Proceedings of the Nutrition Society (Inglaterra)* 32:115-122.
4. CONDORENA, N. 1981. Destete de alpacas (*Lama pacos*). In *Compendio de resúmenes de proyectos de investigación 1975-1979*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú). Tomo 2, p. 93.
5. CONDORENA, N. 1981. Destete precoz de alpacas (*Lama pacos*) y ceba en praderas de rye grass con trébol blanco. In *Compendio de resúmenes de proyectos de investigación 1975-1979*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú) Tomo 2, p. 96.
6. CONDORENA, N. 1981. Estudio del crecimiento de la alpaca (*Lama pacos*). In *Compendio de resúmenes de proyectos de investigación 1975-1979*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú). Tomo 2, p. 97.
7. COWIE, A.T. 1973. Lactation and its hormonal control. In *Reproduction in mammals*. C.R. Austin, R.V. Short (Eds.) Cambridge University p. 106-143.
8. DONEY, J.M.; PEART, J.N. 1976. The effect of sustained lactation on intake of solid food and growth rate of lambs. *Journal of agricultural science (Inglaterra)* 87:511-518.
9. HADJI PIERIS, G.; JONES, J.E.; WIMBLE, R.H.; HOLMES, S.W. 1966. Studies on feed intake and feed utilization by sheep II. The utilization of feed by ewes. *Journal of agricultural science (Inglaterra)* 66:341-349.
10. JERI, J.A. 1989. Algunas técnicas nativas en la crianza de los camélidos andinos. In *Crianza de llamas y alpacas en Los Andes*. PAL-PRATEC (Eds.). Convenio COTESU-INIAA. Puno, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. p. 53-61.
11. LEYVA, V.; FRANCO, E. 1982. Efecto de la gestación y de la lactación sobre la producción de fibra en alpaca. In *Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (VI, 1982, Lambayeque, Perú)* Resúmenes. Lambayeque, Universidad Pedro Ruiz Gallo. Anexo 5 s.p.
12. LEYVA, V.; FRANCO, E.; CONDORENA, N. 1983. Evaluación de dos técnicas para estudios sobre lactación en camélidos sudamericanos. In *Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (VI, 1983, Lambayeque, Perú)* Resúmenes. Lambayeque, Universidad Pedro Ruiz Gallo. p. MR-2.
13. LEYVA, V.; FRANCO, E.; CONDONERA, N. 1983. Determinación de la curva lactacional en alpacas y llamas en condiciones de pastura natural. In *Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (VI, 1983, Lambayeque, Perú)* Resúmenes. Lambayeque, Universidad Pedro Ruiz Gallo. p. MP-3.
14. LEYVA, V.; NUÑEZ, A.; FRANCO, E.; CHOQUEHUANCA, J.; CONDORENA, N. 1988. Proyecto sistemas de producción de camélidos sudamericanos. In *Reunión Anual de RISPAL (VII, 1988, San José, C.R.)* Informe. M.E. Ruiz, A. Vargas (Eds.). San José, IICA, CATIE, INIPA. p. 157.
15. LINZELL, J.L. 1972. Milk yield, energy loss in milk and mammary gland weight in different species. *Dairy science abstracts (Inglaterra)* 34:351-360.
16. NOVOA, C.; FERNANDEZ-BACA, S.; SUMAR, J.; LEYVA, V. 1972. Pubertad en la alpaca. *Revista de investigaciones pecuarias (Perú)* 1:29-25.
17. SMITH, A.; WHEELOCK, J.V.; DODD, F.H. 1967. The effect of milking throughout pregnancy on milk secretion in the succeeding lactation. *Journal of dairy research* 34:145-150.
18. VILLARROEL, L.J. 1963. Estudio de la fibra de alpaca. *Anales científicos (Perú)* 1:247-273.
19. WHEELOCK, J.V.; ROOK, J.A.F.; DODD, F.H. 1965. The effect of intravenous injections of residual milk on the composition of cow's milk. *Journal of dairy research* 32:255-262.

# INCREMENTO DE PESO VIVO Y FIBRA DE ALPACA EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCION EN LOS ANDES DEL PERU<sup>1</sup>

M. Agramonte\*; V. Leyva\*

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate productivity of alpacas owned by small (SP)- and medium (MP)-scale farmers. The study was conducted at Nuñoa, Puno, at 4300 m above sea level. Animals from five SP and MP were utilized. Growth rate, percentage of one-year-old females weighing at least 33 kg (optimum breeding weight) and fiber growth in different animal classes were estimated. Average birth weight was 7.0 and 7.1 kg in SP and MP, respectively. Birth weight of animals born in January (6.8 kg) was lower than that of those born in March (7.4 kg), regardless of farm size. The adjusted average weight at 8 and 12 months of age were 25.1 and 30.8 for SP and 29.7 and 35.7 kg for MP. The percentage of one-year old females reaching at least 33 kg of body weight was 40% and 56% in the case of SP and MP, respectively. Annual fiber growth (cm) in lactating females was 10.3 (for both types of farmers). For SP and MP farmers, fiber growth (cm/year) in females without calves was 10.6 and 11.4; in 2-year-old female replacements 12.0 and 13.0; and for female and male yearlings (9 to 11 months old) 13.2 and 14.4, MP presenting the higher values. The productive indexes considered were affected by both month of parturition and type of farmer.

(Palabras claves: pequeño productor, sistema de producción de alpacas, índices productivos, pastizales andinos).

## INTRODUCCION

El noventa y uno por ciento de la población de alpacas en el Perú se encuentra en las comunidades campesinas y en pequeñas y medianas propiedades y sólo el nueve por ciento en empresas asociativas del sector reformado (2, 5, 24).

Los índices productivos de las alpacas en poder de comunidades y pequeños productores, ubicadas sobre los 4300 msnm, son pobres (12). Estos criadores poseen estrategias de manejo adaptadas a la gran variación ecológica típica de estos pisos altitudinales, tratando de minimizar riesgos. Por otro lado, las limitaciones que presentan sus sistemas de producción comprometen la adopción de tecnologías desarrolladas por la investigación.

Si bien se conocen algunas prácticas de manejo utilizadas por los productores, éstas sufren modificaciones dependiendo del tipo de criador o productor. El generar mayor información sobre los índices productivos, tipificando a los productores, permitirá reorientar

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

\* Investigadores del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

## COMPENDIO

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar los índices productivos de alpacas en fundos de pequeños (PP) y medianos productores (MP). El estudio se realizó en el distrito de Nuñoa, departamento de Puno, ubicado a una altitud aproximada de 4300 metros sobre el nivel del mar. Se utilizaron animales de cinco fundos de PP y MP, en los que se estimaron la tasa de crecimiento, el porcentaje de hembras que igualan o superan los 33 kg de peso vivo al año de edad y el crecimiento de fibra en diferentes clases animales. El peso al nacimiento fue de 7.0 kg y 7.1 kg en PP y MP, respectivamente. El peso de crías nacidas en enero (6.8 kg) fue menor que el de aquellas nacidas en marzo (7.4 kg), con ambos productores. Los pesos promedios corregidos a los ocho y 12 meses fueron de 25.1 kg y 30.8 kg en PP y de 29.7 kg y 35.7 kg en medianos productores. El porcentaje de "tuís" hembras—alpacas destetadas, independientemente del sexo, que aún no han entrado en la etapa productiva— con peso igual o superior a 33 kg en PP y MP, fue de 40% y 56%, respectivamente. La longitud de la fibra en madres con crías fue de 10.3 cm y 10.3 cm; en madres sin crías, 10.6 cm y 11.4 cm; en "tuís" hembras—dos años—, 12.0 cm y 13.0 cm, y en "tuís" hembras y machos—nueve a 11 meses—, 13.2 cm y 14.4 cm, en los predios de PP y MP, respectivamente. Se concluye que estos índices productivos son afectados por el mes de nacimiento y tipo de productor; esto último debido a que los PP tienen menor disponibilidad de alimento que los medianos productores.

y enfocar los planes y programas de investigación en alpacas, a fin de establecer sistemas mejorados mediante el desarrollo de tecnologías adaptables a las necesidades del productor.

Con base en lo señalado, el presente estudio tuvo como finalidad evaluar en propiedades de pequeños y medianos productores, índices productivos tales como el incremento de peso corporal en crías, crecimiento de la fibra y porcentaje de hembras primerizas que alcanzan el peso adecuado para el primer empadre.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la zona alpaquera del distrito de Nuñoa, en la provincia de Melgar, departamento de Puno, con una altitud aproximada de 4400 metros sobre el nivel del mar. La temperatura máxima promedio fue de 9°C y mínima de -1.2°C; la precipitación acumulada anual fue de 1018 mm entre enero de 1985 y febrero de 1986. Ecológicamente, la zona se encuentra dentro del piso altitudinal subalpino, de la formación vegetal en monte húmedo subalpino (18).

Se seleccionaron animales de fundos de pequeños (PP) y medianos productores (MP). Se define como PP aquel con una tenencia de 180 a 250 ha de praderas y 150 a 250 alpacas. Estos animales se crían y pastorean junto con los ovinos y vacunos. El empadre se realiza durante todo el año, aunque la parición tiende a concentrarse en los meses de diciembre y abril. La esquila se realiza en un 50% del hato, entre los meses de noviembre a enero, con un crecimiento de 16 a 24 meses. El resto de los animales se esquila en otras épocas, de acuerdo con las necesidades económicas del productor.

El MP se define por poseer de 560 ha a 700 ha, con 300 a 500 alpacas. Estos animales pastorean separados de los vacunos y ovinos. El empadre se inicia en el mes de diciembre. La esquila se realiza en todos los animales anualmente, en un período no mayor de 10 días, entre los meses de noviembre y diciembre.

Para la estimación de la tasa de crecimiento de las crías se tomaron animales de dos PP y de un mediano productor. Se registró el peso corporal al nacimiento, a los ocho meses de edad y a los 12 meses de edad. El del nacimiento se obtuvo 24 horas después del parto, usando un dinamómetro, procediéndose luego a la identificación de la cría. El segundo pesaje se realizó en el mes de setiembre, utilizándose una balanza tipo reloj acondicionada a un trípode; el tercero se efectuó en el mes de febrero.

Debido a la diversidad de fechas de nacimiento, los pesos a los ocho meses y 12 meses fueron ajustados mediante las siguientes fórmulas:

$$P8m = \frac{P2 - P1}{\text{edad, días}} \quad 240 + P1$$

$$P12m = \frac{P3 - P1}{\text{edad, días}} \quad 360 + P1$$

donde: P8m = Peso ajustado a los ocho meses.  
P12m = Peso ajustado a los 12 meses.

- P1 = Peso al nacimiento.
- P2 = Peso en el mes de setiembre.
- P3 = Peso en el mes de febrero.

En el caso de las hembras, el peso alcanzado en el tercer pesaje sirvió para obtener el porcentaje de hembras que igualaron o superaron los 33 kg de peso vivo, adecuado para el empadre al año de edad según la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) (18).

Para evaluar la tasa de crecimiento de fibra de alpaca se tomaron al azar, animales de tres PP y de dos PM, los cuales fueron agrupados según las siguientes categorías: madres con crías, madres sin crías, "tuis" hembras de dos años, "tuis" machos y hembras de nueve a 11 meses. Esta evaluación se realizó en el mes de noviembre. Para determinar la longitud de la fibra, se hicieron mediciones de mechas en tres regiones corporales: paleta, costillar medio y grupa. Previamente se habían realizado una tipificación e identificación de las mechas —cuatro por cada región.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Peso corporal

En el Cuadro 1 se presentan los pesos al nacimiento, a los ocho y 12 meses. Con respecto a los pesos al nacimiento, estos fueron superiores ( $P < 0.01$ ) en las crías nacidas en los últimos meses de la época de parición —marzo y abril—, con ambos tipos de productor. Esta diferencia se debe a la mayor disponibilidad y calidad de forraje hacia el final del período de gestación, época de mayor desarrollo del feto. Sumar (23) señala que el mayor desarrollo fetal en la alpaca comienza en el séptimo mes de gestación y que las alpacas nacidas en los meses de enero y febrero tienen el mayor desarrollo fetal en la época de mayor escasez de forraje, así como de menor calidad nutricional. Esta situación no se presentó con las alpacas que parieron en los meses finales de la época de parición, toda vez que en el tercio final de gestación tuvieron una alta disponibili-

Cuadro 1. Peso al nacimiento, a los ocho y 12 meses, de alpacas en predios de pequeños (PP) y medianos productores (MP) (kg).

Mes de nacimiento	n	PP			MP			
		Nac.	P8m	P12m	n	Nac.	P8m	P12m
Enero	26	6.7 ± 1.02 <sup>b</sup>	23.6 ± 5.02 <sup>a</sup>	28.7 ± 5.26 <sup>a</sup>	12	6.9 ± 0.63 <sup>a</sup>	27.9 ± 4.82 <sup>b</sup>	32.8 ± 5.08 <sup>b</sup>
Febrero	27	6.9 ± 0.79 <sup>b</sup>	24.9 ± 5.25 <sup>a</sup>	31.8 ± 5.03 <sup>a</sup>	12	7.1 ± 0.97 <sup>a</sup>	28.4 ± 3.46 <sup>b</sup>	34.5 ± 5.14 <sup>b</sup>
Marzo	14	7.2 ± 0.60 <sup>ab</sup>	26.2 ± 4.82 <sup>a</sup>	31.4 ± 4.66 <sup>a</sup>	6	7.6 ± 1.07 <sup>a</sup>	36.0 ± 5.34 <sup>a</sup>	45.0 ± 6.19 <sup>a</sup>
Abril	8	7.9 ± 0.32 <sup>a</sup>	29.1 ± 8.34 <sup>a</sup>	33.2 ± 5.60 <sup>a</sup>	-	-	-	-
Promedio		7.0 ± 0.91	25.1 ± 5.62	30.8 ± 5.23		7.1 ± 0.88	29.7 ± 5.33	35.7 ± 6.79

1 Peso promedio ± desviación estándar. Promedios con una misma letra no difieren significativamente ( $P < 0.01$ )

Cuadro 2. Peso de alpacas al nacimiento, al destete y al año de edad según la literatura (kg)<sup>1</sup>.

Tipo de pastizal	Nac.	Destete (meses)	Año	Referencia
Pradera	7.9	30.5 (9)	32.5	(7)
Pradera	-	27.8 (9)	-	(7)
Pradera	8.8	30.8 (9)	-	(5)
Pradera	7.6	31.8 (5)	41.4	(9)
Pradera	6.4	25.6 (10)	-	(1)
<i>Trifolium repens</i> (Tr) y <i>Dactylis glomerata</i> (Dg)	8.3	33.0 (6)	54.6	(8)
Pradera (P)	7.7	23.9 (6)	-	(21)
Tr, Dg y <i>Lolium perenne</i> (B)	7.9	32.5 (6)	-	(21)
Alfeno (P) y (B)	7.3	28.2 (6)	-	(21)
<i>Medicago sativa</i> (MS) y (Dg)	8.7	22.1 (5)	50.1	(20)
Pradera	6.2	-	-	(17)
Pradera	7.0	27.6 (8)	36.1	(3)
(MS)	7.0	42.8 (8)	52.0	(3)

<sup>1</sup> Los pesos representan un promedio de hembras y machos, así como para Suri y Huacaya.

dad de forraje de alta calidad nutricia, característica de las praderas de zona durante la época de mayor precipitación (25).

A pesar del efecto del mes de parición, los pesos promedios al nacimiento se encuentran dentro de los valores señalados por otros autores (Cuadro 2). Esto se debe a que la madre prioriza el uso de sus reservas orgánicas en favor del desarrollo del feto; sólo en caso de una deficiencia alimenticia extrema, el desarrollo de aquel se ve afectado (20), como podría ser en el caso de madres que paren en los meses de diciembre y enero.

Los pesos ajustados a los ocho y 12 meses (Cuadro 1) mantienen el efecto de mes de nacimiento, particularmente en el caso de las alpacas de los medianos productores. Además del efecto de mes de nacimiento, el mayor peso a los ocho meses de los nacidos en los últimos meses de la época de parición, se explicaría por la mejor condición de la madre al parto, la que podrá por lo tanto expresar su potencial productivo de leche. En este sentido se ha encontrado que la mayor producción de leche ocurre entre la segunda y tercera semana de lactancia, disminuyendo luego progresivamente (13, 16). Esta disminución es más pronunciada cuando la madre se encuentra en condiciones pobres de alimentación, tal como se ha demostrado en ovinos (19).

Los mejores pesos hallados en el caso de los medianos productores con respecto de los pequeños, se deben a que en los primeros la soportabilidad de la pastura y la carga actual de las mismas concordaban (2.8 UAO/ha) —una unidad animal ovina (UAO) equivale a aproximadamente 35 kg de peso vivo; una unidad de alpaca, a casi 1.78 UAO— mientras que en los PP, no. La evaluación de sus praderas indicó una soportabilidad de 1.5 UAO/ha, en tanto que la carga actual estimada fue de 2.0 UAO/ha, que indicaría problemas de sobrepastoreo.

### Peso al primer empadre

Novoa *et al.* (17) señalan que la edad en la que ocurre el inicio de la actividad sexual, seguida de la ovulación y fertilización, está directamente relacionada con el incremento del peso corporal después del destete. En el Cuadro 3 se muestra el número y porcentajes de "tuis" hembras que alcanzan o superan el peso de 33 kg, considerado como el adecuado para el empadre (14). Como se puede notar, una mayor proporción de hembras alcanzan este peso en los predios de los MP, ya que la soportabilidad de la pradera y la carga actual estuvieron mejor equilibradas en estos productores. A pesar de la menor condición alimenticia en que se encontraban las alpacas de los PP, el porcentaje alcanzado de hembras aptas para el empadre (40%) muestra la existencia, dentro de sus hatos, de animales con buen potencial de crecimiento y la posibilidad de mejorar el uso de los recursos con el propósito de incrementar este índice productivo en los fundos.

Cuadro 3. Proporción de "tuis" hembras de un año de edad con peso igual o superior que 33 kilogramos.

Tipo de productor	Número total de animales	Animales con peso $\geq$ 33 kg (n)	(%)
Pequeño	35	14	40.0
Mediano	16	9	56.3
Total	51	23	45.1

### Longitud de fibra

En el Cuadro 4 se presenta el crecimiento anual de fibra anual, según clase de animal y tipo de productor. Con ambos tipos de productores y en todas las clases

Cuadro 4. Crecimiento anual de fibra de alpaca según clase de animal y tipo de productor.

Clase (%)	PP		MP		Dif.2
	(n)	(cm1)	(n)	(cm)	
Madres con cría	26	10.3 ± 1.55c	19	10.3 ± 1.31c	0.3
Madres sin cría	29	10.6 ± 1.73bc	19	11.4 ± 1.81bc	7.7
"Tuis" hembras (dos años)	13	12.0 ± 1.75ab	8	13.0 ± 1.17ab	8.2
"Tuis" hembras y machos (nueve a 11 meses)	45	13.2 ± 0.93a	40	14.4 ± 1.33a	9.1

1 Promedio ± desviación estándar. Promedios con una misma letra no difieren significativamente (P<0.01)

2 ((MP-PP)/PP)100.

animales, la longitud alcanzada por la fibra es superior a los 7.5 cm, longitud mínima requerida para el proceso textil del "peinado" (7, 11).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Condorena (6) y Bustinza *et al.* (4), quienes trabajaron con alpacas Huacayas de ambos sexos, varias edades y con un régimen alimenticio basado en praderas; ellos hallaron valores de 10.4 cm y 12.4 cm para hembras y machos, respectivamente.

Al considerar la clase de animal (Cuadro 4), la longitud de la mecha tendió a disminuir con la edad de los animales. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Condorena (6) y Bustinza *et al.* (4) de que, durante los primeros cuatro años de vida del animal, la longitud de la fibra disminuye. Asimismo, en el Cuadro 4 se observa una ligera inferioridad en la longitud de fibra en las madres con cría que en las madres sin crías. Esto último se debe a que la gestación y la lactación tienen un efecto adverso sobre la producción anual de fibra (15). La diferencia entre tipos de productores se explica por las condiciones disímiles de alimentación, que fueron discutidas en párrafos anteriores.

### LITERATURA CITADA

- ABARCA, L.; REVILLA, R.; SAMANEZ, R. 1985. Módulo de producción y reproducción de alpacas Suri sobre pastos naturales en Puno. In Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos (V, 1985, Cuzco, Perú) Libro de resúmenes. Cuzco y Lima, Universidad Abad del Cuzco y Universidad Mayor de San Marcos. p. 85.
- BUSTINZA, V. 1982. Efecto de la alimentación sobre la producción de la alpaca. In Conversatorio Nacional Multisectorial sobre Desarrollo de Camélidos Sudamericanos (II, 1982, Lima, Perú). Lima, Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. p. 111.
- BUSTINZA, V.; MARSHALL, A. 1982. Producción de carne y fibra de alpaca. Allpaka (Perú) 1:3
- BUSTINZA, V.; OLARTE, V.; JAHUIRA, F.; FERNANDEZ, E. 1985. Influencia de la edad sobre el diámetro, longitud de fibra y longitud de mecha en alpacas Huacaya. In Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos (V, 1985, Cuzco, Perú). Libro de resúmenes. Cuzco y Lima, Universidad de San Antonio de Abad del Cuzco y Universidad de San Marcos. p. 68.
- CALLE, E.R. 1982. Producción y mejoramiento de la alpaca. Lima, Perú, Fondo del Libro, Banco Agrario del Perú. 334 p.
- CONDORENA, N. 1980. Algunos índices de producción de la alpaca bajo el sistema de esquila anual establecido en La Raya. Revista de investigaciones pecuarias (Perú) 5(1):50.
- COPANT. 1966. Avances tecnológicos de la fibra de alpaca. In Normas Aprobadas en la Reunión del Comité Textil (1966, Montevideo, Uruguay) Comisión Panamericana de Normas Técnicas. 38 p.
- FLOREZ, A.; BRYANT, F.; ARIAS, J.; GAMARRA, J. 1985. Influencia de niveles de alimentación en la crianza de alpacas y empadre de las mismas al año de edad. In Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos (V, 1985, Cuzco, Perú) Libro de resúmenes. Cuzco, Lima, Universidad de San Antonio de Abad del Cuzco y Universidad de San Marcos. p. 92.
- GARAY, G.; CARPIO, M. 1985. Evaluación preliminar del grado de crecimiento en alpacas Huacaya. In Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (VIII, 1985, Huancayo, Perú) Universidad Nacional del Centro. Anexo F-24.
- HUISA, T. 1985. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpacas (*Lama pacos*) durante la época seca. Tesis Ing. Zoot. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. 61 p.
- INTINTEC (INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS) 1982. Catálogo de normas técnicas nacionales. Lima. 197 p.
- IVITA (INSTITUTO VETERINARIO DE INVESTIGACIONES TROPICALES Y DE ALTURA) 1986. Informe Técnico, Fase I. Proyecto Sistemas de Producción de Camélidos Sudamericanos. Convenio IVITA/UNMSM/CIID. Cuzco. 130 p.

13. JIMENEZ, P. 1984. Efecto de la edad sobre la producción de leche de alpacas bajo condiciones de pastura natural. Tesis Med. Vet. Lima, Perú, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 32 p.
14. LEYVA, V.; SUMAR, J. 1981. Evaluación del peso corporal al empadre sobre la capacidad reproductiva de alpacas hembras de un año de edad. In Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos (IV., 1981, Punta Arenas, Chile). Resúmenes. Corporación Nacional Forestal, Instituto de la Patagonia.
15. LEYVA, V.; FRANCO, E. 1983. Efecto de la gestación y la lactación sobre la producción de fibra en alpacas. In Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (VI., 1983, Lambayeque, Perú). Compendios. Universidad Pedro Ruiz Gallo. Anexo 5.
16. LEYVA, V.; FRANCO, E.; CONDORENA, N. 1983. Determinación de la curva lactacional en alpacas y llamas en condiciones de pastura natural. In Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (VI., 1983, Lambayeque, Perú). Compendios. Universidad Pedro Ruiz Gallo. mp-3.
17. NOVOA, C.; FERNANDEZ BACA, S.; SUMAR, J.; LEYVA, V. 1972. Pubertad en la alpaca. Revista de investigación pecuaria (Perú) 1:29.
18. ONERN (OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES) 1965. Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno. Lima. 329 p.
19. PEART, J.N. 1967. The effect of different levels of nutrition during late pregnancy on the subsequent milk production of blackface ewes and on the growth of their lamb. Journal of agricultural science (Inglaterra) 68:365.
20. REVILLA, R; ABARCA, L.; SAMANEZ, R. 1985. Producción de alpacas reproductoras Huacaya sobre pastos cultivados. In Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos (V., 1985, Cuzco, Perú). Libro de resúmenes 1. Cuzco, Lima, Universidad San Antonio Abad del Cuzco y Universidad Mayor de San Marcos. p. 87.
21. RUELAS, J. 1986. Evaluación de un sistema de pastoreo alternado y la determinación de algunos parámetros técnicos en alpacas. Tesis Ing Agr. Cuzco, Universidad Nacional San Antonio Abad de Cuzco. 42 p.
22. RUSSEL, A.J.F.; GUNN, R.G.; BONEY, J.M. 1986. Components of weight loss in pregnant hill ewes during winter. Animal production (Escocia) 10:43.
23. SUMAR, J. 1986. El empadre y el crecimiento fetal en la alpaca. In Congreso Internacional sobre Agricultura Andina (V., 1986, Puno, Perú). Resúmenes. Puno, Universidad Nacional del Altiplano, Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria/CIPA XV-Puno y Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) p. 29.
24. TERRY, L.; WEST, T.L. 1981. Alpaca production in Puno, Peru. Columbia. University of Missouri. Department of Rural Sociology. Columbia. Publication no 3. 83 p.
25. VENEGAS, L.; ASTORGA, J.; SCHLUNDT, A.; BRYANT, F. 1985. Variación estacional en la disponibilidad y calidad forrajera de un pastizal de alpacas en La Raya. In Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos (V., 1985, Cuzco, Perú). Libro de resúmenes 1. Cuzco, Lima, Universidad San Antonio Abad del Cuzco y Universidad Mayor de San Marcos p. 91.

# DRY MATTER AND CRUDE PROTEIN YIELDS OF *ECHINOCHLOA PYRAMIDALIS* ON COASTAL CLAY SOIL OF GUYANA<sup>1</sup>

J. Smith\*, J. Seaton\*, P. Osuji\*\*, P. D'Aguiar\*\*, P. Chesney\*\*, M. McBean\*,  
A. Haynes\*, C. Harding\*\*, N. Cumberbatch\*\*\*

## ABSTRACT

In a field trial conducted at Liliendaal, East Coast Demerara, *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitchc and Chase was evaluated in 16 m<sup>2</sup> plots for its response to three cutting frequencies (three, four and five weeks), two cutting heights (7.6 cm and 12.7 cm) and two fertilizer rates (zero fertilizer and 84 kg N/ha plus 84 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) in a randomized complete block design over a two-year period. Accumulated dry matter for the first year was 22 699, 27 554 and 27 073 kg/ha (standard error = 921.93) and crude protein percentage was 11.6, 9.9 and 8.6 (standard error = 0.93) at the three-, four- and five-week harvest intervals, respectively. Accumulated dry matter for the second year was 16 361, 21 778 and 24 033 kg/ha (standard error = 1169.3) and crude protein percentage was 13.0, 10.8 and 9.1 (standard error = 0.11) at three-, four- and five week harvest, intervals, respectively. Cutting height had a small effect on DM yield per harvest, which proved to be significant only in the first year, in favor of the 12.7 cm height. Fertilization significantly increased the accumulated DM yield in the first year but not in the second year. The inconsistencies in the results were due, at least in part, to the pattern of rainfall during the two-year trial. Nevertheless, the results indicate that in a cut-and-carry system, consideration should be given to the category of animals to be fed; for calves and lactating cows, which require a high crude protein content in the feed, a three-week cutting regime would be most appropriate.

(Key words: Tropic fluviquents, fertilizers, meat, milk).

## INTRODUCTION

The coastal ecozone of Guyana extends for approximately 400 km from the Corentyne river in the east to the Waini river in the west, and varies in width from about 1 km to 60 km inland from the Atlantic coast (2, 7). The land is approximately 2 m below sea level at high tides.

To make these lands agriculturally productive, a series of irrigation and drainage canals are operated which provide irrigation water from inland reservoirs and drain excess water into the ocean and rivers. A protective wall along the coast prevents the encroachment of the ocean at high tides.

The mean annual rainfall is greater than 2 000 mm and the land can be flooded for extensive periods interspersed with very dry periods (7). The rainfall pattern is reported to be bi-modal with the major periods of

## COMPENDIO

En un ensayo conducido en Liliendaal, en la costa este del Demerara (Guyana), se evaluó el pasto *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitchc y Chase, en parcelas de 16 m<sup>2</sup>, en cuanto a su respuesta a tres frecuencias de corte —tres, cuatro y cinco semanas—, dos alturas de corte (7.6 cm y 12.7 cm) y dos niveles de fertilización: cero y 84 kg N/ha más 84 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, en un diseño de bloques completos al azar, durante dos años. En el primer año, la producción acumulada de materia seca fue 22 699 kg/ha, 27 554 kg/ha y 27 073 kg/ha (error estándar = 921.93) y el porcentaje de proteína cruda fue de 11.6, 9.9 y 8.6 (error estándar = 0.93) para los intervalos de corte de tres, cuatro y cinco semanas, respectivamente. En el segundo año, la materia seca acumulada fue de 16 361 kg/ha, 21 778 kg/ha y 24 033 kg/ha (error estándar = 1169.3) y la proteína cruda fue 13.0%, 10.8% y 9.1% (error estándar = 0.11) para los intervalos de tres, cuatro y cinco semanas, respectivamente. La altura de corte tuvo un efecto pequeño sobre la producción de materia seca y solo fue significativo en el primer año, favoreciendo al corte a 12.7 cm de altura. La fertilización aumentó significativamente la producción acumulada de materia seca en el primer año pero no así en el segundo año. La inconsistencia en los resultados se debió, por lo menos en parte, al patrón de lluvias que imperó en los dos años de la prueba. Sin embargo, los resultados indican que en un sistema de alimentación con forrajes de corte, se debe tomar en cuenta la categoría de los animales a ser alimentados; por ejemplo, los terneros y las vacas lactantes, los cuales requieren de un alto contenido de proteína en el alimento, un régimen de cortes cada tres semanas sería lo más apropiado.

precipitation occurring in the months April to August and November to January (2, 7). The soils are mainly clays belonging to the soil orders Entisols, Inceptisols and Ultisols (2, 12).

Approximately 80 per cent of Guyana's cattle population exist in this ecozone and could contribute significantly to the national demands for meat and milk. In order to improve production and productivity, improved grasses which are adapted to the stated conditions and give good dry matter production and quality should be used.

*Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitchc and Chase has been reported to flourish under seasonally flooded conditions (12, 15). It has been recommended and is now being used increasingly as a pasture grass for both soiling and grazing (8).

This study was undertaken to determine the utilization potential of *E. pyramidalis* to provide feed for cattle in one of the cattle-producing areas of the coastal ecozone. The trial was conducted over two years, from

<sup>1</sup> Received for publication 18 March 1991.

\* Caribbean Agricultural Research and Development Institute, Georgetown, Guyana.

\*\* University of Guyana

\*\*\* National Agricultural Research Institute, Guyana

June 13, 1988 to May 29, 1990, to allow for the effects of annual weather fluctuations

## MATERIALS AND METHODS

### Soil type

The experiment was conducted at Liliendaal, East Coast Demerara, on a soil in the series Whittaker, classified by Smith (13) as Tropic Fluvaquents.

### Experimental design

This was a 3 x 2 x 2 factorial in a randomized complete block design. There were three replicates.

### Field layout

An already established *E. pyramidalis* pasture was used for the trial and 16 m<sup>2</sup> plots were measured out and demarcated with pickets. The plots were 0.9 m apart within blocks and a 1.5 m pathway separated the blocks. The entire experimental area was fenced to keep out grazing animals.

### Treatments

The 12 treatments were combinations of the following variables: (a) cutting at three-, four- and five-week intervals; (b) fertilizer applied at zero and 84 kg N/ha together with 84 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; and (c) harvesting at 7.6 cm and 12.7 cm heights.

Table 1a. Dry matter and crude protein yields and crude protein percentage of *E. pyramidalis* at three-, four- and five- week harvest intervals for June 1988 - May 1989.

Parameter	Harvest intervals			Standard error
	3-week	4-week	5-week	
Accumulated dry matter yield (kg/ha)	22 698.7	27 553.8	27 073.3	921.93
Dry matter per harvest (kg/ha)	1 335.2	21 19.6	27 07.5	78.39
Accumulated crude protein (kg/ha)	2 628.1	2 730.3	2 333.7	108.84
Crude protein per harvest (kg/ha)	154.60	210.03	233.39	8.61
Crude protein (%)	11.56	9.90	8.62	0.93
No. of harvests	17	13	10	—

Error, degrees of freedom = 22

### Harvesting and measurement

Sampling was done using a quadrat of 0.165 m<sup>2</sup>. Two samples were randomly taken per plot. All stolons originating within the area of the quadrat were harvested. Markings of 7.6 cm or 12.7 cm on a graduated pole were used to determine the height of sampling and for cutting back the plots.

The weights of the harvested samples were recorded. The samples were then dried in an oven between 50 °C and 60 °C for approximately 48 hours, or until a constant weight was achieved. The weights of the dried samples were recorded and the dry matter (DM) yield per quadrat determined. The DM yield in kg/ha was calculated by multiplying the DM yield of the quadrat by the constant 60 547. Crude protein (CP) determinations were then made using the micro-Kjeldahl technique.

Daily rainfall data were obtained from the meteorological station situated at the Botanical Gardens, which was approximately 3 km away from the experiment location.

## RESULTS

The statistical data for the two periods, June 1988 to May 1989 and June 1989 to May 1990, were analyzed separately.

The results for DM yield, CP content and CP yield for the three cutting frequencies and for the periods from June 1988 to May 1989 and June 1989 to May

Table 1b. Dry matter and crude protein yields and crude protein percentage of *E. pyramidalis* at three-, four- and five- week harvest intervals for June 1989 - May 1990.

Parameter	Harvest intervals			Standard error
	3-week	4-week	5-week	
Accumulated dry matter yield (kg/ha)	16 360.8	21 777.8	24 032.9	1 169.33
Dry matter per harvest (kg/ha)	962.4	1 675.3	2 403.4	101.23
Accumulated crude protein (kg/ha)	2 128.7	2 347.4	2 182.8	134.12
Crude protein per harvest (kg/ha)	125.22	180.58	218.29	10.62
Crude protein (%)	13.00	10.80	9.09	0.107
No. of harvests	17	13	10	—

Error, degrees of freedom = 22

1990 are given in Tables 1a and 1b, respectively. For the two periods June 1988 to May 1989 and June 1989 to May 1990, the cutting intervals had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on DM yield per harvest and accumulated DM yield. DM yield per harvest was highest at the five-week cutting interval and lowest at the three-week cutting interval; these data directly influenced the accumulated DM yield.

Cutting interval also had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the CP content and CP yield per harvest. The CP content was highest at the three-week cutting interval and lowest at the five-week cutting interval. The CP yield per harvest was highest at the five-week cutting interval and lowest at the three-week cutting interval.

Fertilizer had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the accumulated DM yields for the period June 1988 to May 1989, but not for the period June 1989 to May 1990. Accumulated DM yield increased overall from 24 783.7 kg/ha without fertilizer to 26 766.9 kg/ha (standard error = 752.72) with fertilizer for the period June 1988 to May 1990. The effects of fertilizer on DM and CP yields at the different cutting intervals for the two periods are shown in Tables 2a and 2b, respectively.

Height at time of harvest had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the DM yields per harvest for the period June 1988 to May 1989 but not for the subsequent

period June 1989 to May 1990. The DM yield per harvest increased overall from 1969.8 kg/ha at the 7.6 cm harvest height to 2138.4 kg/ha (standard error = 110.86) at the 12.7 cm harvest height for the period June 1988 to May 1989. The effects of harvest height on DM and CP yields at the three cutting intervals for June 1988 to May 1989 and June 1989 to May 1990 are shown in Tables 3a and 3b, respectively.

There were no significant interactions ( $P > 0.05$ ) for the two periods. The DM yields for the various harvests at the three-, four- and five-week cutting frequencies are shown in Figs. 1a, 2a and 3a, respectively, for the period June 1988 to May 1989 and in Figs. 1b, 2b and 3b respectively, for the period June 1989 to May 1990. The corresponding recorded rainfall data are shown as well. The pattern of rainfall seemed to influence DM yields per harvest; however a linear regression of DM on rainfall for the three harvest intervals was significant only at the five-week harvest interval in the second period ( $P < 0.05$ ).

Allowing for 3% of live weight as DM intake, with 400 kg live weight equivalent to one animal unit (AU), carrying capacities for the first year would have been 5.2, 6.3 and 6.2 AU at the three-, four- and five-week harvest intervals, respectively. These would have been lower in the second year, the estimates being 3.7, 5.0 and 5.5 AU at the three-, four- and five-week harvest intervals, respectively.

Table 2a. Dry matter and crude protein yields and crude protein percentage of *E. pyramidalis* for fertilized and unfertilized plots at three-, four- and five-week harvest intervals for June 1988 - May, 1989.

Parameter	Harvest intervals						Standard error
	3-week		4-week		5-week		
	f0	f1	f0	f1	f0	f1	
Accumulated dry matter yield (kg/ha)	22 562.6	22 834.9	25 616.8	29 490.7	26 172.0	27 974.9	1 303.76
Dry matter per harvest (kg/ha)	1 327.0	1343.3	1 970.5	2 268.7	2 617.3	2 797.6	110.86
Accumulated crude protein (kg/ha)	3 630.2	2626.0	2 533.8	2 926.8	2 236.0	2 431.5	153.92
Crude protein per harvest (kg/ha)	154.72	154.48	194.9	255.2	223.6	243.2	12.17
Crude protein (%)	11.63	11.48	9.88	9.91	8.59	8.68	0.13
No. of harvests	17		13		10		—

Error, degrees of freedom = 22  
f0 = unfertilized f1 = fertilized

Table 2b. Dry matter and crude protein yields and crude protein percentage of *E. pyramidalis* for fertilized and unfertilized plots at three- four- and five-week harvest intervals for June 1989 - May 1990.

Parameter	Harvest intervals						Standard error
	3-week		4-week		5-week		
	f0	f1	f0	f1	f0	f1	
Accumulated dry matter yield (kg/ha)	16 373.0	16 348.0	20 001.6	23 474.0	22 976.0	25 089.7	1 653.2
Dry matter per harvest (kg/ha)	963.2	961.5	1 544.7	1 805.8	2 297.9	2 509.0	143.16
Accumulated crude protein (kg/ha)	2 139.0	2 118.4	2 193.0	2 501.6	2 060.9	2 304.6	189.67
Crude protein per harvest (kg/ha)	125.8	124.6	168.7	192.4	206.1	230.5	15.00
Crude protein (%)	13.00	12.97	10.93	10.66	9.02	9.15	0.15
No. of harvests	17		13		10		—

Error, degrees of freedom = 22  
f0 = unfertilized f1 = fertilized

Table 3a. Dry matter and crude protein yields and crude protein percentage of *E. pyramidalis* at two levels of cutting and harvesting at three- four- and five-week harvest intervals for June 1988 - May 1989.

Parameter	Harvest intervals						Standard error
	3-week		4-week		5-week		
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	
Accumulated dry matter yield (kg/ha)	22 587.8	22 809.7	26 850.0	28 257.4	25 150.0	28 996.4	1 303.76
Dry matter per harvest (kg/ha)	1 328.7	1 341.7	2 065.5	2 173.6	2 515.0	2 899.8	110.86
Accumulated crude protein (kg/ha)	2 652.4	2 603.9	2 698.9	2 761.7	2 224.5	2 443.0	153.92
Crude protein per harvest (kg/ha)	156.00	153.20	207.60	212.40	222.46	244.31	12.17
Crude protein (%)	11.72	11.39	10.04	9.75	8.85	8.42	0.13
No. of harvests	17		13		10		—

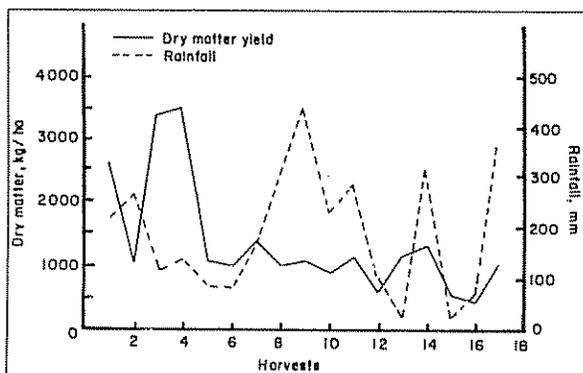
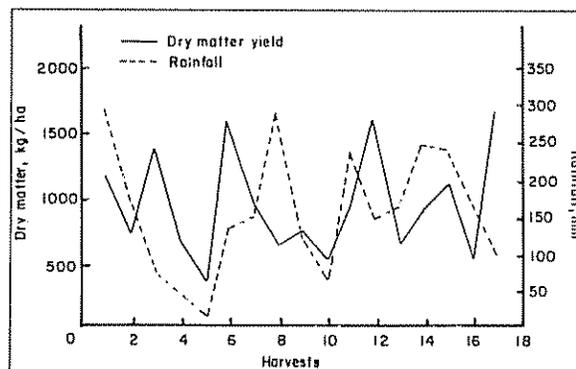
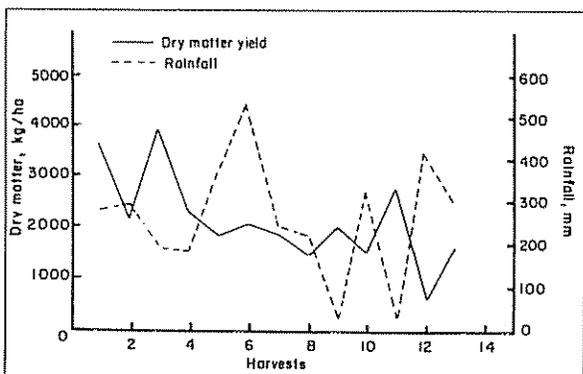
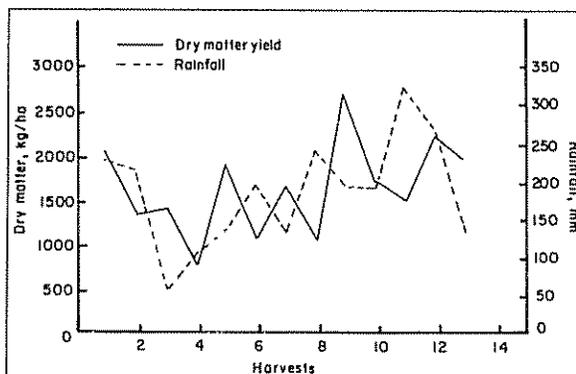
Error, degrees of freedom = 22  
H1 = 7.62 cm cutting height; H2 = 12.7 cm cutting height

**Table 3b.** Dry matter and crude protein yields and crude protein percentage of *E. pyramidalis* at two levels of cutting and harvesting at three-, four- and five-week harvest intervals for June 1989 - May, 1990.

Parameter	Harvest intervals						Standard error
	3-week		4-week		5-week		
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	
Accumulated dry matter yield (kg/ha)	16 186.7	16 534.8	21 206.7	22 349.0	24 802.0	23 263.7	1 653.15
Dry matter per harvest (kg/ha)	952.2	972.5	1 631.4	1 719.0	2 480.5	2 326.4	143.16
Accumulated crude protein (kg/ha)	2 117.7	2 139.7	2 293.9	2 400.9	2 274.9	2 090.6	189.67
Crude protein per harvest (kg/ha)	124.58	125.85	176.46	184.69	227.52	209.06	15.00
Crude protein (%)	13.11	12.92	10.84	10.75	9.15	9.03	0.15
No. of harvests	17		13		10		—

Error, degrees of freedom = 22

H1 = 7.62 cm cutting height; H2 = 12.7 cm cutting height

Fig. 1 a. Dry matter yields of *E. pyramidalis* harvested every 3 weeks and rainfall from June 1988 to May 1989.Fig. 1 b. Dry matter yields of *E. pyramidalis* harvested every 3 weeks and rainfall from June 1989 to May 1990.Fig. 2 a. Dry matter yields of *E. pyramidalis* harvested every 4 weeks and rainfall from June 1988 to May 1989.Fig. 2 b. Dry matter yields of *E. pyramidalis* harvested every 4 weeks and rainfall from June 1989 to May 1990.

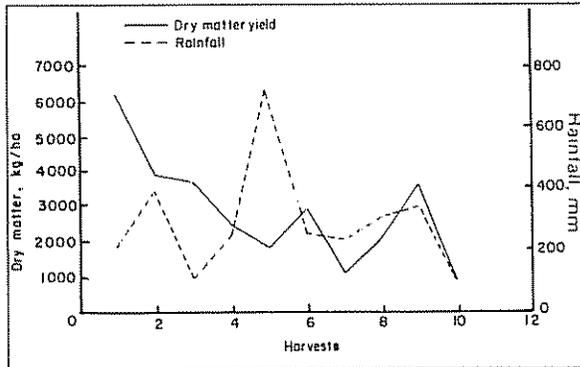


Fig. 3 a. Dry matter yields of *E. pyramidalis* harvested every 5 weeks and rainfall from June 1988 to May 1989.

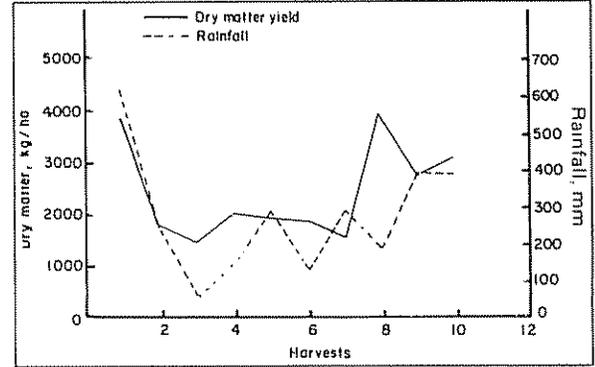


Fig 3 b. Dry matter yields of *E. pyramidalis* harvested every 5 weeks and rainfall from June 1989 to May 1990.

### DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

The higher DM yields obtained at the longer cutting frequencies would be expected as the plants would have more time to produce and accumulate metabolites. Also at extended cutting intervals, tiller and leaf formation, leaf elongation and stem development would be higher. Cutting too frequently would deplete carbohydrate reserves and cause a decline in root development, resulting in reduced forage yield (3).

The higher CP content at the shorter harvest intervals is also to be expected because CP content declines with age (11), particularly in tropical pastures.

The lower yield obtained at the shorter cutting height in the first year may be the result of less reserves in the residual herbage to promote regrowth. Also, continuous cutting of forage nearer ground level would result in the plant becoming weakened, and would reduce regrowth potential (3). It was also shown by Funes *et al.* (4) that DM yields were higher at longer cutting intervals and at higher heights of harvesting.

The major effect of fertilizer was on DM yields. Nitrogen fertilizer is known to increase the DM production of grasses (5). It has also been demonstrated by Azevedo *et al.* (1) that phosphorus can increase the yields of *E. pyramidalis*. In this study, however, fertilizer did not seem to affect the CP content, probably because of the levels of fertilizer used. The major benefit of applying N and P together, at the levels used in this trial, would be to increase DM yields. There is also the possibility that the flooded conditions during the experimental period would have caused movement across plots and confounded the effects of fertilizer.

The variation in DM at the various periods may have been a result of the rainfall pattern. Rainfall is known to affect the pattern of forage production (6, 14) While rainfall was not an experimental treatment, its

effect cannot be ignored and Figs. 1a, 1b, 2a, 2b, 3a and 3b, indicated some influence of rainfall on DM yield. The lack of significance in the regression analyses might have been due to the rainfall distribution for the regrowth periods. All the rainfall for a period may not have contributed to regrowth, especially when this rainfall occurred near the time of harvesting.

In a cutting regime for animal feeding, consideration should be given to the category of animals to be fed and to the balance between quality and quantity of forage available. For animals that require a high crude protein content, such as calves and lactating cows, a three-week cutting regime may be most appropriate; however, due to the lower dry matter yield, lower stocking rates would have to be employed.

A five-week harvest interval may be used for dry cows and replacement heifers and higher stocking rates could be accommodated. The four-week cutting frequency would give a good balance between crude protein yield and dry matter production and may be recommended as the optimum harvest interval. This cutting interval has also been recommended by Muñoz *et al.* (8, 9, 10). It may also be more beneficial for DM production to harvest at 12.7 cm rather than at 7.6 cm.

The fluctuating pattern of production implies that forage conservation would have to be a regular practice to ensure a regular supply of forage throughout the year, especially when stocking levels are close to carrying capacities.

### LITERATURE CITED

1. AZEVEDO, G.P.C. De.; CAMARAO, A.P.; VEIGA, J.B.D.A.; SERRAO, E.A.S. 1982. Introduction and evaluation of forage plants in the Municipality of Maraba. P.A. Herbage abstract (England) 53:489.

2. BULLEN, C.W.; GRANGER, M.A.; PERSAUD, H.B.; PIGOTT, J.A.; FLETCHER, R.E. 1982. Acid soils of the intermediate savannahs of Guyana. In Management of Low Fertility Acid Soils of the American Humid Tropics (1981, Paramaribo, Suriname). Proceedings. J.F. Wienk, H.A. de Wit (Eds). San Jose, C.R., IICA/The University of Suriname. p. 49-80.
3. CROWDER, L.V.; CHHEDA, H.R. 1982. Tropical grassland husbandry. New York, Longman. s p.
4. FUNES, R.; PEREZ L.; RHONDA, A. 1980. Growth and development of grasses in Cuba. Herbage abstract (England) 51:620.
5. HUMPHREYS, L.R. 1987. Tropical pastures and fodder crops. 2 ed. U.K., Longman Scientific and Technical. s p.
6. JEREZ, I.; RIVERO, J.L.; PEREZ, I. 1987. Evaluation of three tropical grasses. 4. Effect of stocking rate on DM production and some quality indicators. Cuban journal of agricultural sciences 21:229-239.
7. KING, K.F.S. 1968. Land and people in Guyana. Commonwealth Forestry Institute. England, University of Oxford. 150 p.
8. MUÑOZ, H.; RAMSAMMY, P.; IBRAHIM, M.; RASHID, M. 1986. The antelope: A well-adapted grass for Guyana's coastal area. IICA. Miscellaneous Publications Series No. A2/GY-86-004. 10 p.
9. MUÑOZ, H.; RAMSAMMY, P.; LALLBACHAN, V. 1987. Effect of nitrogen application and cutting frequency on forage yield of *Echinochloa polistachya*. In Caribbean Food Crop Society Conference (St. John, Antigua) Paper. 3 p.
10. MUÑOZ, H.; RAMSAMMY, P.; LALLBACHAN, V.; PANDAY, M. 1988. Effect of nitrogen application and cutting frequency on dry matter yield of Antelope Grass (*Echinochloa pyramidalis*). In Annual Review Conference NARI (Mon Repos, East Coast Demerara, Guyana). Abstract p. 3.
11. NORTON, B.W. 1982. Differences between species in forage quality. In Nutritional limits to animal production from pastures. J.B. Hacker (Ed.). Farnham Royal, U.K. Commonwealth Agricultural Bureau. p. 89-110.
12. SHERMAN, P.J.; RIVEROS, F. 1990. Tropical grasses. Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. p. 383-386.
13. SMITH, G.D. 1983. Correlation of the soils of the Commonwealth Caribbean, Puerto Rico, The Virgin Islands and Guyana. University of the West Indies, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science, Trinidad. Soil and Land-Use Surveys No. 27. s p.
14. WHITEMAN, P.C. 1980. Tropical pasture science. Oxford University Press.
15. WHYTE, R.O.; MOIR, T.R.G.; COOPER, J.P. 1959. Grasses in agriculture. Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 417 p.

# EFFECTO DE LA CARGA ANIMAL SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL PASTO ESTRELLA AFRICANA EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA<sup>1</sup>

C. Rodríguez\*; H. Vargas\*\*; M. A. Gutiérrez\*\*\*; G. Roldán\*; J. Quiñones\*

## ABSTRACT

The effects of different stocking rates (1.0, 2.5, 4.0 and 5.5 AU/ha) on botanical composition and animal productivity were studied over a period of three years (1987-1989). A rotational grazing system was implemented on African Stargrass pastures with seven days of grazing and 21 days of rest. No fertilizer was applied and weeds were controlled once a year by "machete". A total of 24 Zebu steers were used, with average initial weights of 185, 190 and 185 kg during 1987, 1988 and 1989, respectively. Animals had free access to mineralized salt and water, and were kept grazing until pasture availability became limiting and weight loss began. The proportion of Stargrass in the paddocks decreased when stocking rates of 1.0 and 5.5 AU/ha were used, remaining stable with the other stocking rates. Individual gains (g/animal/day) were affected ( $P < 0.05$ ) by stocking rate and were described by the following equations:  $Y_{87} = 484.63 - 22.73X$  ( $R = 0.63$ );  $Y_{88} = 648.43 - 70.13X$  ( $R = 0.97$ ) and  $Y_{89} = 638.30 - 69.80X$  ( $R = 0.91$ ); where  $Y_i$  = individual gain during year  $i$  and  $X$  = stocking rate. Production per unit area (kg/ha/yr) was also affected by stocking rate. Trends observed were described by the following equations:  $Y_{87} = -28.83 + 338.64X - 48.47X^2$  ( $R = 0.97$ );  $Y_{88} = 117.24 + 483.05X - 75.31X^2$  ( $R = 0.99$ );  $Y_{89} = 81.55 + 466.04X - 74.63X^2$  ( $R = 1.00$ ); where  $Y_i$  = production per unit area during year  $i$  and  $X$  = stocking rate. It is concluded that the persistency and utilization of unfertilized African Stargrass is maximized when stocking rates of 3.1 - 3.5 AU/ha are used.

(Palabras claves: Manejo de pastos, ganancia de peso, bovinos).

## INTRODUCCION

Resultados de la caracterización de sistemas de producción bovina de doble propósito en parcelamientos de la Costa Sur de Guatemala, muestran que el pasto Estrella Africana (*Cynodon* sp.), es la especie prevaeciente en más de un 80% de las fincas (1, 6, 16). Estos trabajos también consideraron la composición botánica en los parcelamientos de Santa Isabel, Cuyuta, La Máquina y Montúfar, encontrando que el Estrella Africana representaba 38%, 43%, 53% y 70%, respectivamente. Los bajos porcentajes de Estrella Africana estuvieron asociados con niveles de carga altos, lo que consecuentemente ha determinado praderas de baja productividad y vigor. Otros factores de

## COMPENDIO

En un diseño de bloques al azar con dos repeticiones en área, se determinó el efecto de utilizar cargas de 1.0, 2.5, 4.0 y 5.5 UA/ha sobre la composición botánica de la pradera y la productividad animal. El pastoreo se realizó en forma rotativa en cuatro potreros, con siete y 21 días de ocupación y descanso, respectivamente. Las malezas fueron controladas a machete una vez por año, y los potreros no recibieron fertilizante. Se utilizaron 24 novillos castrados, con alto encaste cebuino y pesos iniciales promedio de 185, 190 y 185 kg/animal para las temporadas de 1987, 1988 y 1989. Los novillos tuvieron libre acceso a sales minerales y agua y fueron retirados de cada tratamiento cuando, por poca disponibilidad de forraje, comenzaron a perder peso. La proporción de Estrella Africana disminuyó con 1.0 y 5.5 UA/ha, manteniéndose estable con cargas intermedias. La ganancia de peso (g/animal/d) fue diferente entre cargas ( $P < 0.05$ ) y mostró la siguiente tendencia  $Y_{87} = 484.63 - 22.73X$  ( $R = 0.63$ ),  $Y_{88} = 648.43 - 70.13X$  ( $R = 0.97$ ) y  $Y_{89} = 638.30 - 69.80X$  ( $R = 0.91$ ); donde  $Y_i$  = ganancia diaria en el año  $i$  y  $X$  = carga animal. La ganancia de peso por hectárea (kg/ha/a) también mostró diferencias significativas entre niveles de carga ( $P < 0.05$ ), y la tendencia encontrada quedó definida por  $Y_{87} = -28.83 + 338.64X - 48.47X^2$  ( $R = 0.97$ ),  $Y_{88} = 117.24 + 483.05X - 75.31X^2$  ( $R = 0.99$ ) y  $Y_{89} = 81.55 + 466.04X - 74.63X^2$  ( $R = 1.00$ ); donde  $Y_i$  = ganancia por hectárea en el año  $i$  y  $X$  = carga animal. Se concluye que la persistencia del pasto sin fertilizar y la maximización de la productividad animal (kg/ha/a) se logra con cargas entre 3.1 y 3.5 UA por hectárea.

manejo de la pradera, tales como períodos de descanso y de ocupación, fueron aceptables (17).

Por otro lado, la información local disponible, asociada con el manejo y comportamiento de la Estrella Africana en Guatemala, tiene grandes vacíos, que no permiten definir recomendaciones sobre la mejor forma de manejar y utilizar este pasto, para garantizar la maximización de la producción animal y la longevidad de las praderas.

La investigación en pasturas debe tender a elevar la eficiencia biológica y económica de los sistemas de producción, considerando la sostenibilidad de las pasturas, por medio del manejo racional del ecosistema pastoril o silvopastoril y el uso de aquellos recursos de gran adaptación y amplia difusión.

Por lo expuesto anteriormente, y considerando que el productor tiene una gran aceptación del pasto Estrella Africana, debido a sus características de rusticidad y buena producción de materia seca en la región, se planteó el presente trabajo con el objetivo de determinar

1 Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

\* Investigador, Coordinador Nacional y técnico del Programa de Bovinos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala, respectivamente.

\*\* Coordinador del Proyecto "Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito en Guatemala, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

\*\*\* Coordinador del Área de Alimentación Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala 1987.

el efecto de la carga animal sobre la persistencia de la pradera, producción de forraje y productividad animal.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se condujo en el Centro de Producción Agrícola del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en Cuyuta, Masagua, Escuintla; ubicado a 53 msnm, con una temperatura media anual de 26 °C y una precipitación pluvial promedio de 1200 mm por año, distribuida de mayo a octubre. Durante los años 1987, 1988 y 1989 la lluvia fue de 986 mm, 1056 mm y 1398 mm, respectivamente.

De acuerdo a Obiols (10), Thornthwaite clasifica el clima como cálido —sin estación fría bien definida— y húmedo —con invierno seco— y, según De la Cruz (4), corresponde a la zona de vida del Bosque Subtropical Húmedo —cálido. El suelo es franco-arenoso, con un pH cercano a la neutralidad y contenidos adecuados de fósforo y potasio.

La fase de evaluación se inició el 10 de julio de 1987 y se finalizó el 20 de abril de 1990. El diseño fue de bloques completos al azar con dos repeticiones en área, una seca y otra con humedad residual en la época seca. Los tratamientos consistieron en la utilización de las siguientes cargas: 1.0, 2.5, 4.0 y 5.5 UA por hectárea. En el experimento la unidad animal fue equivalente a 454 kg de peso vivo.

El área experimental fue sembrada con Estrella Africana en la época lluviosa de 1985 y se le permitió consolidarse durante 1986. El pasto sin fertilizar, representativo en la región, fue utilizado bajo un sistema rotativo en cuatro potreros, con siete y 21 días de ocupación y descanso, respectivamente. El control de malezas se hizo con machete, una vez por año y al inicio de la época lluviosa.

Durante los tres años de evaluación se utilizaron 24 novillos castrados, producto de cruces entre razas cebuinas, con pesos promedios, al inicio del experimento, entre 185 y 190 kilogramos. Los animales, en grupos de tres, fueron balanceados por peso inicial y asignados aleatoriamente a los tratamientos. Dispusieron de agua y sales minerales a libre acceso, en los potreros, y fueron retirados del pastoreo cuando, por la poca disponibilidad de forraje, comenzaron a perder peso. Esto se detectó mediante pesajes en ayunas cada 28 días —se completaban los ciclos de pastoreo. Todos los animales fueron desparasitados y vacunados con bacteria doble al entrar cada año al ensayo.

En la pradera se hicieron las determinaciones siguientes: disponibilidad y rechazo de forraje en cada potrero, por ciclo de pastoreo y por tratamiento, me-

dante el Método de Ranqueo (13); la composición botánica de los potreros se determinó una vez por año, a mitad de la época lluviosa (agosto), mediante el Método de Doble Muestreo (3).

La ganancia diaria de peso por novillo fue estimada por regresión lineal. Esta variable y la ganancia de peso vivo por hectárea y por año, fueron sometidas al análisis de variancia. Cuando se encontró un efecto significativo de los tratamientos, la discriminación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey. Adicionalmente se hicieron análisis de tendencia mediante modelos de regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados corresponden a la evaluación de tres temporadas de pastoreo, la primera del 10 de julio de 1987 al 10 de junio de 1988; la segunda del 8 de julio de 1988 al 14 de abril de 1989 y la tercera del 16 de junio de 1989 a abril de 1990.

La duración del período de pastoreo de cada año estuvo determinada por la disponibilidad de pasto en los potreros, tomándose la decisión de retirar los animales de cada tratamiento cuando, como consecuencia de una baja disponibilidad, comenzaron a perder peso. Como era de esperarse, los períodos de pastoreo tendieron a ser menores al aumentar la carga animal, acentuándose más en el área con menor humedad residual en el suelo. Como se puede apreciar en el Cuadro 1, con una carga de 1.0 UA/ha en el sector húmedo, el pastoreo duró prácticamente todo el año, mientras que, con una carga de 5.5 UA/ha, en el sector seco sólo alcanzó 84 días —segunda y tercera temporada. Esto coincide con lo encontrado por Benítez y Simon (2), quienes observaron en estudios, con la utilización de carga fija, una disminución de la ganancia de peso a medida que avanza la estación de pastoreo, acrecentado por el incremento en peso vivo, así como una disminución progresiva de la disponibilidad de pasto a medida que aumenta la presión de pastoreo.

Lo anterior es importante para los sistemas de producción, ya que el manejo de cargas altas en la época lluviosa puede significar mayores necesidades de suplemento animal durante la época seca, así como afectar negativamente la recuperación del pasto y su vigor en el nuevo ciclo de crecimiento y, por último, puede acortar la vida productiva de la pradera. Al respecto, Stoddart y Smith (15) indican que el manejo adecuado de las praderas tiene por objeto obtener el máximo de forraje sin ocasionar daño permanente, que exponga la longevidad de la pradera, considerando irracional el pastoreo de la pradera en estaciones cuando no se presenta el crecimiento.

Cuadro 1. Duración del período de pastoreo en función del nivel de carga y sector de humedad.

Carga UA/ha	Días de pastoreo					
	1987-1988	Sector húmedo 1988-1989		1989-1990	Sector seco 1988-1989	
1.0	336	280	308	224	252	280
2.5	252	280	308	224	224	196
4.0	140	224	196	140	168	153
5.5	112	112	112	112	84	84

Cuadro 2. Efecto de la carga animal sobre la disponibilidad media de materia seca total en el tercer año de evaluación (1989-1990).

Carga UA/ha	Disponibilidad al ingreso de los animales (kg MS/ha).		
	Sector húmedo	Sector seco	Media
1.0	3 441 ± 241	2 781 ± 467	3 111 ± 467
2.5	2 545 ± 264	1 910 ± 209	2 227 ± 449
4.0	1 967 ± 353	1 225 ± 56	1 591 ± 518
5.0	1 625 ± 500	1 187 ± 116	1 406 ± 310
Media	2 392 ± 697	1 776 ± 748	

El efecto de la carga sobre la disponibilidad media de materia seca (MS) total de Estrella Africana entre 1989 y 1990, según sector húmedo o seco, se presenta en el Cuadro 2 y Fig. 1. Se puede apreciar que la disponibilidad de MS disminuyó a medida que se incrementó la carga animal. Esto se acentuó más en el sector seco, pasando de  $2781 \pm 467$  a  $1187 \pm 116$  kg MS/ha, al variar la carga de 1.0 a 5.5 UA/ha, respectivamente.

En el Cuadro 3 y figuras 2 y 3, se presenta la proporción de Estrella Africana en relación con el resto de componentes botánicos de la pradera. Se puede notar que, con cargas de 1.0, 2.5 y 4.0 UA/ha, la proporción del pasto Estrella Africana incrementó de 1987 a 1988, mientras que sucedió lo contrario entre 1988 y 1989. Con 5.5 UA/ha, la proporción de este pasto mermó al transcurrir el tiempo. La explicación de porqué la proporción de Estrella Africana fue mayor con la carga de 5.5 que con la de 4.0, en el año 1989, podría ser encontrada en que el período sin pastoreo, durante la época seca de los años 1987 y 1988, fue mayor para la primera y menor para la segunda.

Lo expuesto sugiere que todas las cargas causan deterioro a la pastura en el tiempo, siendo más drástico este efecto en cargas altas. En este sentido, Peña (12) señala que la composición botánica es útil para diseñar sistemas de pastoreo que eviten la sobreutilización de las especies preferidas. Por otra parte, Stoddart y Smith (15) indican que como los cambios en composición botánica pueden deberse a modificaciones en el

Cuadro 3. Efecto de la carga animal sobre la proporción de Estrella Africana en los potreros.

Carga UA/ha	Porcentaje de Estrella		
	1987-1988	1988-1989	1989-1990
1.0	85	86	63
2.5	68	90	56
4.0	75	89	29
5.5	79	74	36

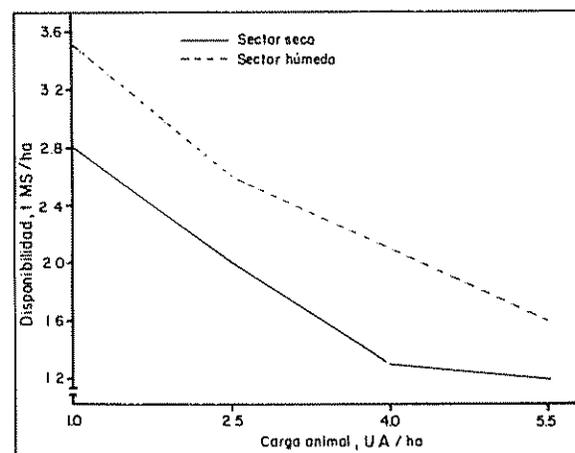


Fig. 1. Efecto de la carga animal sobre la disponibilidad media de materia seca total de Estrella Africana en el año 1989-1990, según sector, en Cuyuta, Escuintla.

manejo y/o en el hábitat—permitiéndose la invasión de especies menos deseables o indeseables—, la identificación del proceso de retrogresión de la pradera es importante, pues ello determinará, oportunamente, la necesidad del ajuste en las prácticas de manejo.

El efecto de la carga animal sobre la ganancia de peso de los novillos, durante los años de 1987, 1988 y 1989, se presenta en el Cuadro 4.

Al considerar las ganancias de peso en igual tiempo de pastoreo, se encontró que durante el primer año de

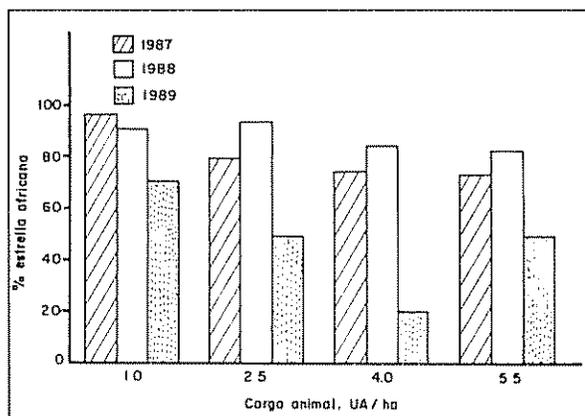


Fig. 2. Efecto de la carga animal sobre la proporción de Estrella Africana, en el sector seco.

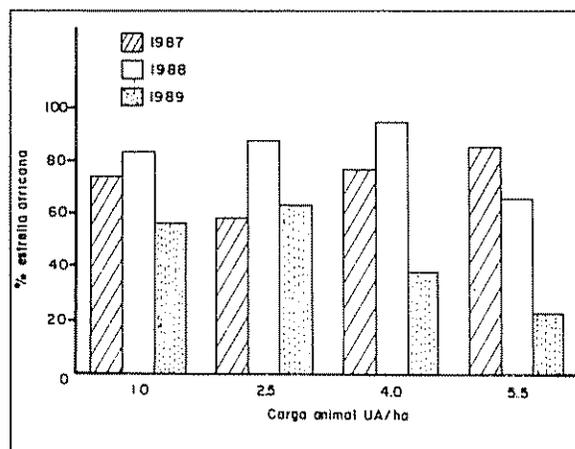


Fig. 3. Efecto de la carga animal sobre la proporción de Estrella Africana, en el sector húmedo.

evaluación, las obtenidas con cargas inferiores que 5.5 UA/ha no mostraron diferencias estadísticas entre sí ( $P < 0.05$ ) y, solamente, la ganancia lograda con 1.0 UA/ha fue superior a aquella con 5.5 UA por hectárea. Estos mismos resultados se obtuvieron durante los dos años subsiguientes, en los que, además de las ganancias con una carga de 1.0 UA/ha, las obtenidas con 2.5 UA/ha fueron estadísticamente mayores que con 5.5 UA por hectárea. Cuando el análisis se realizó con datos de ganancia diaria de peso alcanzada por animal durante el tiempo que duró el pastoreo, no se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos en el primer año. En el segundo año, las cargas de 1.0, 2.5 y 4.0 se comportaron igual y superiores a 5.5 UA/ha; en el tercero, los resultados fueron semejantes, con la sola diferencia que 4.0 y 5.5 UA/ha no fueron significativas.

McMeekan (1956 y 1960) y McMeekan y Walshe (1963), citados por Delgado y Valdés (5), mostraron que la carga es el factor que tiene mayor influencia sobre la producción por animal y es capaz de determinar la eficiencia de utilización del pasto; cargas bajas resultan en una mayor producción individual independientemente de si se trata de leche o carne (4, 9).

La Fig. 4 ilustra que, conforme aumentó la carga animal, la ganancia diaria tendió a disminuir linealmente a razón de 22.7, 70.1 y 69.8 g/animal por día, en 1987-1988 y 1988-1989 y 1989-1990, respectivamente. La menor tasa de disminución en 1987-1988, puede ser explicada por la mayor disponibilidad de pasto. Además, la tasa observada para ese año estuvo dominada por la ganancia diaria en la carga de 1.0 UA/ha durante 336 días de pastoreo, ya que, como se ve en el Cuadro 4, la ganancia disminuyó de 667 a 422 g/animal por día, cuando el período considerado en la estimación fue de 112 y 336 días, respectivamente.

Cuadro 4. Ganancia de peso en novillos con pastoreo en Estrella Africana, según nivel de carga y año de evaluación.

Año	Ganancia diaria de peso (g/animal)		
	Carga UA/ha	A	B
1987 - 1988	1.0	667 ± 257 a	442 ± 143
	2.5	502 ± 122 ab	457 ± 104
	4.0	484 ± 92 ab	455 ± 87
	5.5	309 ± 78 b	309 ± 78
	Promedio	490 ± 194	411 ± 117
Tukey (W.05)		248	165
Coef. Var. (%)		31.13	24.72
1988-1989	1.0	826 ± 139 a	563 ± 76 a
	2.5	759 ± 137 a	473 ± 124 a
	4.0	296 ± 125 b	414 ± 95 a
	5.5	232 ± 121 b	232 ± 121 b
	Promedio	528 ± 307	420 ± 158
Tukey (W.05)		215	175
Coef. Var. (%)		21.97	25.69
1989-1990	1.0	814 ± 560 a	517 ± 44 a
	2.5	704 ± 191 a	514 ± 160 a
	4.0	605 ± 170 ab	415 ± 119 ab
	5.5	248 ± 163 b	201 ± 120 b
	Promedio	593 ± 245	412 ± 148
Tukey (W.05)		375	279
Coef. Var. (%)		13.70	20.76

A = Ganancia de peso durante 112 días en 1987-1988 y 84 días en 1988-1989 y 1989-1990.

B = Ganancia de peso durante el tiempo de pastoreo en cada nivel de carga.

a,b,c = Promedios en la misma columna con distinta letra dentro de un mismo año, son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

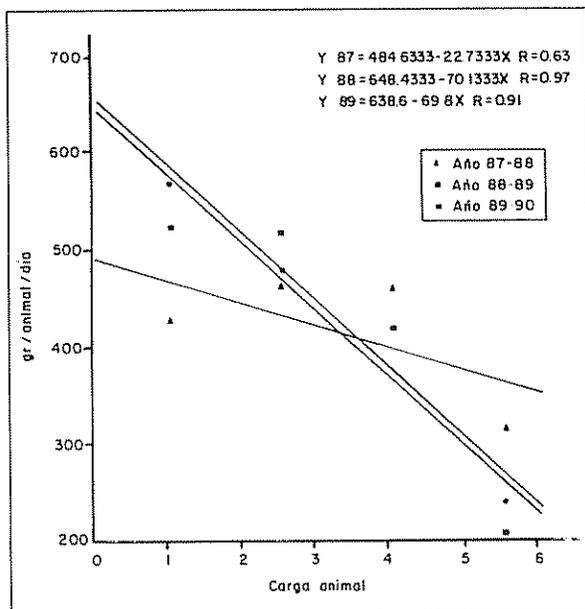


Fig. 4 Efecto de la carga animal sobre la ganancia diaria de peso.

La tendencia lineal a la declinación de la producción por animal a medida que se incrementa la carga animal, ha sido señalada por muchos autores y reexaminada por Jones y Sandland (8), quienes concluyeron que los datos generados por la mayoría de ensayos de carga, confirman que la relación entre carga y producción por animal es inversa y lineal, tal como lo muestran los datos de este ensayo.

El análisis de variancia detectó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre cargas, respecto de la ganancia de peso vivo por hectárea. En el Cuadro 5 se muestra que los mayores rendimientos (509.8 - 639.1 kg/ha/a) se obtuvieron con las cargas de 2.5 y 4.0 UA por hectárea. Ambos rendimientos fueron estadísticamente superiores que los obtenidos con 1.0 y 5.5 UA/ha ( $P < 0.05$ ). En este sentido es pertinente señalar que a medida que aumenta la carga se obtiene una mayor producción por unidad de superficie en detrimento de la ganancia individual. Esta situación se agudiza durante la estación de menor crecimiento (14). No obstante, al incrementarse aún más la carga, se alcanza un punto en el cual la producción individual y la obtenida por unidad de superficie disminuyen (11). Estos efectos se han relacionado con una menor disponibilidad de materia seca y una consecuente baja en las posibilidades de selección de las partes más tiernas del pasto, cuando se utilizan altas cargas (4, 7).

De acuerdo al modelo de regresión presentado en la Fig. 5, la carga que permite maximizar la producción por hectárea varía de 3.1, en 1989-1990, a 3.5 UA/ha, en

Cuadro 5. Ganancia de peso por hectárea de pasto Estrella Africana, según nivel de carga y año de evaluación.

Carga UA/ha	Ganancia de peso vivo (kg/ha/a)		
	1987-1988	1988-1989	1989-1990
1.0	247.9 ± 125.6 b	300.2 ± 49.6 b	304.0 ± 38.1 b
2.5	555.1 ± 151.3 a	590.0 ± 154.4 a	632.2 ± 86.3 a
4.0	509.8 ± 97.0 a	639.1 ± 137.1 a	573.6 ± 119.2 a
5.5	308.7 ± 96.2 b	251.7 ± 139.1 b	229.0 ± 147.6 b
Promedio	423.4 ± 165.7	445.4 ± 211.1	434.9 ± 200.0
Tukey (W 05)	182.0	204.1	2 270
Coef. Var. (%)	26.51	28.21	15.78

a,b = Promedios en la misma columna con distinta letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

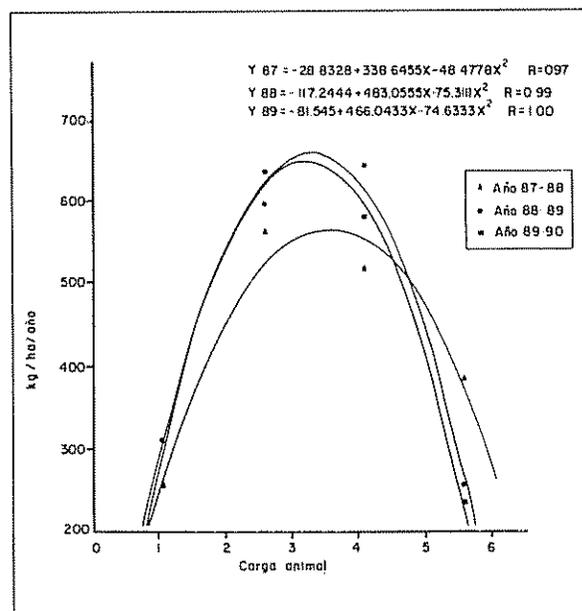


Fig. 5. Efecto de la carga animal sobre la ganancia diaria de peso por hectárea.

1987-1988, equivalente a una ganancia media por animal de 420 y 405 gramos por día, respectivamente. En este aspecto, Connolly (1976), citado por Delgado y Valdés (5), indica que el clima, los patrones de crecimiento de la hierba, la composición y digestibilidad variables del pasto y las características del animal que pasta, contribuyen en conjunto a producir un sistema complejo y, como consecuencia, no se debe afirmar categóricamente que todos estos factores conducirán a una relación lineal —ganancia/animal versus carga— y cuadrática —ganancia/unidad de superficie versus carga— en todos los casos.

Las producciones de carne por hectárea obtenidas en este trabajo, son muy inferiores a las encontradas por Vicente-Chandler (18) en Puerto Rico, quien logró una producción de 1512 kg/ha/a con una carga de 5.0 UA por hectárea. Sin embargo debe señalarse que esta producción fue obtenida con base en pasto Estrella Africana fuertemente fertilizado, lo que contrasta con las condiciones de este trabajo, en el que no se aplicó ningún fertilizante.

Finalmente, cabe señalar que después de tres años de evaluar el efecto de la carga animal sobre la ganancia de peso por novillo y por unidad de superficie, se cuenta con información confiable, que puede ser utilizada por los transferidores de la región. También será de gran utilidad para la definición de planes de alimentación durante la época seca, permitiendo determinar, según la carga que se recomienda, los niveles de suplemento requeridos.

### CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que para las condiciones de Cuyuta:

- A medida que la carga animal se incrementa, el período de pastoreo, en el cual los animales se mantienen ganando peso, disminuye, llegando a un mínimo de 84 días cuando la carga es de 5.5 UA/ha en sectores con humedad residual limitada en la época seca.
- La ganancia diaria de peso por animal decae con aumentos en la carga animal. La tasa de disminución se hace más fuerte con cargas mayores a 4.0 UA por hectárea.
- La máxima productividad del pasto Estrella Africana, sin fertilización, se logra con cargas entre 3.1 y 3.5 UA/ha; a cargas mayores la productividad decrece considerablemente.
- En el rango de 3.1 y 3.5 UA/ha se logra una estabilidad aparente del pasto Estrella Africana, lo cual indica de que con estos niveles se puede lograr buena persistencia de la pradera.

### LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, J.F. 1985. Caracterización del sistema de producción bovina de doble propósito en el Parcelamiento La Máquina. Guatemala, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Dirección General de Servicios Pecuarios. Guatemala. 42 p.
2. BENTEEZ, D.; SIMON, L. 1979. Crianza de bovinos jóvenes en pastoreo. In *Los pastos en Cuba: Utilización*. La Habana, Instituto de Ciencia Animal. Tomo 2, p. 477-507.
3. CONCHRAN, W.C. 1967. *Sampling techniques*. 2 ed. Nueva York, Wiley. p. 334-338.
4. CRUZ, J.R. DE LA, 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 20-22.
5. DELGADO, A.; VALDES, L.R. 1983. Sistemas de producción de carne a base de pastos. In *Los pastos en Cuba: Utilización*. La Habana, Instituto de Ciencia Animal. Tomo 2. p. 509-563.
6. HERNANDEZ, A. 1985. Caracterización del sistema de producción bovina de doble propósito en el Parcelamiento Montúfar. Guatemala, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Dirección General de Servicios Pecuarios. Guatemala. 39 p.
7. HULL, J.L.; MEYER, J.; RAGUSE, C.A. 1967. Rotation and continuous grazing on irrigated pasture using beef steers. *Journal of animal science (EE.UU.)* 26(5):1160-1164.
8. JONES, R.S.; SANDLAND, R.L. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. *Journal of agricultural science (Inglaterra)* 83:335-372.
9. MORLEY, F.H.W. 1981. *Grazing animals*. Nueva York, Elsevier Scientific. p. 70-72.
10. OBIOLS, R. 1966. Clasificación preliminar de climas en la República de Guatemala. Tesis Ing. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 134 p.
11. PATERSON, R.G.; LUCAS, H.L.; MOTT, G.O. 1965. Relationship between rate of stocking and per animal and per acre performance on pasture. *Agronomy journal (EE.UU.)* 57(1):27-30.
12. PEÑA, J.M. 1981. Métodos para determinar la composición botánica de la dieta de ganado doméstico y fauna silvestre. *Técnica pecuaria en México* 40:52-60.
13. SENRA, A.; VENEREO, A. 1979. Métodos de muestreo. In *Los pastos en Cuba*. La Habana, Instituto de Ciencia Animal. Tomo 1. p. 449-491.
14. STOBBS, T.H., 1975. Beef production from improved pastures in the tropics. *World review of animal production (Italia)* 11(2):58-65.
15. STODDART, L.A.; SMITH, A.D. 1955. *Range management*. 2 ed. Nueva York, McGraw-Hill. 433 p.
16. URIZAR, E. 1985. Caracterización del sistema de producción bovina de doble propósito en el Parcelamiento Cuyuta. Guatemala, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Dirección General de Servicios Pecuarios. Guatemala. 12 p.
17. URIZAR, E., 1988. Composición botánica de potreros en sistemas típicos de producción bovina de doble propósito en Parcelamientos de la costa Sur de Guatemala. In *Informe Técnico Final (Febrero, 1985-Abril, 1988)*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Proyecto Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito. p. 119.
18. VICENTE-CHANDLER, J. 1985. Producción y utilización intensiva de los forrajes en Puerto Rico. *Universidad de Puerto Rico. Boletín no. 271*. 210 p.

# THE PERFORMANCE OF FEMALE CALVES FED LIMITED MILK AND FOUR RATIONS AT MOBLISSA, GUYANA<sup>1</sup>

J. Smith\*\*, J. Seaton\*, P. Osuji\*, E. Thom\*, M. McBean\*, C. Bullen\*\*

## ABSTRACT

The performance of calves reared for 21 weeks on four isocaloric rations were compared in a trial using a randomized complete block design. The four rations were compounded from rice bran, wheat middlings, fish meal and copra meal. The average pre-trial weight of the calves at four days of age was 30 kg and did not differ significantly among rations ( $P>0.05$ ). Milk was fed at an average of 3.5 kg per calf per day and the rations *ad libitum*. Calves were weaned when they achieved a liveweight of approximately 60 kg. There were no significant differences ( $P>0.05$ ) among the rations for the time that the calves required to attain this weight (averaging 11 weeks). There were also no significant differences ( $P>0.05$ ) in feed intake, which averaged 28.6 kg per calf up to weaning time. At the end of the trial (21 weeks) there were no significant differences ( $P>0.05$ ) among the rations for the time (averaging 11 weeks) that the calves required to attain this weight. There were also no significant differences ( $P>0.05$ ) in feed intake, which averaged 28.6 kg per calf up to weaning time. At the end of the trial (21 weeks) there were no significant differences ( $P>0.05$ ) among rations for liveweight gain, which averaged 465 g per calf per day. It was concluded that the rations gave acceptable performance and the choice of ration would depend on the availability and cost of the various ingredients.

(Key words: Calf feeding systems, early weaning, rice bran, copra meal, fish meal, wheat middlings).

## INTRODUCTION

Solid feeding of the calf can begin early in its life (4), and be adopted as a strategy to reduce quantities of liquid milk fed in rearing (3). This would increase the amount of milk sold and improve farm profitability.

Satisfactory growth performance can be obtained with limited milk provided the solid feed concentrate is of sufficient quality to satisfy the nutrient requirements of the calf and has good fermentative characteristics that produce volatile fatty acids which stimulate increases in the rumen papillae and promote rapid rumen development (4).

The benefits of early weaning and feeding a commercial calf ration had been demonstrated at Moblissa (3).

<sup>1</sup> Received for publication 18 March 1991.

\* Caribbean Agricultural Research and Development Institute, Georgetown, Guyana.

\*\* Livestock Development Company, Guyana.

## COMPENDIO

En un ensayo con un diseño de bloques completos al azar se comparó el desempeño de terneras, criadas durante 21 semanas con cuatro raciones distintas pero isocalóricas. Las cuatro raciones se prepararon con afrecho de arroz, acemite de trigo, harina de pescado y harina de copra. El peso promedio pre-experimental de las terneras, a una edad de cuatro días, fue de 30 kg y no difirió entre los distintos grupos experimentales ( $P>0.05$ ). Las terneras recibieron un promedio de 3.5 kg por día y la ración *ad libitum*. El destete se hizo cuando alcanzaron un peso aproximado de 60 kilogramos. No se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre las raciones con respecto al tiempo que las terneras requirieron—en promedio 11 semanas—para alcanzar este peso. Tampoco se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en el consumo de alimentos, el cual promedió 28.6 kg por animal hasta el destete. Al final de las pruebas, 21 semanas, no se habían detectado diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos en cuanto a la ganancia de peso, la que promedió 465 g por ternera al día. Se concluyó que las raciones permitieron un desempeño animal aceptable y que la selección de la ración dependería más bien de la disponibilidad y costo de sus ingredientes.

In Guyana, however, since milk replacements and supplemental feeds in the form of calf starters are imported and not routinely available, the need arises to develop alternative supplemental feeding systems based on locally available feed ingredients and to test their utility. This study was therefore devised to compare the performance of calves grown on four diets compounded from rice bran, copra meal, wheat middlings and fish meal, with different levels of protein but similar levels of energy.

## MATERIALS AND METHODS

### Statistical design

A randomized complete block design was used. Female calves were assigned to the treatments as they were born. There were six blocks and each block had one calf receiving one of the four rations, giving a total of 24 calves for the trial.

### Ration formula

The four iso-caloric rations were formulated from the various ingredients as shown in Table 1. The ingredients were weighed and mixed manually in batches of 100 kg for each ration, then bagged and stored for subsequent feeding.

Table 1. Ration composition: protein and energy contents.

Item	Ration			
	I	II	III	IV
<b>Ingredients</b>				
Rice bran	17.8	23.6	11.6	30.6
Wheat middling	51.6	64.2	35.9	69.4
Fish meal	7.5	12.2	—	—
Copra meal	23.1	—	52.5	—
<b>Nutrients</b>				
Crude protein/calculated (%)	21.0	16.7	14.0	11.0
Crude protein/as analyzed (%)	23.7	21.9	23.9	14.9
Energy (Mcal ME/kg)	2.62	2.61	2.64	2.68

ME = Metabolizable energy, calculated

### Milk feeding

The calves remained with the dams three days after birth to receive colostrum. At the end of the third day they were removed from the dams, given 3 cc of vitamin E - selenium and 3 cc of Ferrox and were placed in individual calf pens measuring 2.4 m<sup>2</sup>. Milk was fed individually to calves from buckets. In the first week, they received 2.3 kg of fresh milk in three equal feedings (morning, midday and afternoon). From the third week, until they achieved a weight of 60 kg, they were given 3.5 kg milk in two equal feedings (morning and afternoon). When they achieved a weight of 60 kg milk feeding was stopped (weaned).

### Supplemental feeding

The calves were offered the various rations in boxes placed in the pens from the first day they entered the pens. In the first week, small amounts (100 g) were offered in the morning. The following day, the refusals were collected, weighed, and fresh feed offered. The amounts offered were increased by 100 g weekly or by 20% if all the feed was consumed for two consecutive days.

Minerals were offered *ad libitum* in boxes placed in the pens.

### Pasturage

After one week, the calves were gradually introduced to *Brachiaria humidicola* (UF 717) pasture, spending more time on pasture as they grew older. If inclement weather prevailed, the calves were kept indoors. As the calves grew older they were also allowed to graze *B. decumbens* (signal grass) pastures, as the UF 717 pasture area was too small. Therefore, they grazed these two types of pastures alternately. No attempts were made to measure herbage intake.

### Health

Calves were dewormed every month and deticked according to the level of infestation. If coughing, scouring or any ailment occurred, they were treated with the appropriate antibiotics or drugs on the advice of a veterinarian.

### Animal weights

The birth weights of the calves were recorded when possible. They were weighed again at four days old, at seven days, and then at weekly intervals until the end of the trial.

### Intake

The amount of feed offered daily was weighed and the weights of the refusals were recorded on the following day. The difference between the two weights was assumed to be consumption.

## RESULTS

### Live weight

The live weight data are presented in Table 2. There were no significant differences among the rations for the initial weights of the calves at four days of age, the weaning weights and the weights at the conclusion of the trial. There were also no significant differences among the rations for the time it took to wean or for weight gains over the trial.

Linear regressions of live weight over time for the four rations were highly significant ( $P < 0.001$ ). For the linear model  $Y = A + BX$ , the following equations are the solutions for the four treatments (Table 3):

### Intake

The quantities of milk and feed consumed are given in Table 4. There were no significant differences among

Table 2. Initial weights, weaning weights, time to weaning, final weights and daily gain of calves fed four rations.

Parameter	Ration				Standard error
	I	II	III	IV	
Initial wt. at 4 days old (kg)	30.0	30.2	29.6	30.2	1.11
Weaning wt. (kg)	62.0	61.7	61.2	60.8	1.05
Time to weaning (weeks)	10.5	11.7	11.2	10.8	0.48
Final wt. at 21 weeks (kg)	93.9	92.1	92.6	89.7	5.99
Daily gain up to 21 weeks (g/calf/day)	435	421	428	405	31

Error, degrees of freedom = 15

Table 3. Linear regression of live weight of calves/age.

	Equation <sup>a</sup>	Standard error of A	Standard error of B	R <sup>2</sup>
Ration I:	$Y = 25.8 + 0.474 X$	0.70	0.0082	99.29
Ration II:	$Y = 23.6 + 0.459 X$	0.80	0.0093	98.97
Ration III:	$Y = 24.7 + 0.459 X$	0.60	0.0070	99.38
Ration IV:	$Y = 24.8 + 0.468 X$	0.86	0.0100	99.36

a Y is liveweight in kg, A is a constant estimating birth weight, B is a coefficient indicating the daily weight gain and X is the time in days (age).

the rations for the milk consumed to weaning, the quantity of feed consumed to weaning and the total amount of the rations consumed for the trial.

## DISCUSSION

Milk feeding is important in the early life of the calf, as milk is a very good source of rumen bypass nutrients (5, 6). Additionally, lactose is supposed to be the only carbohydrate utilized by the calf up to three to four weeks of age (2). The introduction of solid feeding early in the life of the calf is to stimulate the rapid development of the rumen. Milk feeding can continue, however, since closure of the oesophageal groove (when liquid milk is taken) will allow the milk to by-pass the rumen (4). Thus, the usual check in growth observed when calves are placed on a solid diet can be avoided if this diet is combined with milk feeding.

Table 4. Quantities of milk and rations (as fed) consumed by calves.

Consumption Indicators	Ration				Standard error
	I	II	III	IV	
Milk consumed (kg/calf)	243.4	271.8	259.6	259.6	10.92
Ration consumed to weaning (kg/calf)	29.6	29.7	22.8	32.5	4.85
Ration consumed to 21 weeks (kg/calf)	180.9	154.9	129.3	160.1	20.68

Error, degrees of freedom = 15

The similarity of the growth performances of the calves on the four rations may be due to the fact that similar quantities of milk were consumed, and the nutrients derived from this source perhaps did not allow the differences in nutrient content of the rations to show before weaning. Chemical analysis of the rations (Table 1) indicated large differences between the calculated crude protein content of the rations and the actual crude protein content. The results indicate that ration IV was clearly inferior in protein value to the other three rations. However, neither before weaning nor during the 10 subsequent weeks was there any significant effect of these differences in protein content upon growth rates. In fact, the growth rate in all four treatments was satisfactory.

The intake of rations and milk and the period during which milk was fed to the calves were similar to those recommended by the Kenyan Ministry of Agriculture (1) for an early weaning, limited-milk calf rearing system. It seems that the rations formulated are comparable to the young stock commercial rations recommended by that Ministry for calf rearing.

The fact that the four rations gave similar performances means that the use of any one of them may be dictated primarily by the costs of the various ingredients and their availability.

## CONCLUSION

It may be concluded that rations formulated from the feed ingredients in the stated combinations are nutritionally adequate and that calves fed these rations achieve a satisfactory growth rate for 21 weeks, when limited quantities of milk are fed for the first 11 weeks.

## LITERATURE CITED

1. ANONYMOUS. n.d. Livestock development technical handbook. Kenya, Ministry of Agriculture, Agricultural Information Centre, Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation. Wageningen, The Netherlands. 119 p.
2. AGRICULTURAL AND FEED RESEARCH COUNCIL. 1987. AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients, Report number 1, characterization of feedstuffs: Energy. Nutrition abstracts and reviews (Series B) 57:507-523.
3. CARIBBEAN AGRICULTURAL RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE. 1983. Milk production systems project: Second annual report 1983. Trinidad. Animal production systems series 5. 122 p.
4. ORSKOV, E.R. 1982. Protein nutrition in ruminants. London, Academic Press. 160 p.
5. PRESTON, T.R. 1989. The development of milk production systems in the tropics. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation. Wageningen, The Netherlands. np.
6. PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Wageningen, The Netherlands, Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation; Penambul Books, Armidale, A.C.T. 245 p.

# CONCEPTOS DE LOS CAMPESINOS ANDINOS Y ENFOQUE DE SISTEMAS<sup>1</sup>

R. Claverías\*; G. Mamani\*; J. Salas\*; H. Muñoz\*

## ABSTRACT

This paper attempts to analyze the rationale and decision-making process of Andean peasant families. Such a context must be considered in the development of technological alternatives for peasant communities in the Peruvian Andes.

(Palabras claves: aspectos sociales, comunidades campesinas, racionalidad campesina)

## INTRODUCCION

La Sierra del Perú es la segunda región en extensión, después de la Selva. Presenta zonas de vida muy diversificadas, con un clima y topografía difíciles para la producción agropecuaria, graves problemas de erosión y pobreza campesina. Sin embargo, en el pasado, las culturas prehispánicas alcanzaron un desarrollo importante.

En ese contexto, con más de cinco siglos de postergación, resulta un duro desafío el plantear y validar alternativas viables de desarrollo. Dadas las condiciones de una excesiva diversificación productiva, social y étnica, el enfoque de sistemas constituye una visión más completa e integral para caracterizar las estructuras y funcionamiento de los sistemas andinos; sin embargo, para asegurar el éxito en la aplicación de este enfoque, es necesario determinar la demanda tecnológica de los campesinos y la racionalidad consciente que la guía.

En este trabajo se presenta una síntesis de los problemas y restricciones de los sistemas agrarios andinos; de la racionalidad y comportamiento que adoptan los campesinos para responder a esos problemas; del potencial—flexibilidad—de los sistemas y de las alternativas propuestas por los mismos productores y por el Proyecto. Se trata de precisar estos conceptos y evidenciar la “viabilidad” del desarrollo de los sistemas agrarios andinos. El lugar donde se realizó la investigación es la subregión de Puno, la sierra más alta del sur del Perú, entre 3820 y 4800 metros sobre el nivel del mar.

### Racionalidad y toma de decisiones

Las familias andinas actúan en razón de la tradición pero, paradójicamente, también en función del cambio

## COMPENDIO

Este trabajo constituye un intento por analizar la racionalidad y el proceso de toma de decisiones de las familias campesinas andinas; contexto que se debe tener en cuenta para el desarrollo de alternativas tecnológicas en las comunidades campesinas de la Sierra peruana.

y la adaptación de conocimientos y tecnologías modernas, cuando son “probadas” o autoexperimentadas por ellos mismos en sus agroecosistemas. Para entender esta lógica de los campesinos ¿cuándo son tradicionalistas y cuándo adoptadores?, y para proponer alternativas de desarrollo, es necesario que los proyectos externos se hagan endógenos, que se empiece a entender la tecnología como un comportamiento humano (5) que actúa sobre sus recursos—tierra, ganado, instrumentos, otros. Ese comportamiento humano es la respuesta de su racionalidad específica—objetivos, medios y finalidades, proceso que se encuentra sistematizado en lo que se denomina como matriz conceptual básica de los campesinos. En la Fig. 1 se resumen y explican los conceptos siguientes:

-**Comportamiento** de los campesinos en relación con el cambio tecnológico, se rige u orienta de acuerdo con su racionalidad.

-**Racionalidad** o razones de los campesinos, sustentada en sus objetivos, en los medios de producción que disponen, en la calidad de los mismos (tecnología) y en la finalidad social—tipo de organización social e ideales que orientan esa organización. La forma y contenido de las finalidades se expresan mayormente en conceptos simbólicos mitos, ritos y creencias.

-**Comportamiento racional** constituido por las acciones socio-económicas y tecnológicas de los campesinos, tendentes a alcanzar sus objetivos y finalidades, considerando las características climáticas, restricciones y potenciales de sus sistemas de producción y proposición de sus alternativas. Es en la comprensión del comportamiento racional donde se deben analizar las razones de los cambios o rechazos a las innovaciones tecnológicas.

-**Racionalidad consciente** o sistematización de las razones y comportamientos que adoptan los cam-

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

\* Proyecto de Investigación de Sistemas Agropecuarios (PISA), Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), Puno, Perú.

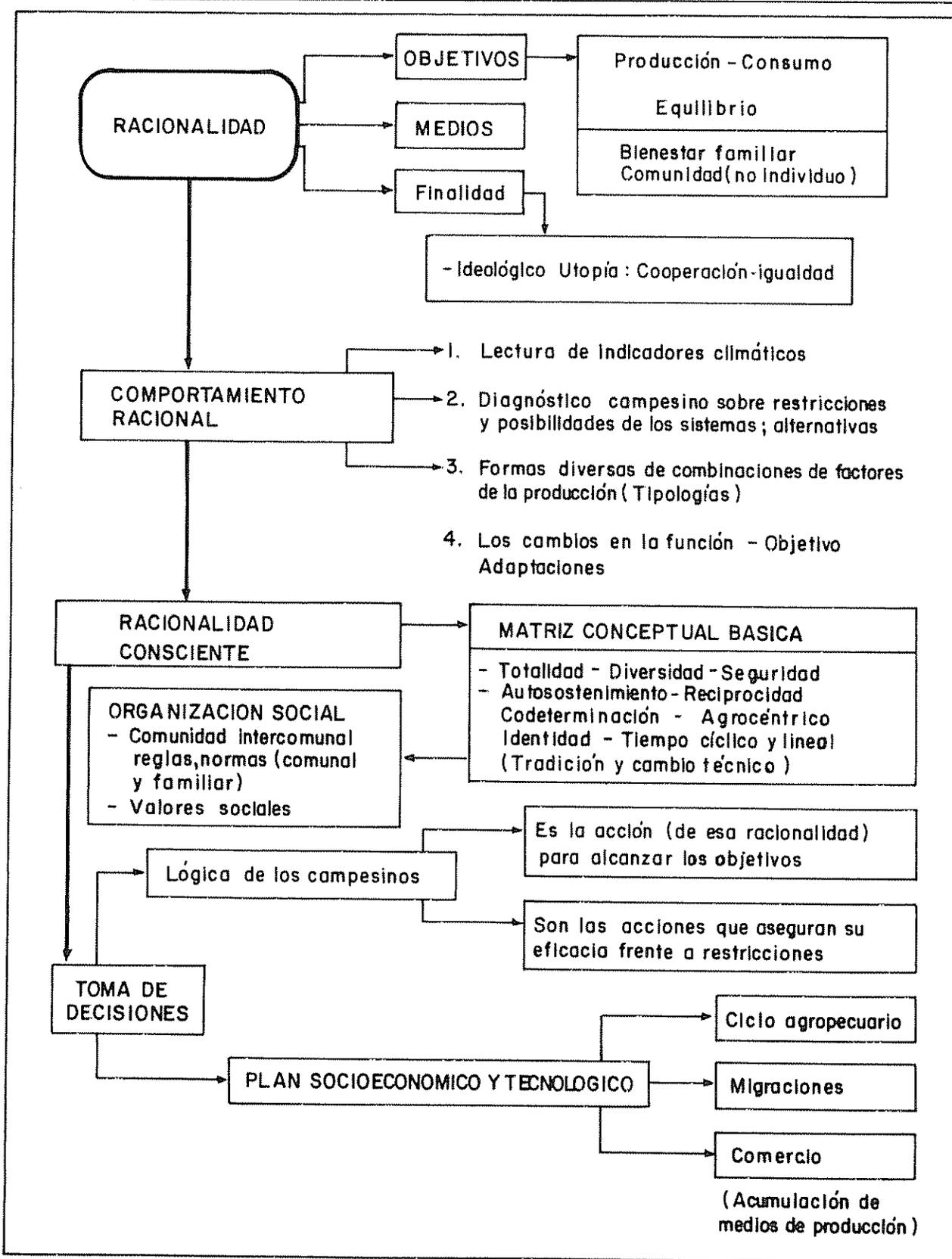


Fig. 1. Racionalidad y cambios tecnológicos en comunidades alto-andinas.

pesinos, en respuesta a cómo integrar y administrar sus agroecosistemas. Esta sistematización es condensada en conceptos—matriz conceptual básica— como totalidad, diversidad, etc. Los conceptos, formas de organización social (adoptadas o creadas) y valores sociales—valor del trabajo, reciprocidad, amparo social, seguridad alimentaria, etc.—son guías o argumentos que dan contenido a la racionalidad consciente de los campesinos. De acuerdo a ella, las familias campesinas toman decisiones, que pueden ser explicadas en dos niveles: a) como lógica de los campesinos y b) como el plan socio-económico y tecnológico.

Este es el marco conceptual y procesal que permite entender la tecnología como un comportamiento humano y social y, a su vez, plantear proyectos de experimentación o validación tecnológica viables, tendientes a promover el desarrollo de los sistemas agropecuarios andinos.

**Restricciones y potenciales en los sistemas agrarios alto-andinos**

Aplicando el enfoque de sistemas y tratando de caracterizar e interpretar los sistemas y conceptos de los productores andinos, se ha planteado en las figuras 2 y 3 las siguientes dimensiones, para proponer alternativas en los subsistemas ganadero y agrícola: los más importantes en las unidades de producción de los campesinos andinos:

- En la columna I, se registran los principales problemas y restricciones de los sistemas.
- En la columna II, se registran las respuestas racionales de los campesinos para menguar los problemas y restricciones de sus agroecosistemas.
- En la columna III, se registran los potenciales y alternativas que viabilizan el desarrollo de la ganadería.

En la siguiente sección se discutirán las alternativas propuestas por los campesinos y por los investigadores del Proyecto.

**Propuestas de alternativas para el desarrollo**

Para lograr el desarrollo rural andino y alcanzar mejores niveles de bienestar, se requiere de: a) un aumento de la producción y productividad del trabajo del sistema de la unidad campesina como totalidad; b) la acumulación de una fracción importante del producto económico —ampliación e intensificación de cultivos y del manejo ganadero, como indicadores básicos—; c) el rescate y adopción de nuevas técnicas productivas; alternativas tecnológicas apropiadas para los campesinos; d) cambios y perfeccionamiento de la organización social de la comunidad y la economía familiar y e) el mejoramiento de los niveles de vida alimentación, salud, etc. El registro de tales cambios será analizado en los párrafos siguientes.

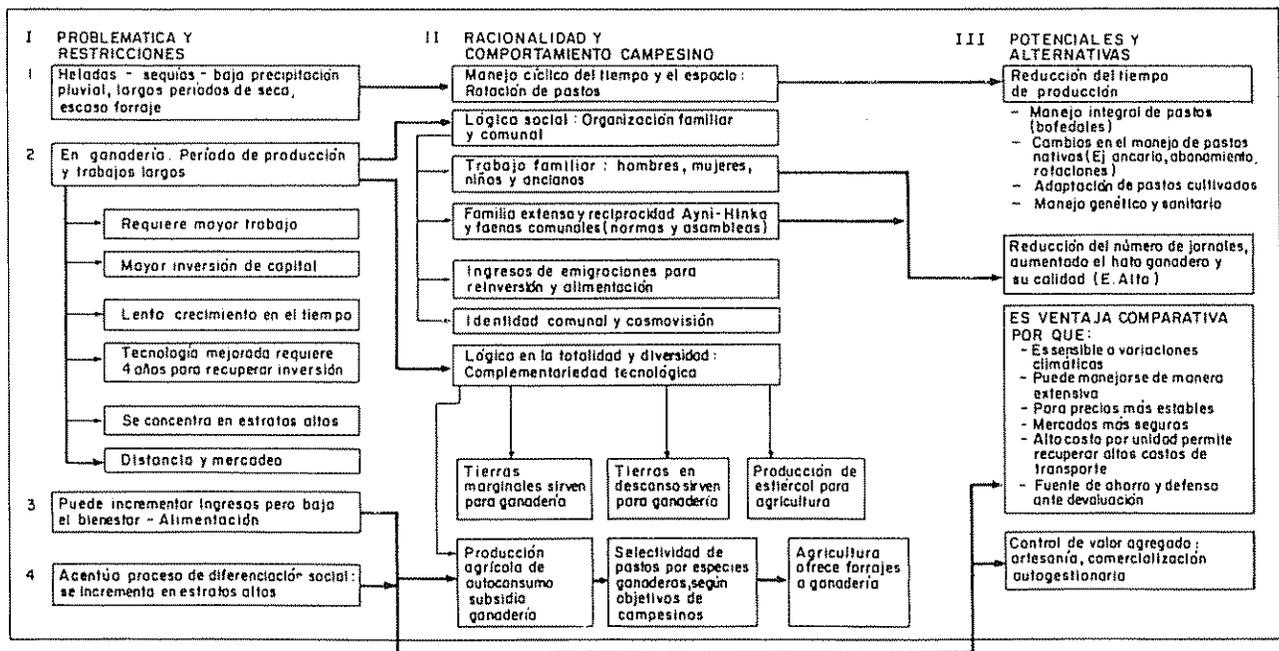


Fig. 2. Problemas y potencialidades de la ganadería

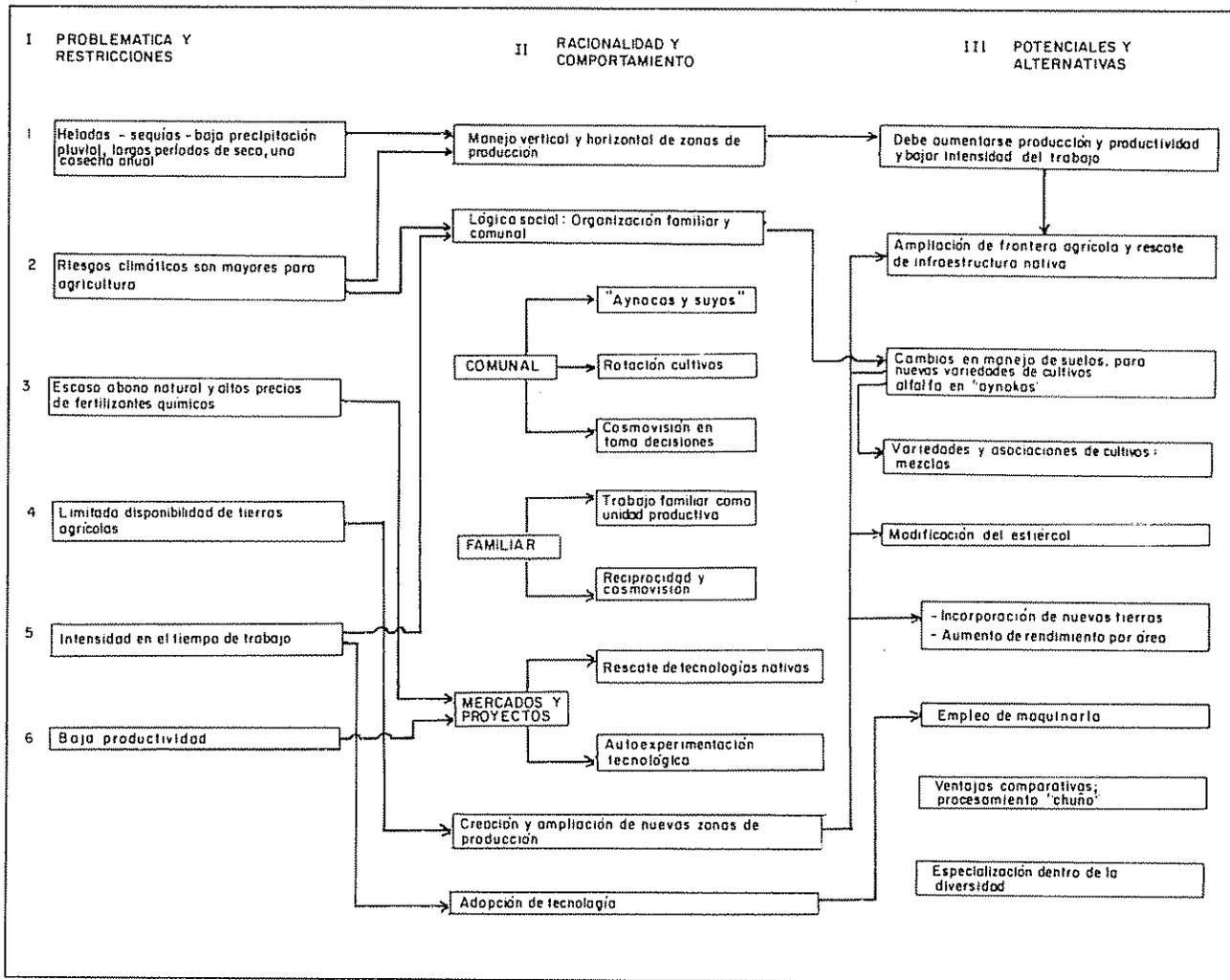


Fig. 3. Problemas y potencialidades de la agricultura

**a. Autonomía comunal y cambio tecnológico**

Un elemento importante en el desarrollo andino es la consideración de la vigencia de la "autonomía comunal". La "comunidad" es la organización que agrupa a las familias campesinas andinas. En las asambleas comunales —reuniones realizadas por lo menos una vez al mes— se expresan periódicamente la racionalidad y la toma de decisiones de las familias campesinas. Allí planifican los procesos de producción y el trabajo tradicional; pero también, toman decisiones sobre la "adopción" y autoexperimentación de nuevas tecnologías. En los últimos 20 años, las comunidades campesinas han tomado acuerdos y decisiones sobre nuevas organizaciones sociales y sobre cambios tecnológicos, con la finalidad de tratar de lograr niveles superiores de

producción global y de productividad relativa de los recursos, como de la mano de obra empleada (6).

En el Cuadro 1 se presenta un recuento de las asambleas comunales en Apopata, comunidad campesina alpaquera, durante 1988 y 1989, como un caso que revela la tendencia de muchas comunidades andinas. En ellas se discutieron y se llegaron a acuerdos sobre temas como innovación tecnológica, instituciones participantes en la ejecución de los acuerdos, problemas en comercialización y en organización comunal: las frecuencias son registros que corresponden a un período de sesiones de un año. Con ello se demuestra que la comunidad andina no es tradicionalista ni opuesta al cambio; por el contrario, planifica y ejecuta la innovación; recrea sus formas de organización social y

**Cuadro 1. Temas y actividades programadas por la asamblea comunal de Apopata (1988-1989).**

Innovación tecnológica y manejo de agroecosistemas (Producción)	Núm.	(%)	Institución participante
<b>- Tradicional</b>			
1) Ampliación de bofedales	3	4.2	comunidad
2) Limpieza y arreglo de acequias (abril-mayo)	1	1.4	comunidad
3) Limpieza de bofedales (abril-mayo)	1	1.4	comunidad
4) Guaneos de bofedales (set.-nov.)	1	1.4	comunidad
5) Determinación de bofedales en reserva (febrero-marzo)	2	2.8	comunidad
6) Construcción canales de riego por sectores	1	1.4	comunidad
Subtotal		12.6	
<b>- Adopción tecnológica</b>			
1) Introducción de trigo invernal	2	2.8	PISA-INIAA
2) Asistencia sanitaria.	4	5.6	PISA-INIAA
3) Clausura de pastos.	1	1.4	PISA-INIAA
Subtotal		9.8	
<b>- Problemas comercialización</b>			
1) Venta: precios de fibra y carne.	7	9.7	comunidad
2) Compra: alimentos y comercio	5	6.9	comunidad
Subtotal		16.6	
<b>- Problemas comunales</b>			
1) Elecciones y empresa (ganadería y préstamo).	10	13.9	comunidad Estado
2) Tierra comunal.	4	5.6	comunidad
3) Educación formal y religión.	6	8.3	comunidad
Comité artesanal	10	13.9	PISA-INIAA
Problemas de las familias	5	6.9	comunidad
Capacitación	4	5.5	PISA-INIAA-PAL
Alimentación	5	6.9	ONA-PISA-INIAA
Subtotal		61.0	
<b>T o t a l</b>		<b>72</b>	<b>100.0</b>

Fuente: INIAA 1990

división del trabajo. Por eso debe considerarse la autonomía comunal como eje central en todo proyecto de desarrollo.

#### **b. Objetivos de los campesinos y priorización de las alternativas: hipótesis de trabajo.**

Las familias campesinas andinas no tienen una economía y medios en grado homogéneo; existen diferencias marcadas entre ellas, pudiéndose definir tres estratos sociales: alto, medio y bajo. En cada estrato existen diferentes objetivos principales y secundarios. Es fundamental determinar los estratos y sus objetivos para

caracterizar sus comportamientos e identificar alternativas tecnológicas en las que estarían interesadas cada familia.

En la Fig. 4 se presenta la hipótesis de trabajo acerca de lo señalado en el párrafo anterior. Las familias que se especializan, dentro de la diversidad productiva típica de la zona, en una determinada actividad productiva—ganadería en el caso de los productores Tipo 1—tienden a enviar la mayor proporción del producto obtenido al mercado, con lo que constituye el rubro que les genera el mayor ingreso. Esta actividad sería su objetivo principal y a ella dedicarían sus esfuerzos y recursos en pro de una mejor eficiencia. Las otras actividades son manejadas con menos tecnología, por lo que su aporte al ingreso total es menor. Lo contrario sucede con los sistemas de los productores del Tipo 2, donde las actividades agrícolas tienen mayor importancia. Esta racionalidad tiene los siguientes efectos sobre el manejo de los agroecosistemas y el consumo alimentario:

- El campesino del Tipo 1—estrato alto—adoptará nuevas tecnologías cuando éstas estén relacionadas con sus objetivos principales—ganadería, en especial vacunos—; en contraste, mostrarán poco interés por alternativas para la agricultura, porque son objetivos secundarios.
- Los campesinos del Tipo 2—estrato bajo—tendrán mayor interés en alternativas agrícolas.
- Los campesinos del Tipo 2 utilizan una mayor proporción de su producción para autoconsumo, lo que permite una mayor ingesta alimentaria que los del Tipo 1.

En resumen, las alternativas desarrolladas y la transferencia tecnológica así como el rescate de tecnologías nativas, serán incorporadas más rápidamente y con mayor eficiencia en tanto que afecten los intereses y objetivos centrales de cada tipo de familia campesina. No existe una alternativa que pueda ser generalizada con la misma efectividad para todos los campesinos.

#### **c. Posibilidades de reducción del tiempo de producción y trabajo**

En el Proyecto PISA—área ganadera— se ha demostrado que las restricciones de largos períodos de producción y trabajo en la ganadería (Fig. 2) pueden reducirse, con las siguientes alternativas:

- En el caso de las alpacas, el aumento de sus rendimientos no depende de un mejoramiento en su potencial genético, sino del de las pasturas y

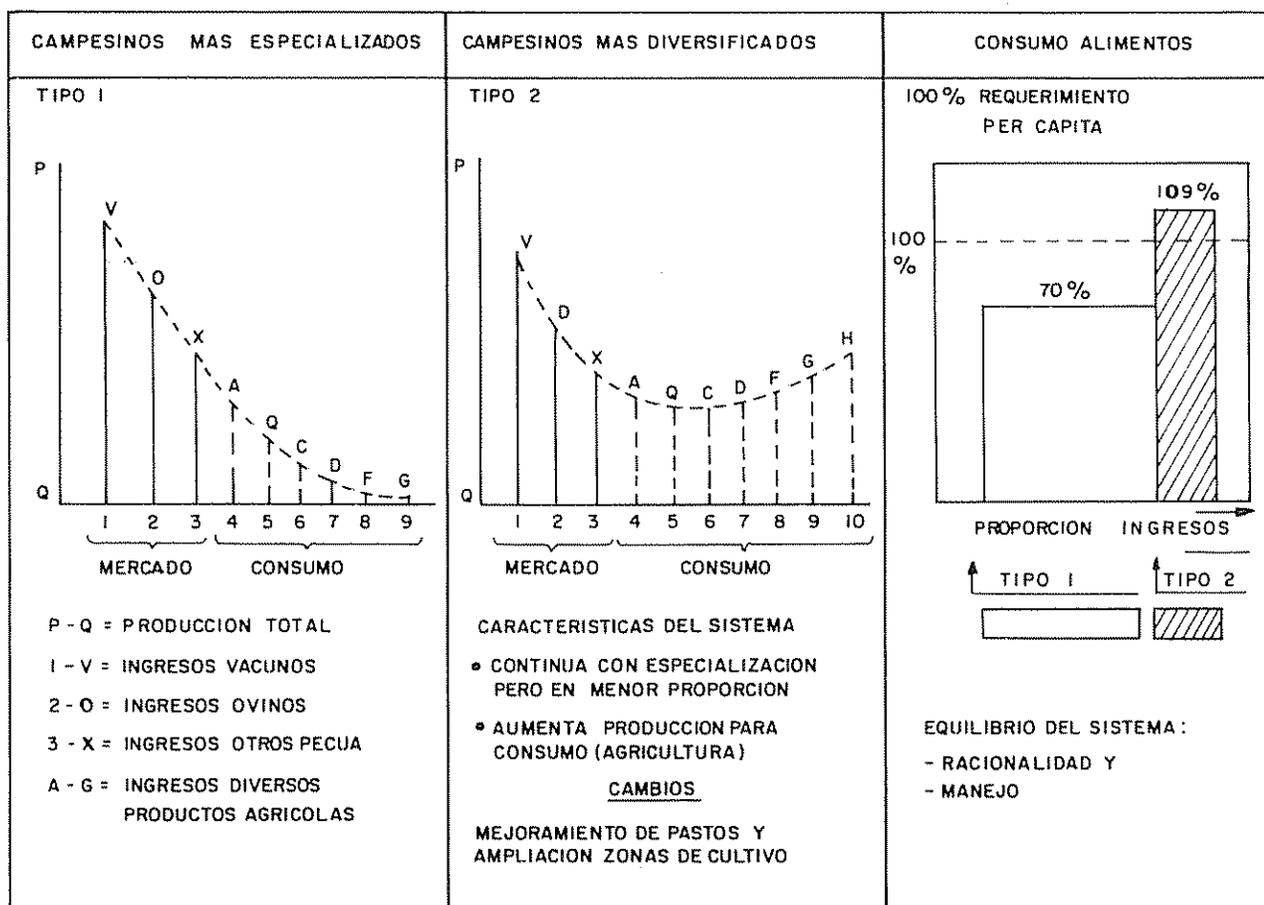


Fig 4. Unidad de conceptos socioeconómicos andinos y modernos (especialización-diversidad) y tipos campesinos

manejo ganadero. Por ejemplo, es factible acortar la edad a primer servicio, de 24 meses a 12 meses, con sólo mejorar el plano nutricional: mejoramiento de pasturas.

- Las respuestas de las familias campesinas, distintas en razón de su ubicación en los estratos sociales, indican que el grado desigual de desarrollo tecnológico entre familias depende de sus objetivos y medios que disponen; demostrándose que el clima es una limitación, pero no un determinante de la pobreza económica y productiva.

En el Cuadro 2 se presentan los índices zootécnicos y productivos según el estrato social. En los estratos altos, la natalidad es mayor que en los bajos, acompañada de una menor mortalidad. Esto significa que en los hatos ganaderos de familias que tienen mayores recursos —mejor manejo ganadero y mayor extensión de pastos; el período de producción es menor y mayo-

res las posibilidades de capitalización —número de ganado y productividad—, aunque todas estas familias viven en el mismo ecosistema.

**d. Demanda tecnológica, inversiones y racionalidad**

La demanda por tecnología y la lógica campesina, respecto de dónde invertir y cómo lograr mayor eficiencia productiva las fronteras tecnológicas son relativas, dependen de las distintas racionalidades —objetivos y medios— y comportamientos por familias y estratos. Para ilustrar lo anterior se presentan los datos del Cuadro 3, en el que se compara la frecuencia de realización, por estrato social, de diversas prácticas sanitarias en la comunidad de Anccaca. Esas prácticas son desiguales entre estratos; así, en el estrato alto, el 80% de los productores vacuna contra la fiebre aftosa; en cambio, en el estrato bajo, sólo vacunan el 44% de familias. En las demás actividades sanitarias las diferencias tienden a ser mayores.

Cuadro 2. Índices zootécnicos y productivos del subsistema pecuario en la Comunidad Campesina de Apopata.

Estrato	Alpacas			Llamas		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Natalidad (%)	70	65	60	65	60	50
Mortalidad en crías (%)	25	28	35	15	20	25
Mortalidad en adultos (%)	6	8	15	4	5	7
Edad al primer servicio (m)	24	24	20	24	24	24
Edad al primer parto (m)	35	35	31	35.5	35.5	35.5
Intervalo entre partos (m)	15	18	24	12	12	12
Producción de carne (kg/carcaza)	24	23	22	28	27	26
Producción de fibra (kg/animal/a)	1.6	1.4	1.1	1.2	1.0	0.9
Edad descarte de hembras (a)	9	8	7	8	8	7
Edad descarte de machos (a)	6	5	4	6	6	5
Edad de saca de machos (a)	4	3	3	4	3	3

Fuente: INIAA 1989

Las diferencias en producción y productividad ganadera, entre las familias campesinas, dependen del manejo ganadero—mayor adopción en el estrato alto—y de los mejores recursos en pasturas. Este proceso está relacionado con sus objetivos—preferencia por la ganadería, porque tienen mayores recursos o medios para satisfacer ese objetivo—, y, por lo tanto, los campesinos asumen un comportamiento adecuado a esos objetivos.

En las familias del estrato bajo, el interés por las actividades agrícolas es mayor que por la ganadería—no exclusivo—; por lo tanto, el manejo agrícola es mejor en este sector—; su dedicación es también mayor y los rendimientos son superiores que los obtenidos en el estrato alto. Al respecto, en la Fig. 5 se presenta la información sobre el uso de fertilizantes orgánicos y químicos, en los diferentes estratos sociales. Las familias del estrato bajo usan mayor cantidad y variedad de fertilizantes (N-P-K) que las de los estratos medios y altos. Como consecuencia, la producción agrícola es mayor en los estratos bajos.

#### e. Indicadores del bienestar social: alimentación humana y crecimiento de la producción

En las veinte y tres comunidades estudiadas en la subregión de Puno—cinco de ellas por el proyecto PISA—, se ha encontrado que, en los últimos años de la octava década, la producción agropecuaria y el nivel de consumo alimentario de las familias han incrementado en forma multidireccional y cíclica. El proceso ha sido desigual en los diferentes estratos sociales. Para ilustrar lo anterior, en los párrafos subsiguientes se presentan algunos resultados de las comunidades de Anccaca y Apopata. La primera comunidad está ubicada en la zona agroecológica denominada Suni B, entre 3900 y 4200 msnm con una producción principalmente ganadera—vacunos y ovinos— y, secundariamente, agrícola; la segunda comunidad se ubica en la puna seca, entre los

Cuadro 3. Actividades de sanidad animal en la Comunidad Campesina de Anccaca.

Estrato	Productores que practican (%)		
	Alto	Medio	Bajo
Vacunación fiebre aftosa	80	62	44
Control parásitos externos	100	27	2
Control parásitos internos	80	26	3
Tratamiento enfermedades infecciosas	60	20	5

Fuente: INIAA 1989

4200 y 4400 msnm y su producción es exclusivamente ganadera: alpacas y pastos naturales.

**Crecimiento agrícola.** El crecimiento de la actividad agrícola (cultivos y pastos) ha seguido una tendencia horizontal (expansión de área) y vertical (intensificación) en el tiempo y en el espacio. En Apopata se han ampliado los bofedales: áreas de pastos naturales de mayor rendimiento, y se han introducido nuevas variedades de pastos perennes—trébol blanco, *Dactylis*, etc. y anuales—trigo de invierno, cebada y otros—en canchones, con la finalidad de protegerlos de las heladas, con el resultado de que la ganadería se ha incrementado en los últimos años. En el caso de Anccaca, el crecimiento ha sido horizontal por la ampliación de la frontera agrícola, mediante la recepción de tierras de las empresas comunales y el alquiler o la compra e instalación de huertos familiares, lo cual ha sido acompañado por un pequeño crecimiento vertical (Fig. 6). Entre los años 1986 y 1990, en el estrato bajo han aumentado las tierras con cultivos y han disminuido las tierras en descanso—barbecho.

**Ocupación de mano de obra.** Entre 1987 y 1989, el uso de mano de obra ha seguido tendencias distintas

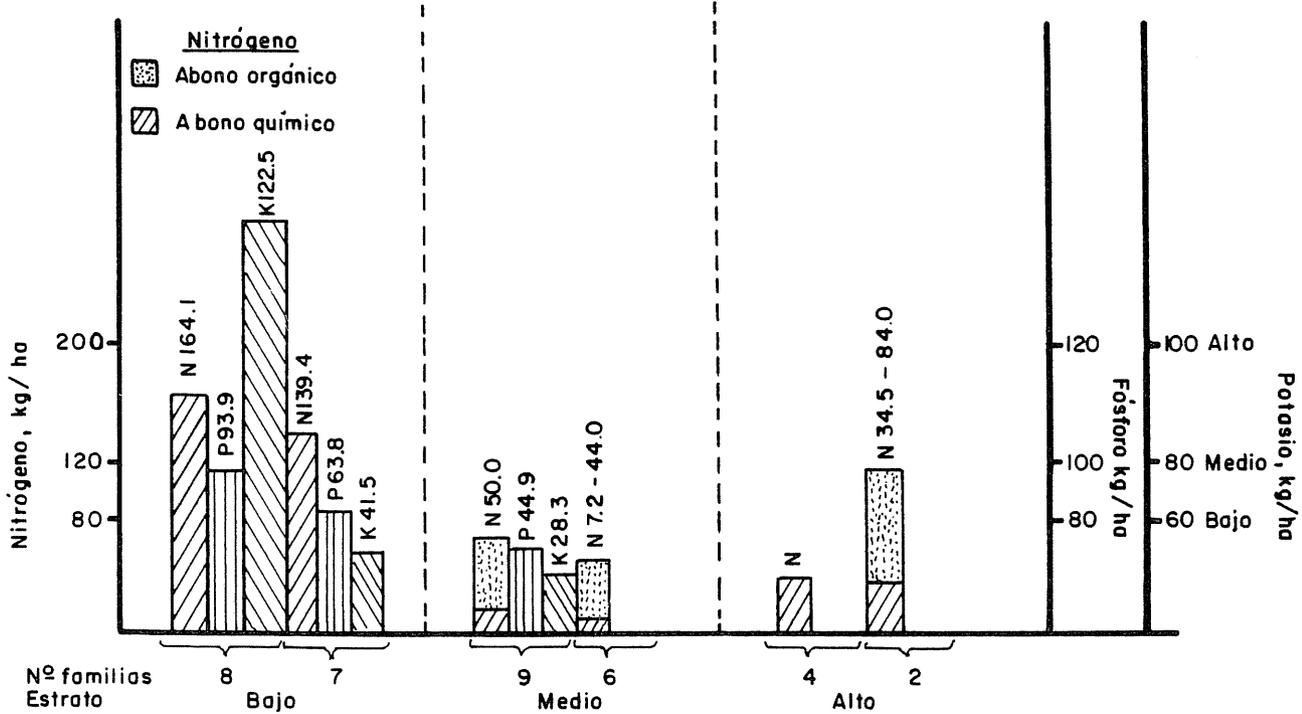


Fig. 5. Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en la Comunidad Campesina de ANCCACA (1988-1989)

consecuentes con los objetivos de las familias de cada estrato social (Cuadro 4).

En la campaña agropecuaria de 1987-1988, las familias del estrato bajo contrataron mayor cantidad de mano de obra asalariada para actividades agrícolas —un 18.3% respecto del total de mano de obra utilizada— que los del estrato alto— un 11.8 por ciento. Por otro lado, en ganadería (pastoreo), las cantidades de fuerza de trabajo en ambos estratos —alto y bajo— fueron semejantes, no obstante que, en el estrato alto, el hato ganadero es mayor: 75.2 cabezas entre vacunos y ovinos *versus* 16.8 cabezas. Es decir, hubo una mayor productividad por mano de obra dedicada a la ganadería en el estrato alto.

Al comparar la contratación de mano de obra asalariada durante la campaña de 1987-1988 con la de 1988-1989 (Cuadro 5), se observa un incremento en la contratación en todos los estratos. En el caso del estrato alto, se observó una mayor ocupación de mano de obra en ganadería, posiblemente como resultado de la aparición de nuevas actividades en el comercio, de la introducción de pastos mejorados, etc. Adicionalmente, entre 1987 y 1990, el porcentaje de la mano de obra

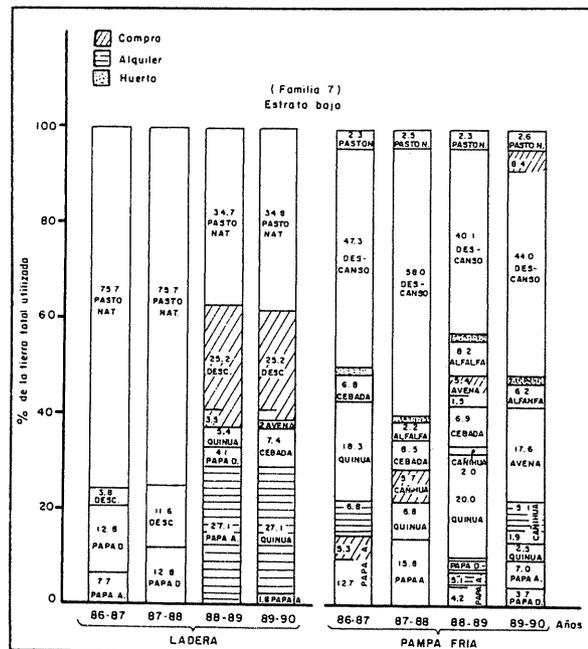


Fig. 6. Rotación de cultivos en zonas homogéneas de producción en ANCCACA

Cuadro 4. Tiempo de trabajo asalariado y participación en el mercado de trabajo, por estratos, en Ancaca (Campaña 1987-1988).

Estratos	trabajo asalariado en días/hombre trabajado en parcelas (%)	Porcentaje de M.O. en cada familia					
		Actividades					
		Agropecuarias			No agropecuarias		Migración
		Agrícola recíproca	Pastoreo familiar	Total (%)	Artesanía familiar	Total (%)	Total (%)
Alto	11.8	3.2	83.1	84.4	48.8	15.7	3.6
Medio	20.8	0.7	92.6	81.7	45.9	18.3	13.2
Bajo	18.3	3.2	84.0	85.4	47.0	14.6	6.0

Fuente: Archivos del proyecto PISA - Area Social.

Cuadro 5. Tiempo de trabajo asalariado y participación en el mercado de trabajo, por estratos, en Ancaca (Campaña 1988-1989).

Estratos	trabajo asalariado en días/hombre trabajado en parcelas (%)	Porcentaje de M.O. en cada familia					
		Actividades					
		Agropecuarias			No agropecuarias		Migración
		Agrícola recíproca	Pastoreo familiar	Total (%)	Artesanía familiar	Total (%)	Total (%)
Alto	37.7	3.0	75.7	64.3	51.1	35.7	1.1
Medio	27.5	1.0	81.6	66.7	34.1	33.3	29.7
Bajo	51.1	2.9	72.1	63.3	26.4	36.7	5.3

Fuente: Archivos del proyecto PISA - Area Social.

familiar emigrante—eventual—disminuye en los estratos altos— del 3.6% al 1.1% —y bajos del 6% al 5.3% —y aumenta en el estrato medio. Es así como el crecimiento productivo y tecnológico va resolviendo paulatinamente el problema de la ocupación interna de la mano de obra y va disminuyendo las emigraciones, aunque en forma desigual.

**Impacto diferencial del crecimiento agropecuario en el bienestar alimentario.** Como resultado del desarrollo desigual de la producción agropecuaria, el bienestar de las familias ha recibido diversos impactos. Así, por ejemplo, al tomar como variable básica de ese bienestar la alimentación humana: ingesta de calorías, proteínas y vitaminas, se obtuvieron los siguientes resultados, en el caso de la comunidad de Ancaca.

- Entre 1986 y 1989, el consumo de calorías y proteínas se incrementó en las familias del estrato bajo; precisamente, en aquellas donde la agricultura es más desarrollada (4).

- Al comparar un período considerado normal (1988-1989), durante el cual el clima fue regular (lluvias apropiadas y ausencia de heladas y sequías prolongadas), con otro en el que la sequía y las heladas fueron prolongadas (1989-1990), se encontró que, durante el año normal, las familias del estrato bajo alcanzaron un mejor nivel alimentario que las familias de los estratos medios y altos (Fig. 7). En el estrato bajo se consumió un 78% más de los requerimientos mínimos de calorías; en cambio, en el estrato alto se tuvo una subalimentación: 18% menos de los requerimientos mínimos.

- En el año de sequía, las familias del estrato bajo aumentaron su ingestión de calorías por encima del nivel del período normal, lo que fue factible por la disponibilidad de alimentos almacenados y procesados provenientes de la campaña anterior y los ingresos obtenidos como resultado de las emigraciones. En contraste, las familias del estrato alto y medio, al dedi-

carce más a la ganadería —en espacio y tiempo de trabajo, no tuvieron muchos alimentos almacenados y tampoco pudieron emigrar para buscar trabajo y traer alimentos, afectándose sus niveles de alimentación.

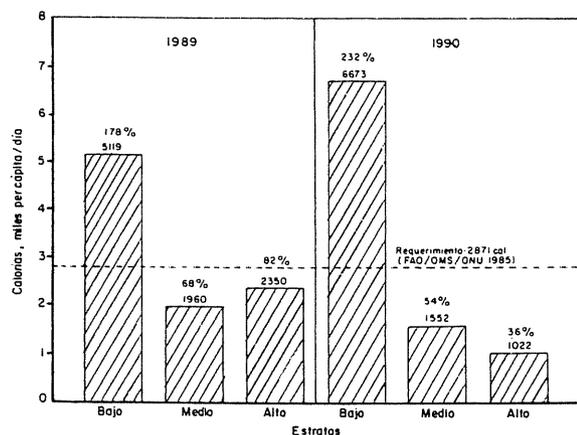


Fig. 7. Consumo de calorías en la comunidad campesina de ANCCACA.

### CONCLUSIONES

Con base en el estudio de diversas comunidades campesinas, tomando los ejemplos de Apopata y Anccaca, la primera exclusivamente ganadera y la segunda ganadera y agrícola, ubicadas en varias zonas agroecológicas en Puno, se concluye lo siguiente:

- El desarrollo agropecuario es viable cuando los proyectos consideran la racionalidad y objetivos de los campesinos.
- El desarrollo agropecuario y el incremento de los ingresos no siempre derivan en el bienestar de la población; así, cuando algunas familias —caso de Anccaca —se especializan demasiado en la gana-

dería, su objetivo fundamental, no refuerzan el concepto del autoabastecimiento alimentario, decayendo sus niveles nutricios.

- Para que el desarrollo rural sea integral, se debe incrementar la producción y productividad agropecuaria de los campesinos, para que obtengan ganancias en el mercado; pero, paralela e integralmente, debe aumentarse la producción destinada al autoconsumo, a fin de lograr una mayor seguridad alimentaria.
- Estas conclusiones refuerzan la idea de que el desarrollo rural debe ubicarse en la matriz conceptual de los campesinos: totalidad y diversidad (especialización productiva, pero también diversificación de cultivos; paradoja practicable); seguridad frente a riesgos climáticos y del mercado; y sostenibilidad de los cambios, entre otros conceptos básicos.

### LITERATURA CITADA

1. FAO/OMS/ONU. 1985. Necesidades de energía y de proteínas. In Informe de una reunión consultiva conjunta de expertos. Ginebra, FAO. Serie de informes técnicos no. 724. 150 p.
2. INIAA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIAL). 1989. Informe anual 1988-1989. Puno, INIAA, Proyecto de Investigación de Sistemas Andinos. 405 p.
3. INIAA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIAL). 1990. Informe anual 1989-1990. Puno, Proyecto de Investigación de Sistemas Andinos. 500 p.
4. INIAA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA Y AGROINDUSTRIAL). 1990. Informe general del PISA. Puno, Proyecto de Investigación de Sistemas Andinos. 25 p.
5. MATA, J.Y. 1990. Manual para la implementación de una metodología de comunicación para la transferencia de tecnología en agricultura. Lima, Comisión para la Transferencia de Tecnología en Agricultura. 75 p.
6. SANCHEZ, R. 1989. Modernización campesina: ¿Hacia dónde? In Seminario Permanente de Investigación Agraria (III, 1989, Lima). Lima, SEPIA. p. 20.

# PRODUCCION DE LECHE DE ANIMALES CRUZADOS EN SISTEMAS DE DOBLE PROPOSITO EN PANAMA<sup>1</sup>

P. Guerra\*

## ABSTRACT

Seventeen farms, distributed in five ecosystems (E) of Panama, were studied at two technological levels (NT). The first level consisted of the study of the traditional system (EST, 2 yr), while the second one studied the improved system (ESM), after technological improvements had been implemented (3 yr). A transition period of 1 yr was included to separate confounded effects of NT. ESM included improvements in feeding, health and management. Cows were milked manually once a day with calf at foot, and milk weights were obtained monthly. Cows were grouped in three breed groups (GR). Those with more European heritage were grouped as  $\leq 1/2$  European; those with less European heritage as  $> 1/2$  European, and the Zebu or Zebu x Criollo crossbreds as "cebuino". There were two analytic criteria: one based on actual saleable milk production, not adjusted for lactation length, and the second based on potential productivity, adjusted to 280 days. Dependent variables in the first criterion were: non-adjusted total milk yield (PTLNA), daily milk production (PDL) and lactation length (LL). For the second: time to peak lactation (TPL), milk yield at peak lactation (PLPL), adjusted total milk yield (PTL280) and persistency (PER). A linear model was used which included E, NT, GR and their double interactions as independent variables and age of the cow and calving month as covariables. E, NT, E\*NT and GR had significant ( $P < 0.01$ ) effects on dependent variables. The  $> 1/2$  European group outproduced the  $\leq 1/2$  European and the cebuino by 37% and 20% in PTLNA; 24% and 17% in PDL and by +34 and +8 days in LL, respectively. Similarly,  $> 1/2$  European outproduced  $\leq 1/2$  European and cebuinos by 22% and 31% in PTL280; by +9 and +6 days in TPL; by 26% and 17% in PLPL; and by 9% and 5% in PER, respectively. The proportion of cebuino in the herds changed from 22% to 16%, and of  $\leq 1/2$  European from 14% to 21% when NT changed from EST to ESM. The proportion of  $> 1/2$  European was constant at both NT and was the most productive group. The response of all three GR to and improved NT was positive ( $P > 0.01$ ), being the highest in cebuino, but different ( $P < 0.01$ ) among ecosystems. Lactation curves of all GR differed from the lactation curves reported for purebred European cows and their crosses in temperate zones.

(Palabras claves: Nivel tecnológico, sistema tradicional, sistema mejorado, ecosistema, curvas de lactancia).

## INTRODUCCION

Desde 1978, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) ejecuta el proyecto Sistemas de Producción Doble Propósito en Pequeñas y Medianas Fincas de Panamá,

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

Los datos utilizados en el presente trabajo representan el esfuerzo del equipo de trabajo del proyecto de doble propósito de las áreas de Bugaba, Gualaca y Los Santos, así como de los técnicos que, de una u otra forma, integraron y/o apoyaron el proyecto durante su ejecución. Sin este personal no hubiera sido posible contar con tan valiosa información.

\* Ingeniero Agrónomo Zootecnista, M. Sc. en Mejoramiento Genético, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Gualaca, Chiriquí, Panamá.

## COMPENDIO

Diecisiete fincas, distribuidas en cinco ecosistemas (E) en Panamá, fueron estudiadas según dos niveles tecnológicos (NT). El primero consistió en el análisis del sistema tradicional (EST, dos años) y el segundo, en el del sistema mejorado (ESM), luego de la introducción de una serie de mejoras tecnológicas (ESM, tres años). Los estudios estuvieron separados por un período de transición de un año, para eliminar efectos confundidos del NT. El ESM introdujo mejoras en alimentación, sanidad y manejo. El ordeño fue manual, una vez al día con apoyo del ternero, y los pesos de leche se obtuvieron mensualmente. Las vacas fueron agrupadas en tres grupos raciales (GR). Aquellas con más rasgos europeos se agruparon como  $> 1/2$  europeo; las con menos rasgos europeos, como  $\leq 1/2$  europeo y las cebú y sus cruces con criollo, como cebuino. Los datos se analizaron con base en la producción real "vendible" no ajustada por longitud de lactancia y en el potencial productivo ajustado a 280 días. Las variables dependientes del primer análisis incluyeron: producción total no ajustada (PTLNA), producción diaria (PDL) y longitud de lactancia (LL). En el segundo análisis: tiempo al pico de lactancia (TPL), producción al pico de lactancia (PLPL), producción total ajustada a 280 días (PTL280) y persistencia (PER). Se utilizó un modelo lineal que incluyó E, NT, GR y sus interacciones dobles como variables independientes, así como edad de las vacas y mes de parto como covariables. Los efectos de E, NT, E\*NT y GR fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en todas las variables de respuesta. El grupo  $> 1/2$  europeo superó al  $\leq 1/2$  europeo y cebuino en un 37% y 20% en PTLNA; en un 24% y 17% en PDL y en +34 y +8 días en LL, respectivamente. Similarmente, el  $> 1/2$  europeo superó al  $\leq 1/2$  europeo y cebuino en un 22% y 31% en PTL280; en +9 y +6 días, en TPL; en un 26% y 17%, en PLPL y en un 9% y 5%, en PER, respectivamente. La proporción de cebuino cambió del 22% al 16% y la del  $\leq 1/2$  europeo del 14% al 21% cuando se pasó del EST al ESM. La proporción del  $> 1/2$  europeo se mantuvo casi constante. En ambos NT, el  $> 1/2$  europeo fue el más productivo. La respuesta a un mejor NT de los tres GR fue positiva ( $P > 0.01$ ), siendo mayor en el cebuino pero diferente ( $P < 0.01$ ) en los cinco ecosistemas. Las curvas de lactancia de los tres GR fueron diferentes a los patrones de curva de lactancia reportados en vacas puras europeas y cruzadas de zonas templadas.

con financiamiento del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), cuyo objetivo es incrementar la producción y productividad de pequeñas y medianas fincas de doble propósito, en áreas prioritarias del país (14, 17).

Considerando el aspecto genético, Alvarez (3) indica que el sistema de doble propósito tradicional se caracteriza por explotar ganado con mayor o menor grado de cruzamiento de la raza Cebú con razas criollas o europeas, como la Pardo Suiza y la Holstein. Además, los niveles de producción logrados con este sistema son relativamente bajos y, generalmente, estacionales dos a

Cuadro 1. Distribución de las observaciones de acuerdo con el ecosistema tecnológico y grupo racial.

Sistema tecnológico	Grupo racial	Ecosistema*					Total
		GA (2)	GB (4)	BM (3)	BB (2)	LS (6)	
Sistema tradicional	cebuino	7	42	10	22	63	144
	≤1/2 europeo	9	25	7	8	42	91
	>1/2 europeo	61	63	73	177	33	407
Sistema transición	cebuino	3	16	4	8	30	61
	≤1/2 europeo	5	12	4	3	35	59
	>1/2 europeo	44	18	31	61	35	189
Sistema mejorado	cebuino	11	62	4	18	102	197
	≤1/2 europeo	32	33	23	12	156	256
	>1/2 europeo	144	50	110	260	182	746
Total		316	321	266	569	678	2150

\* GA = Gulaca alto; GB = Gulaca bajo; BM = Bugaba medio; BB = Bugaba bajo; LS = Los Santos  
( ) = Número de fincas

cuatro litros por vaca por día durante un período de tres a seis meses.

Numerosas investigaciones (2, 7, 16, 30, 32, 33) han señalado la importancia de este sistema de producción bovina dentro de la actividad social y económica de Panamá, siendo ésta la razón fundamental por la cual el IDIAP está realizando un tremendo esfuerzo de investigación en pro de su mejoramiento.

Son pocos los estudios disponibles en mejoramiento genético per se en sistemas de doble propósito, debido principalmente a que requieren mucho tiempo para la ejecución y porque muchos programas de mejoramiento genético han tenido un impacto limitado (39). Esta situación pudo haber contribuido a que el componente de mejoramiento genético no fuese considerado como prioritario durante la fase de diseño de las alternativas tecnológicas del proyecto. Sin embargo, Capriles (5) señala que, a medida que se mejora el medio ambiente productivo alimentación, sanidad y manejo, la necesidad de elevar la calidad de las bases genéticas es cada vez más evidente, siempre y cuando existan condiciones favorables de mercado.

Por otra parte, el cruzamiento del ganado Cebú con razas élites de zonas templadas, como Pardo Suiza, Holstein y Jersey, ha sido ejecutado en gran escala con el objetivo de incrementar la producción de leche en países en vías de desarrollo (10, 41). El sistema de producción de doble propósito de Panamá no escapa a esta tendencia, a pesar de que los sistemas de cruzamiento empleados por los productores no tienen una estructura definida. En tales circunstancias, el presente estudio se realizó con la finalidad de conocer el comportamiento productivo real y potencial de leche de los grupos raciales presentes en el sistema de doble propósito,

en dos niveles tecnológicos: tradicional y mejorado, y cinco diferentes ecosistemas de Panamá.

## MATERIALES Y METODOS

Los datos analizados en este estudio fueron obtenidos del proyecto Estudio de Sistemas de Producción Doble Propósito (leche y carne) en Pequeñas y Medianas Fincas de Panamá. Un total de 17 fincas, distribuidas en cinco ecosistemas (Cuadro 1), fueron seleccionadas y, mediante la técnica estadística de análisis discriminante, se confirmó la presencia de estas cinco ecozonas de producción ganadera de doble propósito (28, 29). Las características agroclimáticas de cada ecosistema han sido descritas por De Gracia (7) y los aspectos socioeconómicos, en el Informe Anual del IDIAP de 1987 (17).

La metodología de investigación propuesta para el estudio del sistema de doble propósito se muestra en la Fig. 1 (15). Dicha metodología consistió en tres etapas: selección de áreas y fincas (I); actividades a nivel de finca (II) estudio de dos niveles tecnológicos, que comprende el estudio del sistema tradicional (EST), considerando todos sus componentes tal cual los administraba el productor, y el estudio del sistema mejorado (ESM), teniendo en cuenta todos sus componentes con la introducción de mejoras tecnológicas; y transferencia y capacitación (III). La fase ESM comprendió el diseño e instrumentación de mejoras tecnológicas (subfase II). Se consideró como mejora tecnológica el conjunto de modificaciones relacionadas con las prácticas de manejo, disponibilidad y uso de recursos de la finca, que tienen potencial para incrementar, sustancialmente, la producción y el ingreso neto del productor (17).

Las mejoras tecnológicas se basaron en los siguientes aspectos: pastos cultivados para vacas en produc-



El suplemento energético durante la estación seca, a pesar de no estar contemplada en el paquete tecnológico, fue suministrada en todas las fincas.

Los animales fueron regularmente vacunados contra enfermedades prevalecientes en el área. Los controles sanitarios, manejo de terneros y suplemento mineral durante el EST y ESM han sido detallados por De Gracia (7) e IDIAP (17).

Durante los trabajos de corral, los animales fueron inventariados y, con base en su apariencia fenotípica e información del productor, se les asignó un encaste racial. Así, por ejemplo, si el animal presentaba más rasgos de las razas Holstein o Pardo Suiza que de la Cebú se les anotaba el código HOC o PSC; sin embargo, si los rasgos tendían más al Cebú que a las europeas se les daba el código CHO o CPS. Por otra parte, los animales cebuinos o sus cruces con criollos eran anotados en el código CCR. De estos códigos se formaron tres grupos raciales: grupo 1, con los animales CCR (cebuinos); grupo 2, con los animales CHO y CPS ( $\leq 1/2$  europeo), y grupo 3, con los animales HOC y PSC ( $> 1/2$  europeo).

Las observaciones mensuales de producción de leche y la información obtenida en los trabajos de corral fueron registradas en forma individual y, posteriormente, analizadas según dos criterios: producción real de leche "vendible" del animal, no ajustada por período de lactancia, y la potencial, ajustada a un período de ordeño de 280 días.

La producción de leche considerada en este estudio corresponde a la cantidad de leche "vendible" y no incluye la cantidad consumida por el ternero posordeño y durante períodos nutrimentales críticos para la vaca y ternero, donde la primera era temporalmente separada del grupo de ordeño.

Las características incluidas en el análisis de producción de leche sin corregir (Análisis 1), fueron: producción total de leche no ajustada (PTLNA), producción diaria de leche (PDL) y longitud de lactancia (LL). La PTLNA fue calculada como la sumatoria de los pesajes mensuales (PM) multiplicada por 30.4 ( $PTLNA = (\bar{\delta} PM * 30.4)$ ); la PDL fue estimada como la sumatoria de los pesajes mensuales, dividida entre el número de PM ( $PDL = \bar{\delta} PM/n$ ), y el LL fue calculado como el período transcurrido entre la fecha del último ordeño y la de inicio del ordeño.

Con los datos de producción corregida por período de lactancia (Análisis 2) se estimaron los parámetros de la curva de lactancia y se calculó la producción potencial de leche ajustada a 280 días. Por razones de ajuste de la función gamma, se consideraron sólo aquellos animales cuyas lactancias tuviesen cuatro o más obser-

vaciones. Se utilizó la función propuesta por Jenkins y Ferrell (18).

$$Y(n) = n/ae^{kn}$$

donde:

$$Y(n) = \text{producción diaria de leche en el } n\text{-ésimo día posparto}$$

$$n = \text{días posparto}$$

$$a \text{ y } k = \text{parámetros que definen la forma de la curva de lactancia}$$

$$e = 2.718282$$

Con los parámetros estimados (a y k) se calcularon las siguientes características para cada animal:

$$\text{Tiempo al pico de lactancia (TPL), días} = 1/k$$

$$\text{Producción de leche al pico de lactancia (PLPL), litros} = 1/ake$$

$$\text{Producción total de leche corregida a 280 días (PTL280), litros} = (1/ak^2) (-280ke^{-280k} + e^{-280k} - ke^{-k} + e^{-k})$$

$$\text{Persistencia (PER)} = PTL280/PLPL, \text{ según Syrstad (35)}$$

El modelo estadístico utilizado para el análisis de todas las características, con sus efectos fijos, fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + ET_{ij} + B_k + BE_{ik} + BT_{jk} + E_{ijkl}$$

donde:

$Y_{ijkl}$  = Observación del  $l$ -ésimo animal del grupo racial  $k$ -ésimo, en el nivel tecnológico  $j$ -ésimo y ecosistema  $i$ -ésimo.

$U$  = media general

$E_i$  = efecto del  $i$ -ésimo ecosistema

$T_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel tecnológico

$ET_{ij}$  = efecto del  $i$ -ésimo ecosistema con el  $j$ -ésimo nivel tecnológico

$B_k$  = efecto del  $k$ -ésimo grupo racial

$BE_{ik}$  = efecto de la interacción del  $i$ -ésimo ecosistema con el  $k$ -ésimo grupo racial

$BT_{jk}$  = efecto de la interacción del  $j$ -ésimo nivel tecnológico con el  $k$ -ésimo grupo racial

$e_{ijkl}$  = error aleatorio

Las variables edad de la vaca y mes de parto fueron incluidas como covariables en forma lineal y cuadrática EDAD, EDADSQ, MESP y MESPSQ, respectivamente con base en lo sugerido por Vaccaro (36) y Oñoro (22). La triple interacción: ecosistema-nivel tecnológico-grupo racial no se incluyó en el modelo por no ser significativa en un análisis previo. El modelo estadístico fue analizado de acuerdo con los procedimientos del SAS (9).

## RESULTADOS

En el análisis 1, las covariables EDAD, EDADSQ, MESP y MESPSQ tuvieron un efecto significativo sobre todas las variables estudiadas; sin embargo, en el análisis 2, EDADSQ no tuvo efecto significativo sobre TPL y PER, como tampoco lo tuvieron MESP y MESPSQ sobre PLPL. Los cuadrados medios de los dos análisis de variancia, para las características consideradas en el estudio, se presentan en el Cuadro 2. Las diferencias entre ecosistemas (E), nivel tecnológico (NT) y sus interacciones (E\*NT) influyeron significativamente ( $P < 0.01$ ) en todas las características de producción. Similarmente el grupo racial (GR) tuvo un efecto altamente significativo ( $P < 0.01$ ) sobre todas las variables de respuestas de los análisis 1 y 2 (Cuadro 3). La interacción de GR\*E no tuvo un efecto importante ( $P > 0.10$ ) en TPL y PER y tan sólo la tendencia a ser significativa ( $P < 0.10$ ) en LL; sin embargo, sobre el resto de las variables, la significancia fue alta ( $P < 0.01$ ). El efecto de la interacción GR\*NT no fue significativo en la mayoría de las características en estudio, a excepción de TPL ( $P < 0.10$ ) y PER ( $P < 0.05$ ).

Con el propósito de determinar si la distribución de las observaciones o lactancias por grupo racial fue influida por los niveles tecnológicos (EST y ESM), se

confeccionó la Fig. 2. Claramente se observa que el grupo racial predominante en ambos niveles tecnológicos fue el  $>1/2$  europeo. Por otro lado, a medida que se efectuó el cambio del EST al ESM los cebuinos disminuyeron (22.4% versus 16.4%), aproximadamente en la misma proporción en que aumentó el  $\leq 1/2$  europeo (14.2% versus 21.4%). Esta situación se explica porque a medida que se introdujeron las mejoras tecnológicas, los productores tendieron a cambiar su hato hacia la obtención de encastes más productivos, por la mayor capacidad de pastoreo y el ofrecimiento de una gramínea de mejor calidad nutritiva, pero manteniendo casi constante el grupo  $>1/2$  europeo.

Las observaciones o lactancias fueron agrupadas según tres niveles de producción ( $<500$ , 501-1000 y  $>1000$  l/lactancia), grupo racial y nivel tecnológico (Figs. 3 y 4). El grupo racial  $>1/2$  europeo fue el que más aportó a la producción de leche, en ambos niveles tecnológicos. Durante el EST se encontró una mayor proporción de animales cebuinos en los niveles de producción de  $<500$  y 501-1000 litros (20.8%), la cual disminuyó al 12% para la época en que se realizó el ESM. En contraste, la proporción de estos animales y la del  $\leq 1/2$  europeo aumentó en el nivel de  $>1000$  litros, lo cual se atribuye a la presión de selección que realiza el productor en su hato, manteniendo sólo aquellos animales considerados buenos productores de leche y/o con pariciones más frecuentes, sin tomar en consideración el grado de encaste racial. Independientemente de éste, la mayor proporción de lactancias se agrupó en el nivel de producción de 501-1000 litros, tanto en el EST (50.8%) como en el ESM (48.8%). Esta leve disminución en el ESM se atribuye al desplazamiento de los tres grupos raciales hacia el nivel de producción arriba de los 1000 litros: 21.5% versus 35.6% en el EST y ESM, respectivamente.

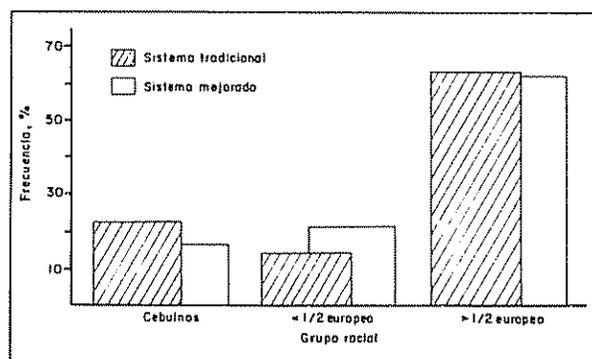
Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de variancia para ambos análisis.

Fuentes de variación	gl	Análisis #1			gl	Análisis #2			
		PTLNL	PDL	LL		TPL	PLPL	PTL280	PER
Ecosistema (E)	4	1 925 483***	15 3***	301 682***	4	15 454***	30 5***	736 900**	88 538***
Nivel tecnológico (NT)	2	5 673 881***	133 9***	329 004***	2	19 038***	129 9***	3 811 379***	119 981***
E*NT	8	1 263 545***	6 4***	77 415***	8	8 487***	12 2***	507 532**	53 493***
Grupo racial (GR)	2	6 556 240***	55 2***	81 065***	2	6 922***	82 5***	9 649 275***	44 588***
ER*E	8	625 571***	12 9***	24 252*	8	1 725	21 8***	608 446***	10 764
GR*NI	4	145 321	1 1	9 283	4	3 105*	4 4	435 825	23 336**
EDAD	1	9 721 840***	48 5***	291 804***	1	12 771***	66 3***	893 113**	84 629***
EDADSQ	1	6 498 016***	23 8***	315 763***	1	2 622	26.4***	717 991*	20 252
MESP	1	882 548**	4 8*	47 851*	1	21 460***	3 6	804 624*	132 229***
MESPSQ	1	1 092 535**	9 1***	41 986*	1	119 179***	5 0	602 408	112 382***
Error	2 116	248 099	1 4	14 365	1 837	1 506	2 5	247 144	9 625
C.V. (%)		49.4	28 8	41 9		4 1	29 6	35 6	36 1

\* $P \leq 0.10$ ; \*\* $P \leq 0.05$ ; \*\*\* $P \leq 0.01$

**Cuadro 3.** Producción total de leche no ajustada (PTLNA), producción diaria promedio (PDL) y longitud de la lactancia (LL) de diferentes grupos raciales.

Variable	Grupo racial	PTLNA (l)	PDL (l/d)	LL
Gualaca Alto	cebuino	512 ± 111	3.2 ± .26	186 ± 27
	≤1/2 europeo	746 ± 80	3.6 ± .19	230 ± 19
	>1/2 europeo	806 ± 35	3.9 ± .08	228 ± 8
Gualaca Bajo	cebuino	743 ± 50	2.9 ± .12	293 ± 12
	≤1/2 europeo	967 ± 62	3.7 ± .15	305 ± 15
	>1/2 europeo	1 056 ± 47	3.9 ± .11	314 ± 11
Bugaba Medio	cebuino	823 ± 119	2.9 ± .28	309 ± 29
	≤1/2 europeo	908 ± 91	3.2 ± .21	350 ± 22
	>1/2 europeo	1 082 ± 38	3.7 ± .09	317 ± 9
Bugaba Bajo	cebuino	926 ± 74	3.9 ± .17	237 ± 18
	≤1/2 europeo	892 ± 106	3.5 ± .25	253 ± 26
	>1/2 europeo	1 331 ± 26	5.2 ± .06	280 ± 6
Los Santos	cebuino	852 ± 39	3.5 ± .09	295 ± 9
	≤1/2 europeo	872 ± 38	3.4 ± .09	312 ± 9
	>1/2 europeo	992 ± 38	3.5 ± .09	354 ± 9
Tradicional	cebuino	632 ± 50	2.8 ± .12	279 ± 12
	≤1/2 europeo	755 ± 58	3.0 ± .14	319 ± 14
	>1/2 europeo	873 ± 28	3.4 ± .06	320 ± 7
Mejorado	cebuino	771 ± 39	3.3 ± .09	264 ± 9
	≤1/2 europeo	877 ± 38	3.5 ± .09	290 ± 9
	>1/2 europeo	1 053 ± 17	4.1 ± .04	298 ± 4

**Fig. 2.** Distribución porcentual de grupos raciales, por nivel tecnológico

Los comportamientos productivos de los tres grupos raciales, independientemente de los niveles tecnológicos, fueron diferentes en cada uno de los ecosistemas (Figs. 5 y 6). A excepción del ecosistema de Bugaba Bajo, los niveles de producción más altos en PTLNA y PTL280 fueron obtenidos con los animales del >1/2 europeo, seguidos por ≤1/2 europeo y, finalmente, por los cebuinos. El ecosistema más propicio para la producción de leche (PTLNA y PTL280) correspondió a Bugaba Bajo. En él, los grupos >1/2 europeo y cebuino

mostraron sus más altos potenciales productivos. El grupo ≤1/2 europeo expresó su máximo potencial de producción de leche en el ecosistema de Gualaca Bajo.

Los mayores niveles de producción obtenidos al estimar PTL280, en relación con la PTLNA, se deben a que la ecuación utilizada estima la cantidad de leche potencialmente producida durante el período en que, por razones nutricias de la vaca y/o ternero, la primera fue separada temporalmente del hato en ordeño y no se registró producción.

A medida que se mejoraron el aspecto nutricio, sanidad y manejo (EST *versus* ESM), los tres grupos raciales respondieron positivamente a este estímulo potencial productivo tanto en PTLNA como en PTL280 (Figs. 7 y 8). El grupo cebuino fue el que mostró una respuesta proporcionalmente más marcada al cambio en el nivel tecnológico: 34% en PTLNA y 27% en PTL280. Los cambios en los niveles de producción del ≤1/2 europeo fueron un 20% en PTLNA y un 14% en PTL280 y, para el >1/2 europeo, 26% y 10% en PTLNA y PTL280, respectivamente.

La mayor PTLNA del >1/2 europeo, en relación con la de los cebuinos (37%;  $P < 0.01$ ) y el ≤1/2 europeo (20%;  $P < 0.05$ ), se atribuye a su mayor PDL y lactancias más largas (Cuadro 3). El >1/2 europeo fue un 24% y

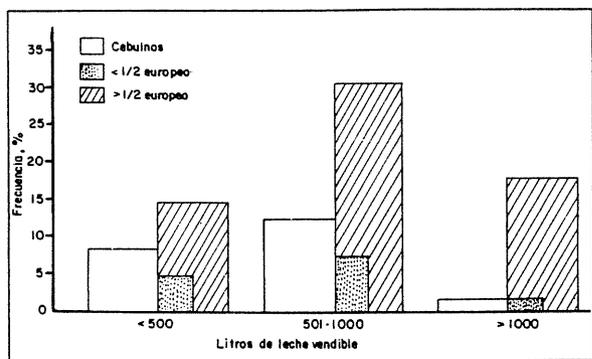


Fig. 3 Distribución porcentual de la producción de leche "vendible", por grupo racial en el sistema tradicional

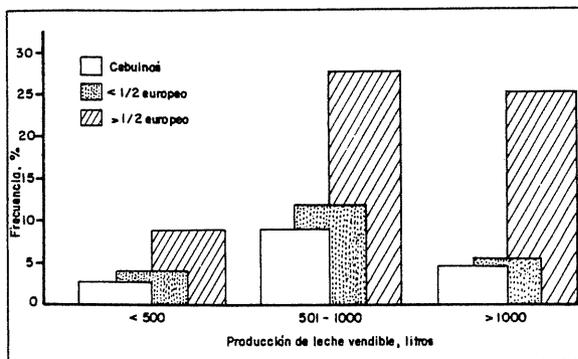


Fig. 4. Distribución porcentual de la producción de leche "vendible", por grupo racial en el sistema mejorado

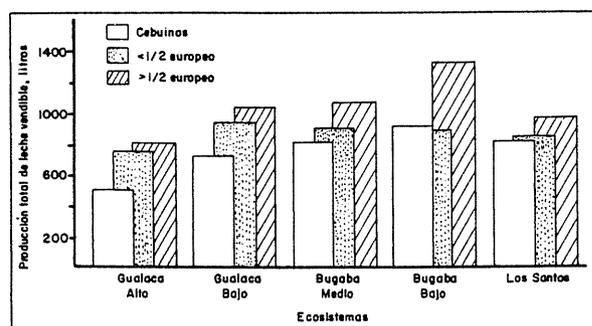


Fig. 5. Producción total de leche "vendible" no ajustable (PTLNA), por grupo racial y ecosistema.

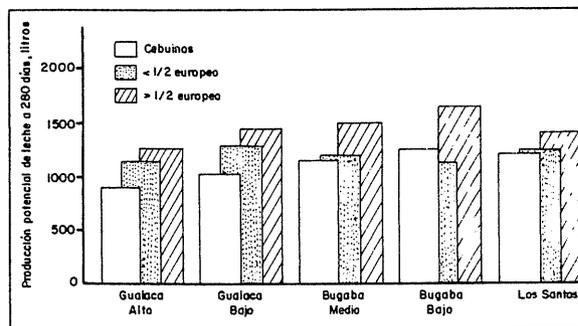


Fig. 6. Producción potencial de leche a 280 días (PTL280), por grupo racial y ecosistema.

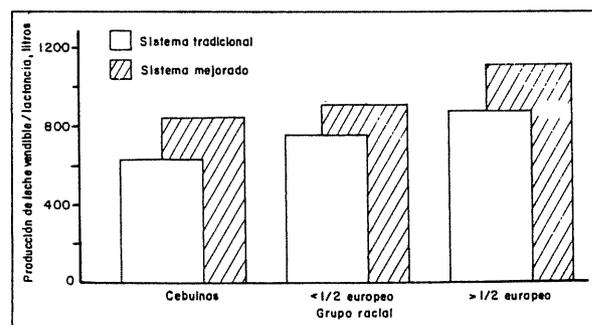


Fig. 7. Producción de leche "vendible" por lactancia (no ajustada), por grupo racial y nivel tecnológico.

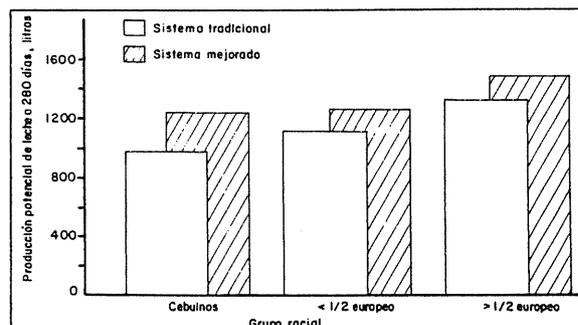


Fig. 8. Producción potencial de leche a 280 días por grupo racial y nivel tecnológico.

17% más productor en PDL que el cebuinos y  $\leq 1/2$  Europeo, respectivamente. Esta tendencia también se observó dentro de los niveles tecnológicos y ecosistemas (Cuadro 3). A medida que aumenta el grado de encaste europeo, aumenta la PDL, especialmente en el sistema mejorado; sin embargo, el LL disminuyó dentro de cada uno de los grupos raciales, cuando se pasó del sistema tradicional al mejorado.

Corroborando resultados presentados anteriormente, Bugaba Bajo fue el ecosistema con mayores niveles de PTLNA y de PDL, con LL intermedios, en comparación con los otros ecosistemas (Cuadro 3). En esta ecozona, los animales del  $> 1/2$  europeo expresaron un 49% mayor potencial, en PTLNA y PDL, que aquel expresado por los grupos cebuino y  $\leq 1/2$  europeo. En adición, éste fue el ecosistema donde los cebuinos superaron

Cuadro 4. Tiempo al pico de lactancia (TPL), producción de leche al pico de lactancia (PLPL), producción de leche ajustada a 280 días (PTL280) y persistencia (PER) de diferentes grupos raciales.

Variable	Grupo racial	TPL (d)	PLPL (l)	PTL280 (l)	PER
Gualaca Alto	cebuino	94 ± 10	4.1 ± .42	911 ± 131	223 ± 26
	≤1/2 europeo	107 ± 7	4.7 ± .29	1 142 ± 89	251 ± 18
	>1/2 europeo	114 ± 3	4.9 ± .13	1 281 ± 40	270 ± 8
Gualaca Bajo	cebuino	114 ± 4	3.9 ± .17	1 039 ± 53	272 ± 10
	≤1/2 europeo	121 ± 5	4.7 ± .20	1 298 ± 64	291 ± 13
	>1/2 europeo	122 ± 4	5.2 ± .16	1 465 ± 50	294 ± 10
Bugaba Medio	cebuino	128 ± 10	3.9 ± .40	1 159 ± 125	303 ± 25
	≤1/2 europeo	128 ± 7	4.2 ± .31	1 197 ± 96	304 ± 19
	>1/2 europeo	134 ± 3	4.9 ± .13	1 512 ± 41	318 ± 8
Bugaba Bajo	cebuino	102 ± 6	5.2 ± .27	1 247 ± 83	242 ± 16
	≤1/2 europeo	100 ± 9	4.8 ± .36	1 141 ± 113	239 ± 22
	>1/2 europeo	101 ± 2	7.1 ± .09	1 660 ± 28	242 ± 6
Los Santos	cebuino	115 ± 3	4.7 ± .13	1 228 ± 41	273 ± 8
	≤1/2 europeo	118 ± 3	4.6 ± .13	1 257 ± 40	281 ± 8
	>1/2 europeo	132 ± 3	4.7 ± .13	1 424 ± 40	318 ± 8
Tradicional	cebuino	114 ± 4	3.8 ± .18	978 ± 56	270 ± 11
	≤1/2 europeo	117 ± 5	4.2 ± .20	1 140 ± 62	282 ± 12
	>1/2 europeo	128 ± 2	4.6 ± .09	1 327 ± 30	311 ± 6
Mejorado	cebuino	107 ± 4	5.0 ± .17	1 241 ± 53	255 ± 10
	≤1/2 europeo	107 ± 3	5.0 ± .14	1 271 ± 44	255 ± 9
	>1/2 europeo	107 ± 2	6.0 ± .07	1 483 ± 22	254 ± 4
Promedio general	cebuino	111 ± 3	4.3 ± .14	1 117 ± 43	263 ± 8
	≤1/2 europeo	114 ± 3	4.6 ± .13	1 206 ± 40	273 ± 8
	>1/2 europeo	120 ± 1	5.4 ± .06	1 468 ± 18	288 ± 4

ligeramente en PTLNA (4%) y PDL (11%) a los del ≤1/2 europeo, posiblemente debido a que el cebuino, por tener mayor tiempo de permanencia en el área y en sistemas de doble propósito, ha tenido mayor presión de selección hacia leche que el ≤1/2 europeo, cuya introducción ha sido un poco más reciente.

Los resultados obtenidos en PTL280 fueron muy similares a los encontrados en PTLNA (Cuadro 4). La superioridad en PTL280 de los animales del ≤1/2 europeo sobre el cebuino (31%) y el ≤1/2 europeo (22%) es atribuible a que el TPL fue nueve y seis días más prolongado y la PLPL fue un 26% y 17% más alta, respectivamente. Por otra parte, los mayores valores de PER en >1/2 europeo: 9% y 5% sobre los cebuinos y el ≤1/2 europeo, respectivamente, se deben principalmente a la mayor PTL280 y PLPL.

A pesar de que los valores de PTL280 aumentaron en los tres grupos raciales con el sistema mejorado, los de PER disminuyeron debido a un incremento significativo ( $P < 0.01$ ) en PLPL (Cuadro 4). Adicionalmente, el TPL y la PER tendieron a ser similares para los tres grupos raciales.

Los valores más altos en PTL280, logrados por los tres grupos raciales, se obtuvieron en Bugaba Bajo (Cuadro 4), a pesar de que no se dieron mayores valores de PER. En este mismo Cuadro se observa claramente que el ecosistema de Los Santos es el segundo con mayor potencial para PTL280, aun cuando en esta zona los períodos de sequía son los más prolongados del país cinco a seis meses.

## DISCUSION

Los bajos niveles de producción, ligados a la falta aparente de medidas de manejo y alimentación, caracterizan las explotaciones de doble propósito, predominantes en el trópico bajo de América Latina. Estos sistemas son altamente dependientes de pastos naturales y/o naturalizados (64%), menos del 50% usan suplemento, 56% no usan suplementos minerales y los niveles de producción de leche están cercanos a los cuatro litros por vaca al día, 1 180 litros por lactancia y 290 días de lactancia (1, 4, 34). Según Vaccaro (37), el sistema de doble propósito podría mejorarse significativamente con la introducción de medidas correctivas de fácil aplicación y con altas posibilidades de tener un impac-

to importante sobre la productividad total. Este planteamiento ha sido comprobado en el proyecto IDIAP-CIID (7).

Por otra parte, Preston (27) señala que un aspecto fundamental en el sistema de doble propósito, es no pretender alcanzar altas tasas de producción de leche por vaca al día, sino optimizar el sistema, en general, tomando en cuenta el engorde del novillo, el levante de la hembra y la producción láctea, siempre sobre la base de un sistema estrechamente "adaptado" a los recursos disponibles. El proyecto IDIAP-CIID ha dado énfasis al incremento en la producción de leche y eficiencia reproductiva, con base en la utilización de los recursos disponibles en el área; sin embargo, no ha otorgado mucha atención al levante del novillo, ya que se ha considerado que, en la mayoría de los casos, el ternero se vende al destete o poco después.

Los resultados han demostrado que el productor, por iniciativa propia, tendió a reemplazar el grupo cebuino por el  $\leq 1/2$  europeo, buscando animales de mayor potencial productivo, una vez que las condiciones de alimentación, sanidad y manejo mejoraron. Desafortunadamente no existe un estudio reciente sobre la evolución de la composición racial de los hatos durante los últimos años, que permita asegurar si realmente la introducción del paquete tecnológico indujo cambios en la estructuración racial del hato, o fue un fenómeno independiente en los cinco ecosistemas estudiados. En todo caso, esta tendencia a mejorar el potencial genético, una vez mejorado el ambiente, coincide con la estrategia tecnológica propuesta por Capriles (5), según la cual, a medida que se mejora el medio ambiente, se debe mejorar el genotipo del hato para alcanzar mayores niveles de producción. Esta estrategia coincide en muchos aspectos con la del proyecto (17) en el sentido que, si bien la investigación debe desempeñar un papel fundamental en el desarrollo de paquetes tecnológicos, debe estar organizada con un enfoque de sistemas, concebida en forma interdisciplinaria, en donde las disciplinas se deben orientar hacia la solución de problemas limitantes del sistema como un todo.

Vaccaro *et al.* (39) encontraron incrementos hasta del 300% en producción e ingreso neto de fincas pequeñas, al sustituir con animales mejorados los existentes en el área. Sin embargo, también se ha determinado que el comportamiento de los genotipos más productivos varía de acuerdo con el grado de mejoramiento ambiental introducido al sistema. Vercoe y Frisch (40) y Díaz (8) señalan que el factor principal, que impide aumentos en la producción, es la relación negativa que hay entre el potencial productivo y la capacidad de adaptación al medio ambiente tropical. Los resultados encontrados en el presente trabajo corroboran tales afirmaciones. El "paquete tecnológico" diseñado fue similar para los cinco ecosistemas; sin

embargo, las respuestas variaron de localidad a localidad, con lo que se demuestra que otros factores clima, suelo, altitud, topografía, etc. pueden estar influenciado adversamente las ventajas de la tecnología.

Existe abundante evidencia que demuestra, en forma consistente, que los animales cruzados Europeo x Cebú o Criollo tienden a ser los más productivos en las condiciones del trópico. La superioridad del grupo  $> 1/2$  europeo sobre el  $\leq 1/2$  europeo, en estos sistemas de doble propósito, también ha sido encontrada por Rosemberg y Flores (31) en Perú (+23%); Herrera *et al.* (1983) en Tabasco (+11%); Briceño *et al.* (1983) en Chetumal (+16%); estos últimos autores citados por Alvarez (3) y Hernández y Martínez (13) en Colombia (+19%). Por otro lado, cuando se han comparado los del europeo con el cebuino, las diferencias han sido más marcadas; por ejemplo, en Cuba Ponce y Bell (24) encontraron una superioridad de +72% y, en Colombia, Prada (25, 26) la estimó en +352%; Pardo *et al.* (23) informa una superioridad del +156 por ciento.

Uno de los aspectos considerados como limitantes a la introducción del ordeño en hatos de carne es el potencial genético para producción de leche de las vacas cebuinas utilizadas en estos hatos (36). Los resultados del comportamiento productivo del grupo cebuino, encontrados en este trabajo, son superiores a los hallados por Prada (25, 26) y Pardo *et al.* (23) y un poco inferiores a los de Ponce y Bell (24) y Vaccaro (38), lo que indica que realmente existe un potencial productivo en estos animales. En este sentido, se comparte la opinión de Vaccaro (36), en que, probablemente, su potencial genético esté siendo enmascarado, en gran medida, por los niveles insuficientes de alimentación y manejo que caracterizan dichas explotaciones. Por otra parte, si bien el crecimiento de los terneros es, a menudo, perjudicado por el ordeño de las madres, el efecto no es necesariamente importante a largo plazo, como lo confirman Carneiro *et al.* (6); Leiva *et al.* (19) y Montoni *et al.* (21).

Los datos de Ponce y Bell (24), así como los de Libreros *et al.* (1983); Briceños *et al.* (1983) y Herrera *et al.* (1983), citados por Alvarez (3), concuerdan con los del presente estudio en que, a medida que se aumenta el encaste racial europeo, la longitud de lactancia tiende igualmente a aumentar.

La producción potencial de leche de los tres grupos raciales estudiados, permite establecer importantes diferencias con las curvas clásicas de lactancia, descritas para vacas lecheras puras en países templados, donde el pico de lactancia se alcanza en la cuarta semana o poco después de ésta (24, 42). En el presente estudio, el TPL fue superior a los 100 días, en la mayoría de los casos. Por otro lado, en un estudio realizado por Madalena *et al.* (20), con razas europeas y cruces de

éstas con Cebú en ambientes subtropicales, se señala la existencia de picos de lactancia pequeños alcanzados muy cerca del parto, aunque los datos provenían de hatos con lactancias cortas y menor nivel de producción, en comparación con los hatos europeos puros. En el caso de Ponce y Bell (24), las curvas pudieron haber sido influidas porque éstas estaban basadas en registros mensuales y no semanales. En todo caso, los resultados de este estudio concuerdan con los reportados por Ponce y Bell (24) y Guerra (12). En relación con otras características de la lactancia, la PER encontrada en este estudio concuerda con las de trabajos previos (11, 12). Valores mucho mayores para PLPL y PTL280 fueron hallados en los estudios de Guerra (12), con animales del  $\leq 1/2$  europeo y de Ponce y Bell (24) con animales del  $>1/2$  europeo.

### CONCLUSIONES

La introducción de mejoras tecnológicas en el sistema de doble propósito tendió a modificar la estructura racial del hato, ocasionando una disminución de la proporción de animales cebuinos, pero manteniendo casi constantemente la proporción del  $>1/2$  europeo. Esta tendencia fue dirigida hacia la obtención de animales más productivos: +1000 litros por lactancia, aprovechando las mejoras logradas en alimentación, sanidad y manejo.

Los tres grupos raciales variaron su comportamiento productivo dentro de los cinco ecosistemas en estudio, posiblemente en función de su adaptabilidad a las condiciones ambientales prevalecientes. Factores tales como suelo, precipitación, altitud, topografía, etc., se consideran como los más influyentes en las respuestas encontradas.

Independientemente del ecosistema, los tres grupos raciales responden positivamente a la introducción de las mejoras tecnológicas, siendo el grupo cebuino el más propenso a responder positivamente a estas mejoras.

La producción potencial de leche de los tres grupos raciales, mostró grandes diferencias con las curvas clásicas de lactancia de animales puros y cruzados en clima templado.

### LITERATURA CITADA

1. ALUJA, A. 1986. Sistema de producción de leche y carne en la zona central de Veracruz. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (X., 1986, Acapulco, Méx.) Resúmenes. Acapulco. p. 5.
2. ALVARADO, Y.; MIRANDA, M. 1988. Impacto bio-económico del doble ordeño y mejoras tecnológicas en sistemas doble propósito de Aserri de Gariché, Bugaba. Tesis Lic. David, Chiriquí, Universidad Santa María La Antigua. 112 p.
3. ALVAREZ, F.J. 1986. Sistema de producción bovina de doble propósito en el trópico mexicano. In Seminario sobre ganadería doble propósito. Memorias. L. Arango-Nieto, A. Charry, R. Vera (Eds.). Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 45-58.
4. BREINHOLT, K. 1982. Producción de leche animal y comportamiento reproductivo en pequeñas fincas en el trópico boliviano. Producción animal tropical (R.D.) 7:282-291.
5. CAPRILES, M. 1982. Sistemas de producción de leche y carne para los llanos occidentales venezolanos. In Sistemas de producción con bovinos en el trópico americano. L. Pearson de Vaccaro (Ed.). Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela. p. 89-112.
6. CARNEIRO, G.G.; TORRES, J.R.; GOMEZ, F.R.; VEIRA, M.; SALVO, A.E. 1973. Pesos de becerros Gujevá de mais nao-ordenhadas e ordenhadas. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (IV., 1973, Guadalajara, Méx.) Resúmenes. G-25.
7. DE GRACIA, M. 1991. Estudio del sistema de producción doble propósito en Panamá. Turrialba (C.R.) 41(1):?
8. DIAZ, V.L. 1986. Producción bovina de doble propósito en los trópicos brasileños. In Seminario sobre Ganadería de Doble Propósito. Memorias. L. Arango-Nieto, A. Charry, R. Vera (Eds.). Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 97-112.
9. FREUND, R.J.; LITTELL, R.C. 1981. SAS for linear models: A guide to the ANOVA and GLM procedures. Cary, North Carolina, Statistical Analysis Systems Institute. 231 p.
10. GODARA, B.R.; ARORA, K.C.; PANDER, B.L.; KHANNA, A.S. 1990. Genetic and non-genetic factors affecting milk quantity and quality traits and their interrelationship in temperate x zebu crossbred cattle. Tropical agriculture (Tri.) 67:49-52.
11. GUERRA, P.; ANDERSON, G.B.; DICKERSON, G.E. 1987. Effects of twin calves on performance and efficiency in beef production. Journal of animal science (EE.UU.) 65 (Supl. 1): 205. (Abstract).
12. GUERRA, P. 1990. Producción de leche y determinación de las curvas de lactancia de vacas cruzadas F1 (Holstein + Cebú) bajo un sistema de manejo semi-intensivo. In Reunión Anual Asociación Panameña Producción Animal (IX., David, Chiriquí, Pan.) Resúmenes. R-21.
13. HERNANDEZ, G.; MARTINEZ, G. 1985. Producción de leche en clima medio con cruces de Holstein y Blanco Orejinegro. Revista ICA (Col.) 20:197-202.

14. IDIAP. 1977. Proyecto de investigación sobre el mejoramiento de sistemas de explotaciones ganaderas de doble propósito. Santiago de Veraguas. 91 p.
15. IDIAP. 1986. Metodología de investigación en sistemas ganaderos: Estudios de sistemas de producción doble propósito en pequeñas y medianas fincas de Panamá. Gualaca, Chiriquí, Panamá, IDIAP. 6 p.
16. IDIAP /CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA). 1986. Metodología de investigación para la generación y desarrollo de alternativas mejoradas en sistemas de producción bovina de doble propósito en Bugaba, Panamá. Turrialba, C.R. 55 p.
17. IDIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ). 1987. Tercer Informe Anual del Proyecto "Estudio de Sistemas de Producción Doble Propósito (Carne y Leche) en Pequeñas y Medianas Fincas de Panamá". Gualaca, Chiriquí, Panamá, IDIAP. 145 p.
18. JENKINS, I G.; FERRELL, C L. 1984. A note on lactation curves of crossbred cows. *Animal production* (Escocia) 39:479-482.
19. LEIVA, M; LOPEZ, J; CARRILLO, A. 1973. Influencia del ordeño en el trópico sobre la producción de novillas. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (IV., 1973, Guadalajara, México) Resúmenes G-24.
20. MADALENA, F E; MARTINEZ, M L; FREITAS, A F. 1979. Lactation curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. *Animal production* (Escocia) 29:101-107.
21. MONTONI, D; RODRIGUEZ, J.; PABON, D. 1975. Estudio técnico-económico sobre el ordeño en vacas productoras de carne. *Agronomía Tropical* (Ven) 25:267-282.
22. OÑORO, P. 1989. Evaluación bio-económica de alternativas en fincas. In Reunión General de RISPAL (VIII., 1989, San José, C.R.). Informe. M.E. Ruiz, A. Vargas (Eds.) San José, IICA, CATIE, INIAA. p 415-441.
23. PARDO, O.; SANCHEZ, J.E.; CHARRY, A.; ARANGO-NIETO, L. 1986. Evaluación de la producción de leche y carne de diferentes grupos raciales en el trópico bajo colombiano. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. s p (Mimeografiado).
24. PONCE, P.; BELL, L. 1986. Estudio de la lactancia en vacas Holstein Friesian, Cebú y sus cruces en Cuba. *Revista de Salud Animal* (Cuba) 8:73-88.
25. PRADA, N. 1978. Programa de selección por inseminación artificial para leche y carne en Cuba. In Seminario sobre mejoramiento genético e inseminación artificial. La Habana, FAO-CIDA. p 19.
26. PRADA, N. 1979. Programa de cruzamiento lechero en Cuba. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (VII., 1979, Pan.) ALPA. p 163-167.
27. PRESTON, I R. 1986. Sistemas alimenticios para ganado doble propósito. In Seminario sobre Ganadería de Doble Propósito. Memoria. L. Arango-Nieto, A. Charry, R. Vera (Eds.) Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 177-189.
28. QUIROZ, R; QUIEL, J. 1989. Sistema de producción de bovinos de doble propósito en Panamá. In Reunión General de RISPAL (VIII., 1989, San José, C.R.). Informe. M.E. Ruiz, A. Vargas (Eds.) San José, C.R., IICA, CATIE, INIAA. p 55-64.
29. QUIROZ, R; AMEZQUITA, M C; GUERRA, P; QUIEL, J. 1989. Utilización de la información generada a través de la investigación en sistemas de producción animal. In Diálogo Transferencia de tecnología agropecuaria: Enfoque de hoy y perspectiva para el futuro (XXVII., 1989, PROCISUR) E. Gastal, J.P. Puignau, T. Tonina (Eds.) Colonia, Uru., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. p 103-113.
30. RIOS, S; SCHELLENBERG, R; QUIEL, J; IGLESIAS, A. 1986. Estudio de sistemas de producción animal en Panamá. I. Marco metodológico y su estado de instrumentación. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (X., 1986, Aca-pulco, Méx.) Resúmenes p 58.
31. ROSEMBERG, J; FLORES, A. 1986. Características productivas de un rebaño Holstein, Brown Swiss y cruces Brown Swiss con Cebú. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (X., 1986, Aca-pulco, Méx.) Resúmenes. p 113.
32. SARMIENTO, M; RIOS, S; PINZON, B; DE GRACIA, M; GUERRA, P; AVILA, M; LI PUN, H; MARES, V; MATUTE, O. 1981. Diagnóstico de sistemas de producción de pequeñas y medianas explotaciones ganaderas en Panamá. III. Comparación de sistemas de producción animal. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (VIII., 1981, Santo Domingo, R.D.) Resúmenes Santo Domingo. E-33.
33. SARMIENTO, M.; QUIJANDRIA, B; GONZALEZ, S.; HART, R.; SOLANO, R; DE PATA PILLAR, V; BOREL, R.; PEREZ, E; PINZON, B. 1983. Diseño de sistemas alternativos de producción bovina de doble propósito para el área de Bugaba, Provincia de Chiriquí, Panamá. In Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal Tropical (III., 1983, Bogotá, Col.). Informe M.E. Ruiz, H.H. Li Pun (Eds.). Bogotá, International Development Research Centre IDRC-MR90s. p. 26-47.
34. SERE, C; SCHELLENBERG, R; ESTRADA, R.D. 1982. Ganadería de doble propósito: Diagnóstico de sistemas de las provincias centrales, Panamá. In Estudio Cooperativo. Cali, Col., Banco Nacional de Panamá (BNP) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). s p.

35. SYRSTAD, O. 1974. Relationship between twin births and milk production in dairy cattle. *Meldinger fra Norges Landbrukshogskole (Noruega)* 53:1-8.
36. VACCARO, LUCIA DE. 1984. Mediciones de respuesta animal en ensayos de pastoreo: vacas lecheras y de doble propósito. In *Evaluación de pasturas con animales: Alternativas metodológicas*. C. Lazcano, E. Pizarro (Eds.). Cali, Col., Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 127-141.
37. VACCARO, LUCIA DE. 1986. Sistema de producción bovina predominante en el trópico latinoamericano. In *Seminario sobre Ganadería de Doble Propósito. Memorias*. L. Arango-Nieto, A. Charry, R. Vera (Eds.) Bogotá, Col., Instituto Colombiano Agropecuario, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 29-44.
38. VACCARO, LUCIA PEARSON DE. 1987. La necesidad de incorporar al animal en evaluación de pastos. In *Curso Taller sobre metodologías para la evaluación de pasturas en pruebas bajo pastoreo*. Cali, Col., Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 20. (Mimeografiado).
39. VACCARO, LUCIA; QUIJANDRIA, B.; LI PUN, H. 1988. Role of animal breeding studies in farming system research. 151 p. (Mimeografiado)
40. VERCOE, J.E.; FRISCH, J.F. 1974. Fasting metabolism, liveweight and voluntary feed intake of different breeds of cattle. In *Simposio sobre Metabolismo Energético en Ganado (VI, 1974)*. K.H. Menke, H.J. Lantzsck, J.R. Reichl (Eds.). Asociación Europea de Producción Animal. Publicación no. 14 p. 131-138
41. WILSON, R. T.; WARD, P.N.; SAEED, A. M.; LIGHT, D. 1987. Milk production characteristic of the Kenana breed of *Bos indicus* cattle in Sudan. *Journal of dairy science (EE UU)* 70:2673-2679.
42. WOOD, P.D.P. 1980. A note on the lactation curves of some high-yielding British Friesian cows. *Animal production (Escocia)* 30:299-302.

# SISTEMA DE PRODUCCION BOVINA DE DOBLE PROPOSITO EN PANAMA<sup>1</sup>

M. De Gracia\*

## ABSTRACT

In Panama, 84% of the milk is produced in small- and medium- sized farms with dual purpose cattle. These farms represent 99% of all dairy farms in the country. However, there is a shortage of milk and Panama has to import it to meet 50% of the total demand. In order to improve production and productivity of these farms, and also to increase the efficiency of the generation and transfer of technology process, a farming system research project was initiated in 1978. Five ecosystems were covered by the project: Gualaca Highlands (GA), Gualaca Lowlands (GB), Bugaba Lowlands (BB), Bugaba Intermediate (BM) and Los Santos (LS) with two, four, two, three and six farms monitored in each ecosystem, respectively. Farm monitoring was divided into three periods: STD, traditional system or farm management under total control of farmers; STR, transitional system or the period when the project team intervened on the farm introducing new technology; and SMJ, improved system or the period following the implementation of the technology in the farms. Technology implemented on farms included: introduction and management of pastures, animal health control, mineral supplementation and, finally, energy-protein supplementation in order to improve nutritional and health status of calves, lactating cows, dry cows and heifers. Data was analyzed according to a statistical model which included the ecosystem the production system and their interaction as sources of variation. The results showed that the ecosystem was the only significant factor, and no significant variation was produced as a result of the introduction of technology in the production system. However, taking into consideration that perhaps the evaluation period for SMJ was too short, the data was analyzed for trends. This analysis showed some improvements in the system as a result of the introduction of technological alternatives: an increase in herd size and calving rate, and a reduction in the calving interval and age at first conception. Crossbred animals predominate in the dual purpose cattle system where at least 50% of the blood is of European origin, the rest being Zebu and/or Criollo.

(Palabras claves: Enfoque de sistemas, investigación en fincas, ecosistemas, alternativas tecnológicas)

## INTRODUCCION

Ante la constante y creciente demanda por mejorar los niveles de producción y productividad de los pequeños y medianos agricultores y la necesidad de hacer más efectivo el proceso de investigación y transferencia de tecnología, a finales de la séptima década, el proceso de investigación en Panamá incluyó, dentro de sus programas, la ejecución de ensayos y

## COMPENDIO

El 84% de la producción de leche de Panamá se obtiene en fincas pequeñas y medianas bajo el sistema de producción bovina de doble propósito. Estas fincas comprenden el 99% de las explotaciones lecheras. La producción no satisface las demandas del país por lo que se debe importar cerca del 50% de su demanda. Para mejorar la producción y productividad de estas fincas, y con el propósito de hacer más efectivo el proceso de generación y transferencia de tecnología, se desarrolló en Panamá un proyecto de investigación, aplicando la metodología de enfoque de sistemas en fincas de productores. El proyecto incluyó cinco ecosistemas: Gualaca Alto (GA), Gualaca Bajo (GB), Bugaba Bajo (BB), Bugaba Medio (BM) y Los Santos (LS), en los cuales se dio seguimiento a dos, cuatro, dos, tres y seis fincas cooperadoras, respectivamente. Los periodos estudiados comprendieron: STD sistema tradicional o período de manejo del sistema por el productor sin modificaciones; STR sistema de transición o período en el cual se inició la implementación de las alternativas tecnológicas; y SMJ sistema mejorado o período inmediatamente posterior al inicio de la ejecución de las alternativas. Las alternativas, aunque no fueron similares en todos los ecosistemas, comprendían la introducción de pasturas y manejo, calendarios sanitarios, suplemento mineral y energético-proteico; esta última afecta la alimentación, sanidad y manejo de terneros, vacas lactantes y al hato seco, principalmente. Se sometió la información recopilada a un análisis estadístico donde las fuentes de variación fueron: ecosistema, sistema y su interacción. Para las variables discutidas en el presente trabajo, se encontró que sólo el efecto del ecosistema fue significativo, no así el del sistema o ejecución de las alternativas. No obstante, considerando la posibilidad de que el período de evaluación es muy corto, se analizaron las tendencias de los índices y se encontró cierto nivel de mejora en los mismos al introducir las alternativas tecnológicas. En los últimos años, el hato ha aumentado, asociado con menores índices de mortalidad en terneros, mayor natalidad en vacas, menores intervalos entre partos y menor edad a la primera concepción en las novillas. En el sistema existe una predominancia del cruce mayor a un cebú/criollo por europeo.

pruebas en fincas de productores con el enfoque de sistemas. Este presenta sus ventajas como herramienta para el proceso de investigación dado que, según lo describe Kaminski (7) es "esencialmente una forma de percibir problemas". La investigación en fincas de productores, en este enfoque, da la oportunidad de estudiar el sistema de producción como un todo, haciendo énfasis en las interdependencias de aquellos componentes bajo el control del productor, así como su interacción con aquellos de tipo físico, biológico y socioeconómico que no están bajo su control (2).

El enfoque de sistemas contrasta con la investigación tradicional en componentes o disciplinas, en centros de investigación y de educación superior. Li Pun y Ruiz (8) establecen una comparación entre ambos enfoques,

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 18 de marzo de 1991.

Los datos utilizados en el presente trabajo representan el esfuerzo de todo el equipo de trabajo del proyecto de doble propósito en las áreas de Bugaba, Gualaca y Los Santos, así como de aquellos técnicos que, de una u otra forma, integraron y/o apoyaron al proyecto durante sus años de ejecución. Sin este personal no hubiera sido posible tener a la disposición tan valiosa información para su análisis.

\* Centro Nacional de Investigación Pecuaria, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Panamá.

mostrando sus similitudes y ventajas, así como el inicio de la aplicación del enfoque de sistemas en proyectos de investigación en América Latina y el Caribe. Una de las mayores ventajas que ofrece esta metodología de investigación es la de permitir la identificación y priorización de los problemas limitantes del sistema de producción en estudio. Adicionalmente, cumplida esta etapa, se logra una racionalización y uso más eficiente de los recursos físicos, humanos y financieros con que cuentan las instituciones de investigación, cuando logran centrar sus esfuerzos en la generación, evaluación, adaptación y transferencia de tecnologías que den solución a los problemas y/o factores limitantes, previamente identificados y priorizados.

La problemática lechera en Panamá presenta el marco de referencia adecuado para el desarrollo de un proyecto de investigación en fincas de productores con enfoque de sistemas aplicado a la producción animal. País deficitario en su autoabastecimiento de leche y sus derivados, tiene que cubrir aproximadamente un 50% de la creciente demanda con importaciones, lo que representa una fuga de divisas. El 84% de la producción de leche del país proviene de fincas con el sistema de producción, conocido como de doble propósito leche y carne, las cuales representan el 99% de las 4970 explotaciones ganaderas dedicadas a la producción de leche (4).

En 1978 se inició en Panamá un proyecto que contempló el estudio del sistema de producción referido (5). En su primera etapa, contempló el uso de modelos físicos y se compararon las ventajas del sistema "mejorado" frente al "tradicional". El primero contemplaba la introducción de nuevas tecnologías al sistema "tradicional", tales como el uso de pastos mejorados, manejo rotativo de potreros, ensilaje, uso de sales minerales y adecuado control sanitario, entre otros. La rigidez de estos modelos físicos y la ausencia de la participación del productor en el manejo de los mismos, aunadas a que la nueva tecnología propuesta resultaba, en algunos casos, muy poco rentable, provocó una evolución hacia la aplicación y evaluación de la metodología de enfoque de sistemas en fincas de productores. El presente trabajo presenta algunos de los resultados obtenidos luego de seis años de aplicación de esta metodología, así como algunas consideraciones sobre el análisis de la información recopilada durante estos años.

## METODOLOGIA

La investigación con el enfoque de sistemas, aplicada en fincas de productores, consta de varias etapas. No necesariamente implica que se deban contemplar todas estas etapas de manera rigurosa. Existe cierto grado de flexibilidad dependiendo del sistema en estudio, así como de otros factores propios de la aplicación

de la metodología, lo que de cierta manera ha provocado que puedan identificarse tres tipos de investigación en finca (2). De forma general, las etapas que contempla la metodología son: selección del área de trabajo; descripción del área y de los sistemas de producción preexistentes; identificación y priorización de los problemas limitantes; desarrollo del plan de investigación, tanto en finca como de aquella complementaria que requiere su ejecución en condiciones controladas en las estaciones experimentales; diseño de alternativas; evaluación de alternativas; extrapolación y difusión de resultados, los cuales deberían culminar con la ejecución de un programa-piloto de producción (2, 15).

La Fig. 1 muestra las fases de la metodología, así como la duración aproximada de cada una de ellas para su ejecución, en el caso del proyecto de Panamá. En la actualidad, el equipo técnico se encuentra en la preparación de un estudio de prefactibilidad para un proyecto de desarrollo, basado en los resultados obtenidos a la fecha. Esta misma distribución de las fases sirvió de base para clasificar la información recopilada en finca en los siguientes períodos: (a) sistema tradicional (STD), período durante el cual se dio seguimiento al sistema de producción manejado por el productor sin "perturbaciones"; (b) sistema de transición (STR), período durante el cual se produjo la primera intervención, por parte del proyecto, al sistema de producción; y (c) sistema mejorado (SMJ), período inmediatamente posterior al período donde se dio la primera intervención. Para facilidad en el análisis, se consideraron los años-calendario desde el primero de setiembre al 31 de agosto como ciclos de producción, ya que en 1983 se inició la recolección de información en la mayoría de las fincas cooperadoras.

La introducción de alternativas a las fincas ocurrió en distintos momentos, por lo que la duración del STD varía entre fincas. Así, se tienen fincas con un solo año de STD mientras que otras tienen hasta tres años con este sistema. El STR en todos los casos corresponde a un solo ciclo o período de producción. Su inclusión dentro del SMJ es discutible; diversos análisis muestran ciertas diferencias del período con el SMJ, lo que parece indicar que existe la posibilidad de que la introducción de alternativas no sólo haya provocado cambios biológicos importantes en el sistema de producción, sino también en la actitud del productor, lo que causaría cambios inmediatos cuya magnitud se reduciría a medida que el sistema vuelve a su dinámica normal.

Debe señalarse que el período de transición, dada la dinámica de los sistemas de producción, no puede definirse como un lapso definido durante el cual se ejecutaron las alternativas en la finca. Se ha podido determinar que, dependiendo de la alternativa tecnológica, ésta puede tomar meses y aun años. Además, una vez que se inicia el proceso de cambio en el sistema,

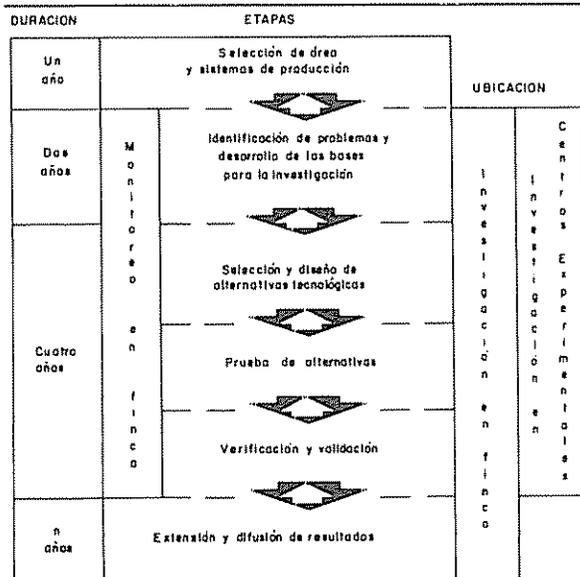


Fig 1. Metodología de investigación del proyecto

por lo general se siguen produciendo cambios en el mismo, o bien, al inicio la alternativa se pone en marcha parcialmente, y en períodos posteriores se van adicionando otros componentes de la misma. Tales el caso de la introducción de pasturas. La siembra de las primeras hectáreas es casi inmediata; sin embargo, en períodos posteriores, el productor, por iniciativa propia, continúa ampliando la cobertura y no es sino hasta la última etapa cuando considera la necesidad de utilizar fertilizantes y/o aplicar el manejo sugerido por los técnicos. Lo anterior dificulta la determinación del período de ejecución, por lo que se consideró definir como período de transición aquel en que el técnico introdujo al sistema un insumo que no era propio del

mismo. Este insumo puede haber sido monetario directo —pago de jornales, compra de sales, medicamentos, etc.,— o físico —preparación de tierra, construcción de cerca, etc.—, aunque este último también tiene su expresión en moneda.

Luego de la ejecución de las primeras etapas de la metodología, con base en un muestreo descrito con anterioridad (6), fue posible identificar tres regiones geográficas para la ejecución del proyecto. Posteriormente, diversos factores, que no ameritan señalarse en el presente trabajo, forzaron una redefinición de las áreas de trabajo, las cuales finalmente fueron identificadas como ecosistemas, y cuyas características agroecológicas se detallan en el Cuadro 1.

La selección de fincas cooperadoras se hizo según una serie de restricciones, lo que determinó, en cierta medida, el número de fincas por ecosistema (Cuadro 1). Su selección, aún cuando se quiera aplicar el concepto al azar, no es un proceso fácil, al igual que no lo es el seguimiento y toma de datos del sistema durante un largo período de tiempo. Una finca, para poder ser considerada dentro del programa de investigación, debe tener ciertas "facilidades", adicionales a la anuencia del productor a servir como unidad experimental (1). Todo esto produce cierto sesgo que deberá tomarse en consideración una vez que se determinen la extensión y difusión de los resultados. De acuerdo con Quiroz *et al.* (10), con la aplicación de un análisis discriminante, se comprobó que los sistemas establecidos son independientes entre sí y que la clasificación a priori de las fincas, dentro de cada ecosistema, fue correcta, ya que el análisis mostró que ninguna finca debía ser reclasificada.

La información sometida a análisis para el presente trabajo fue recopilada desde el primero de setiembre

Cuadro 1. Características agroecológicas de los ecosistemas bajo estudio.

Características	Ecosistemas				
	Gualaca		Bugaba		Los Santos
	Alto (GA) (2)	Bajo (GB) (4)	Medio (BM) (3)	Bajo (BB) (2)	(LS) (6) <sup>1</sup>
Altitud (msnm)	500-1000	0-250	300-700	0-270	0-20
Precipitación (mm)	2 800	5 600	4 280	2 560	1 100
Temperatura (°C)	23	25	23	25	28
Meses de sequía	4	4	3	3	6
Topografía	Quebrada	Ondulada	Quebrada	Ondulada	Plana
Pasto predominante	<i>Cynodon</i> sp. <i>Axonopus</i> sp.	<i>H. rufa</i> <i>Axonopus</i> sp.	<i>Axonopus</i> sp.	<i>P. maximum</i>	<i>H. rufa</i> <i>B. pertusa</i>
Suelo					
- pH	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3
- Mat. orgánica (%)	9.3	7.6	14.0	16.0	3.0
- Fósforo (ppm)	5.9	2.5	4.7	3.4	8.0

<sup>1</sup> Número de fincas

de 1983 hasta el 31 de agosto de 1989. Dicha información fue obtenida directamente en las fincas de los productores durante visitas periódicas y según un formulario establecido y descrito con anterioridad (6). Comprende aspectos relacionados con la producción mensual de leche por vaca, obtenida por pesada directa; prácticas de sanidad; utilización de pasturas y suplemento; muertes, nacimientos, así como un registro de todos los gastos e ingresos de la finca. Por lo menos dos veces al año se procedió a realizar lo que se denomina "trabajo de corral", donde todos los animales son pesados e identificados. Las vacas y novillas aptas para reproducción se sometieron a palpación rectal para determinar el estado fisiológico y condición de sus órganos genitales.

En el Cuadro 2 se describen, de forma general, las alternativas tecnológicas, identificadas como aquellas que podrían disminuir, en un corto o mediano plazo, los efectos negativos de los factores limitantes de la producción, identificados con anterioridad (6).

A pesar de que el desarrollo de las alternativas fueron parcialmente financiadas por el proyecto y de que, a lo largo de la ejecución del mismo, el personal de campo no sufrió grandes cambios, es de interés señalar que se dio un amplio rango en la ejecución de éstas en finca. Ríos *et al.* (11) indican que se dieron diferencias entre y dentro de los ecosistemas. En el Cuadro 3 se observa el grado de ejecución de las distintas alternativas por ecosistema. Dada la relevancia de este aspecto, se ha determinado como de suma importancia fijar los factores internos y externos al sistema de producción, así como aquellas características propias de cada alternativa, que determinaron la variabilidad en la ejecución de las mismas. En trabajos posteriores se presentará un análisis más completo donde se pueda establecer con mayor claridad las relaciones causa-efecto y el grado de ejecución de las alternativas y niveles de producción y productividad alcanzados por cada finca y ecosistema.

Adicionalmente se indica que gran parte de los índices zootécnicos presentados y analizados en el presente trabajo, son el producto de modificaciones que merecen ser sometidos a una discusión más amplia para lograr establecer criterios más uniformes cuando se quiera analizar la información proveniente de investigación en fincas de productores. A continuación se describen los índices zootécnicos analizados en el presente trabajo.

**Intervalo entre partos (IEP).** Definido como el lapso transcurrido entre dos partos consecutivos. Tal como lo señalan Rivera (12) y Vaccaro (13), es muy común considerar para la estimación de este índice sólo aquellos animales que presentan partos consecutivos durante el período en estudio. Sin embargo, en los sistemas de doble propósito no es raro encontrar animales que sólo registran un parto o que permanecieron

**Cuadro 2.** Descripción general de las alternativas tecnológicas propuestas para ser ejecutadas en fincas de productores.

Categoría animal	Alternativa tecnológica	Actividades
Terneros	Introducción de pasturas	Establecimiento Fertilización Manejo
	Calendario sanitario	Control de endoparásitos Control de ectoparásitos Vacunaciones Vitaminas
	Suplemento mineral	Sal mineralizada
Vacas en producción	Introducción de pasturas	Establecimiento Fertilización Manejo
	Banco de leguminosas	Establecimiento Fertilización Manejo
	Calendario sanitario	Control de endoparásitos Control de ectoparásitos Vacunaciones Vitaminas
	Suplemento mineral	Sal mineralizada
Hato seco	Suplemento energético-proteico en la época seca	Ofrecimiento melaza-urea
	Calendario sanitario	Control de endoparásitos Control de ectoparásitos Vacunaciones Vitaminas
	Suplemento mineral	Sal mineralizada

en la finca por largos períodos de tiempo desde su último parto, y que posteriormente fueron vendidos o sacrificados. Estos animales de alguna manera afectan el IEP del sistema, por lo que se procedió a "estimarles" un IEP tomando en consideración su período de permanencia en la finca. Si éste fecha de salida y del último parto, es mayor que el período promedio del intervalo parto-concepción del sistema en estudio, el siguiente parto se estimará con una fecha equivalente a: fecha de salida o última de inventario más un período de concepción (285 d). Si su período de permanencia es menor que el

período promedio parto-concepción, no se estima el parto puesto que aún está dentro del período "normal" para concebir nuevamente dentro del ecosistema correspondiente. Para definir el sistema correspondiente para cada IEP, se consideró la fecha del primer parto.

**Edad a la primera concepción (EPC).** Es aquella en que las novillas conciben por primera vez. Para determinar esta edad, ya que no se tenía un control sobre las montas efectuadas a las novillas, ni se tenían parámetros específicos para definir la edad para el primer servicio, se sustrajo a la fecha del primer parto un período de concepción (285 d). Es ésta la fecha que también determina el sistema al que pertenece el primer parto de la novilla.

**Natalidad en vacas.** A falta de criterios específicos para determinar edad y/o peso de las novillas aptas para reproducción, este índice sólo fue calculado para las vacas con más de un parto. Un análisis de los datos indicaba cuán difícil era determinar el denominador para estimar este índice, debido a que el sistema es tan dinámico que el inventario inicial de vacas es, en muchos casos, diferente al inventario final dentro del período en evaluación. Además, debido a que, en muchos casos, en el período estudiado se venden vacas que han parido o se compran las que paren, pueden darse sobrestimaciones de la natalidad. Por consiguiente, se ajustó la metodología sugerida por Rivera (12) con la cual se obtiene el "índice estimado de natalidad". Se utilizó como denominador el número de vacas en existencia al primero de enero de cada período, utilizando como numerador los nacimientos ocurridos desde el

primero de setiembre al 31 de agosto del período en estudio de aquellas vacas presentes en la finca el primero de enero de cada período.

**Mortalidad en terneros.** Se fijó como el cociente de las muertes en animales menores de un año sobre los partos ocurridos, incluyendo natimortos animales que mueren en los cinco días posteriores al parto.

#### Análisis estadístico

Debido a la complejidad del sistema de producción, así como a la presencia y efecto de factores exógenos y endógenos que pudieran haber afectado su respuesta ante la introducción de alternativas, el análisis de la información no se ha hecho dentro de un modelo estadístico muy complejo, por el momento. Tomando en consideración la definición de los ecosistemas y períodos de evaluación, sistemas, el análisis de la información generada se hizo utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + S_j + ES_{ij} + e_{ijk}$$

donde:

Y = k-ésima observación dentro del i-ésimo ecosistema (E) en el j-ésimo sistema (S)

$\mu$  = media general

$E_i$  = efecto del i-ésimo ecosistema  $i = 1, 2, \dots, 5$

$S_j$  = efecto del j-ésimo sistema  $j = 1, 2, 3$

$ES_{ij}$  = efecto de la interacción del i-ésimo ecosistema y el j-ésimo sistema

$e_{ijk}$  = error aleatorio  $k = 1, 2, \dots, 17$

Cuadro 3. Nivel de implementación (%) de las alternativas tecnológicas en fincas de productores por ecosistema.

Alternativa tecnológica por categoría animal	Ecosistemas				
	Gualaca		Bugaba		Los Santos
	Alto (GA) (2)	Bajo (GB) (4)	Medio (BM) (3)	Bajo (BB) (2)	(LS) (6) <sup>1</sup>
<b>Terneros</b>					
Introducción de pasturas	22.2	78.8	77.8	na <sup>2</sup>	9.3
Calendario sanitario	83.3	58.3	47.2	70.8	87.5
Suplemento mineral	33.3	66.7	44.4	83.3	80.0
<b>Vacas en producción</b>					
Introducción de pasturas	33.3	76.4	77.8	100.0	74.1
Banco de leguminosas	33.3	88.9	na	na	na
Calendario sanitario	72.2	68.1	51.8	77.8	74.1
Suplemento mineral	66.7	66.7	55.6	83.3	66.7
Suplemento energético-proteico en época seca	66.7	na	na	na	na
<b>Hato seco</b>					
Calendario sanitario	50.0	58.3	44.4	66.7	45.2
Suplemento mineral	33.3	45.8	44.4	66.7	33.3

Fuente: Adaptado de Ríos *et al.* 1990.

<sup>1</sup> Número de fincas

<sup>2</sup> na: no aplica. La tecnología no fue propuesta para el ecosistema, o no fue sugerida al productor para su ejecución en el ecosistema correspondiente.

## RESULTADOS

El Cuadro 4 muestra el resultado del análisis de variancia sobre la estructura del hato así como de su tamaño. Tal como se observa no se encontró ningún cambio significativo ( $P>0.05$ ), debido al cambio de sistemas o su interacción con los ecosistemas. Se anota que los grados de libertad para el error, incluyen observaciones anuales para cada finca, aunque éstas son diferentes pues no todas permanecieron en observación por un mismo número de años. Obviamente, el elemento "años" no fue una variable tomada en cuenta en el modelo.

Según se observa en el Cuadro 5, los hatos más grandes se encuentran en los ecosistemas BB y GA,

notándose además que, en su estructura, mantienen un alto número de vacas, terneros, terneras y novillas, en comparación con los ecosistemas restantes. Este mayor tamaño del hato esta asociado con el tamaño en promedio del área ganadera de las fincas estudiadas; a mayor área dedicada a la ganadería existe una tendencia por mantener un hato de mayor tamaño. Aun cuando el análisis estadístico no muestra un efecto significativo del sistema sobre el tamaño del hato, los datos muestran (Fig. 1) una tendencia a un crecimiento durante los dos últimos años del SMJ. En el Cuadro 5 se puede observar que los ecosistemas BB y GA tienen, en promedio, fincas con mayor superficie dedicada a la ganadería pero con menor carga animal. Los ecosistemas con menor número de hectáreas dedicadas a la ganadería tienden a mantener una mayor carga animal, aunque el hato total es menor.

Cuadro 4. Cuadrados medios, coeficiente de variación y coeficiente de correlación al cuadrado del análisis de variancia para el tamaño del hato y su estructura.

Fuente de variación	(gl)	Categoría animal							Total	N/V <sup>1</sup>
		Toros	Vacas	Terneras	Terneros	Novillas	Novillos			
Ecosistema (E)	4	7.41***	2 356.13***	347.79***	237.06***	458.00***	165.19**	12 798.41***	2 005.67**	
Sistema (S)	2	0.86	42.11	53.49	28.44	5.95	6.15	170.68	1 869.52*	
E x S	8	0.36	92.44	42.84	26.33	80.59	36.20	437.42	1 616.42**	
Error	104	1.00	74.04	23.78	28.08	83.29	41.44	635.95	623.23	
Coefficiente de variación (CV)		62.28	28.91	41.68	48.54	45.36	95.76	31.20	35.86	
R <sup>2</sup>		0.31	0.64	0.54	0.34	0.33	0.30	0.55	0.25	

<sup>1</sup> N/V: Relación novillas (N) a vacas (V), en porcentaje.

\*  $P<0.05$

\*\*  $P<0.01$

\*\*\*  $P<0.001$

Cuadro 5. Tamaño del hato y su estructura, relación novilla- vacas, hectáreas ganaderas y carga animal según ecosistema y sistema.

Categoría animal	Ecosistemas					
	Gualaca		Bugaba		Los Santos	
	Alto (GA) (2)	Bajo (GB) (4)	Medio (BM) (3)	Bajo (BB) (2)	(LS) (6) <sup>1</sup>	
Toros	3.1 ± 0.3	1.1 ± 0.2	1.3 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.9 ± 0.2	
Vacas	38.8 ± 3.0	20.2 ± 1.9	18.1 ± 2.2	51.5 ± 2.7	29.6 ± 1.7	
Terneras	17.6 ± 1.7	7.3 ± 1.1	7.5 ± 1.2	18.4 ± 1.5	11.1 ± 1.0	
Terneros	15.3 ± 1.8	7.2 ± 1.2	6.7 ± 1.3	15.5 ± 1.6	11.8 ± 1.0	
Novillas	25.1 ± 3.2	15.0 ± 2.0	14.3 ± 2.3	27.0 ± 2.8	22.0 ± 1.8	
Novillos	13.6 ± 2.2	4.2 ± 1.4	3.4 ± 1.6	6.8 ± 2.0	6.7 ± 1.2	
Total	113.5 ± 8.8	55.0 ± 5.6	51.3 ± 6.4	120.2 ± 7.9	83.1 ± 4.9	
N/V (%)	64.5 ± 8.7	71.9 ± 5.5	89.4 ± 6.4	55.3 ± 7.8	73.8 ± 4.9	
Hectáreas ganaderas	68.3 ± 8.4	23.4 ± 4.3	27.8 ± 4.6	70.3 ± 5.7	36.8 ± 4.6	
UA/hg <sup>2</sup>	1.1 ± 0.01	1.6 ± 0.12	1.2 ± 0.13	1.2 ± 0.16	1.5 ± 0.13	

1 Número de fincas.

2 Unidades animales por hectárea ganadera.

a,b,c Promedios en la misma línea con letras diferentes difieren entre sí ( $P<0.05$ ).

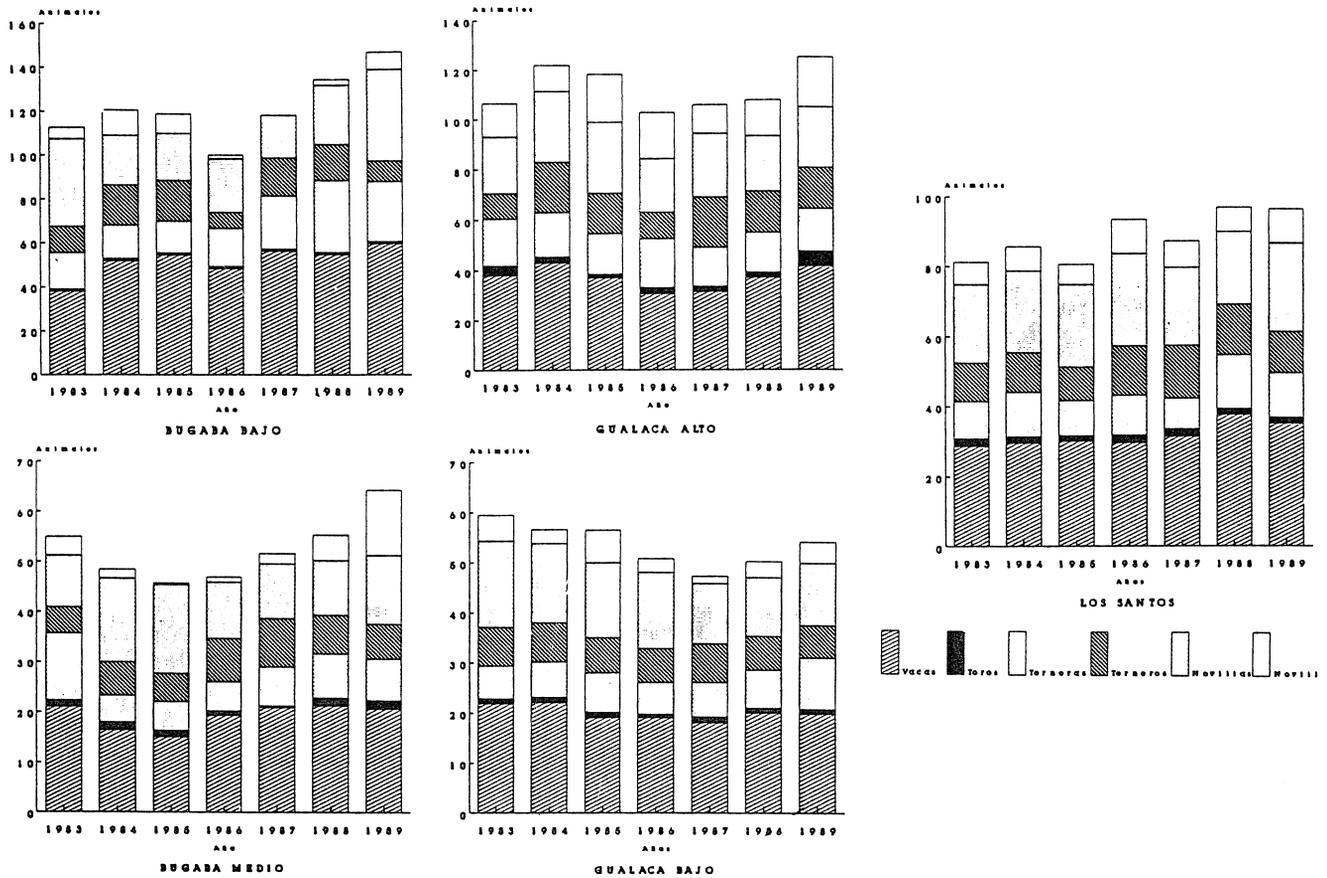


Fig. 2. Tamaño y estructura del hato durante los años de estudio para cada ecosistema.

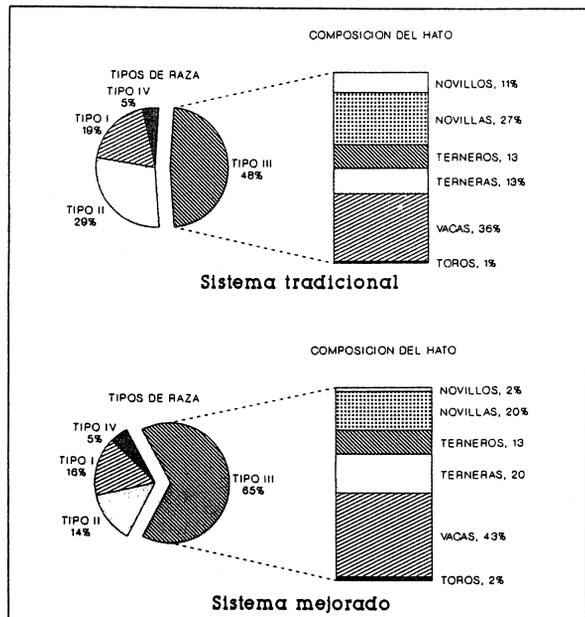


Fig. 3. Composición racial de los hatos y estructura del grupo racial predominante en el ecosistema Bugaba Bajo durante el sistema tradicional y mejorado.

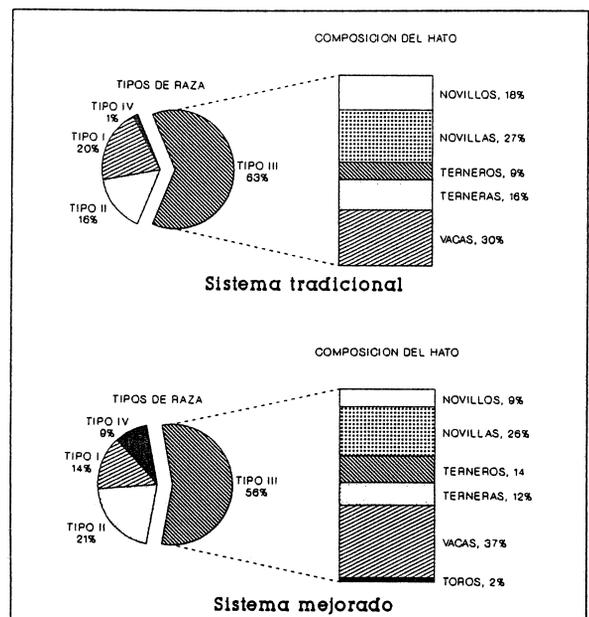


Fig. 4. Composición racial de los hatos y estructura del grupo racial predominante en el ecosistema Bugaba Medio durante el sistema tradicional y mejorado.

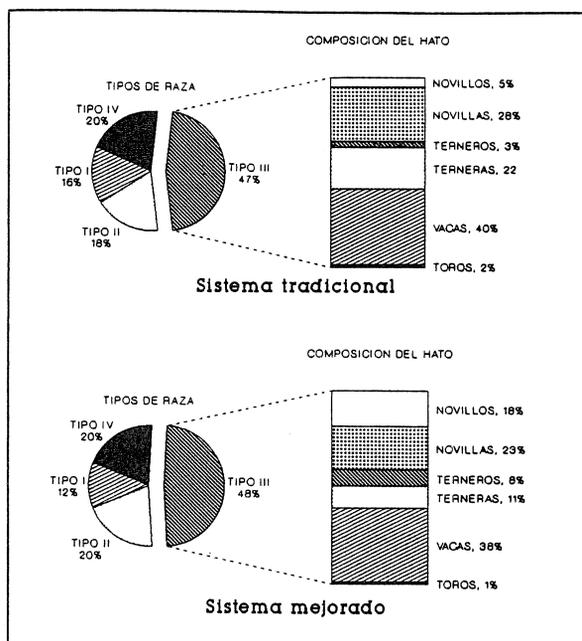


Fig. 5. Composición racial de los hatos y estructura del grupo racial predominante en el ecosistema Gualaca Alto durante el sistema tradicional y mejorado.

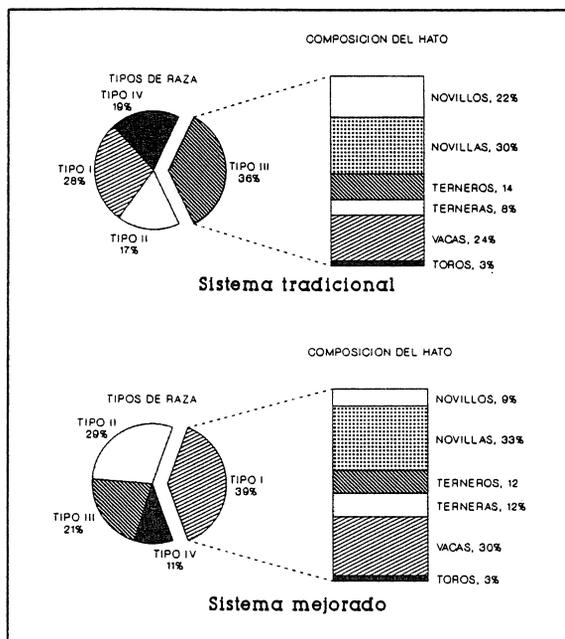


Fig. 6. Composición racial de los hatos y estructura del grupo racial predominante en el ecosistema Gualaca Bajo durante el sistema tradicional y mejorado.

En todos los ecosistemas, entre un 34% y 42% del hato está constituido por vacas y, en un segundo lugar de importancia, por terneros y terneras animales menores de un año, que representan en promedio un 28% del hato. Las novillas animales que pueden considerarse como el grupo de reemplazo representan en promedio un 25%, constituyéndose en el tercer grupo numérico. Aun cuando el sistema es considerado como de doble propósito, los novillos sólo representan entre un 4% a 7% del hato, con excepción del ecosistema GA donde representan un 13.6%, debido a que una de las fincas mantiene los novillos hasta la ceba o media ceba.

Con respecto de la relación novillas/vacas, se puede observar que en aquellos ecosistemas con hatos de menor tamaño, existe una tendencia a mantener un mayor porcentaje de novillas en relación con las vacas, ocurriendo lo contrario en hatos de menor tamaño como se observa para los ecosistemas GB, BM y LS. No obstante estas diferencias, puede indicarse que estas relaciones son superiores al 50% y, en algunos casos, alcanzan un 89%, porcentaje que puede considerarse elevado.

La importancia del animal cruzado, *Bos indicus x Bos taurus*, para los sistemas de producción de doble

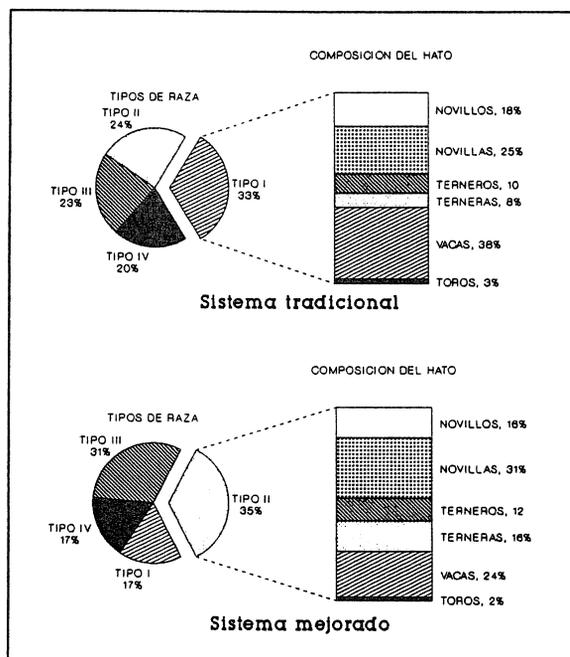


Fig. 7. Composición racial de los hatos y estructura del grupo racial predominante en el ecosistema Los Santos durante el sistema tradicional y mejorado.

de propósito ha sido señalada recientemente (13). Para determinar la composición racial de los hatos y su posible variación tanto entre como dentro de ecosistemas, así como los posibles cambios por efecto del sistema, se estableció una clasificación fenotípica de los animales de acuerdo con la siguiente agrupación:

- Grupo I: Animales cebuinos, criollos o cruce de ambos.
- Grupo II: Animales con cruce igual o menor a uno media-sangre cebú/criollo con europeo.
- Grupo III: Animales con cruce mayor a uno media-sangre cebú/criollo con europeo.
- Grupo IV: Animales con cruce indefinido "dificiles de clasificar" o sin información en el registro pertinente.

Las figuras 2 a la 7 muestran la composición racial de los hatos por ecosistema en los STD y SMJ, así como la estructura del grupo racial predominante en cada sistema. Como puede observarse en BB, BM y GA el grupo III predominó durante el STD y SMJ, con una tendencia a disminuir el número de animales en el grupo I y aumentar en el grupo II. En el ecosistema GB ocurrió una transición en la predominancia del grupo III al I; es decir, se dio un cambio hacia animales con mayor encaste de la raza cebuina/criolla. En el ecosistema LS se observó, por el contrario, una evolución del hato del grupo I al grupo II y III, indicando una tendencia a un mayor cruce de animales con mejor potencial en producción de leche.

La evolución de los hatos hacia el grupo III usualmente se vio acompañada por un aumento en el grupo de vacas, como lo fue en el caso de los ecosistemas BB y BM. En el caso de LS, gran parte de los animales del grupo III son novillas, por lo que es de esperarse que en períodos futuros el número de vacas encastadas aumente significativamente. El caso del ecosistema GB, necesita un análisis más profundo pues los datos muestran, en dicho ecosistema, una tendencia hacia la producción de carne, más que de leche. No obstante estos cambios raciales, puede observarse la disminución en la proporción de novillos dentro de los cruces predominantes.

El Cuadro 6 indica algunas medidas de la variabilidad obtenida en la EPC. Tomando en consideración la amplitud de las observaciones rangos y coeficientes de variación; este índice muestra una amplia variabilidad que se mantiene entre ecosistemas así como entre sistemas. En términos generales, a excepción de GB, en todos los ecosistemas se tiende a que la concepción ocurra a edades más tempranas, cuando se comparan el STD y el SMJ, si se toman en consideración las medias así como el valor límite del tercer cuartil (Q3), el cual comprende un 75% de la población. Los valores más

Cuadro 6. Promedio, rango, límite del tercer cuartil y coeficiente de variación de la edad a la primera concepción por ecosistema y sistema.

Ecosistema	Sistema	n <sup>5</sup>	Medida de dispersión		
			Promedio ± EE <sup>1</sup>	Rango <sup>2</sup>	Q3 <sup>3</sup> CV <sup>4</sup>
Bugaba Bajo	STD	62	41.6 ± 1.2	25 - 65	48 23
	SMJ	36	36.3 ± 1.6	24 - 61	43 27
Bugaba Medio	STD	36	41.6 ± 1.4	28 - 64	46 20
	SMJ	24	35.5 ± 1.1	25 - 47	39 15
Gualaca Alto	STD	33	34.0 ± 1.1	26 - 51	37 19
	SMJ	52	33.6 ± 0.9	25 - 54	36 19
Gualaca Bajo	STD	50	46.9 ± 1.5	30 - 97	51 23
	SMJ	24	50.5 ± 2.9	29 - 94	59 28
Los Santos	STD	69	43.2 ± 1.4	28 - 89	48 27
	SMJ	155	41.9 ± 0.7	27 - 89	46 20

<sup>1</sup> Promedio ± error estándar.

<sup>2</sup> Rango (mínimo - máximo).

<sup>3</sup> Tercer cuartil (75% de la muestra)

<sup>4</sup> Coeficiente de variación.

<sup>5</sup> Número de observaciones

bajos para EPC se obtuvieron en GA y los más altos en GB dentro del SMJ.

El Cuadro 7 muestra las mismas medidas de dispersión para los IEP. Al igual que con el índice, mencionado anteriormente, la amplitud de las observaciones, así como los coeficientes de variación, indican una gran variabilidad en este índice que se mantiene entre ecosistemas y sistemas. Los valores límites del tercer cuartil (Q3) y las medias indican una tendencia hacia una reducción del IEP por efecto de la transición del STD al SMJ. Los menores intervalos, en promedio, se obtuvieron para el ecosistema BB y los mayores en BM dentro del SMJ.

En el Cuadro 8 se resumen los valores promedios de natalidad en vacas y mortalidad en terneros. Ambos índices sólo fueron afectados por el ecosistema (Cuadro 9), obteniéndose las más altas natalidades en BB, siendo muy similares para el resto de los ecosistemas. En el caso de la mortalidad de terneros, se observó que la más baja se dio en LS, la que no fue diferente a GB y BM, y la más alta mortalidad se registró en GA y BB. Aún cuando no hubo un efecto significativo del sistema, se pudo observar una disminución en la mortalidad al comparar el STD con el SMJ dentro de ecosistemas. En el caso de BB se logró un 70% de disminución en la mortalidad de terneros, mientras que en GB, aunque se obtuvo una leve disminución, la mortalidad se mantiene sobre el 10 por ciento.

Cuadro 7. Promedio, rango, límite del tercer cuartil y coeficiente de variación del intervalo entre partos por ecosistema y sistema.

Ecosistema	Sistema	n <sup>5</sup>	Promedio ± EE <sup>1</sup>	Medida de dispersión		
				Rango <sup>2</sup> días	Q3 <sup>3</sup>	CV <sup>4</sup> (%)
Bugaba Bajo	STD	206	481.8 ± 11.2	286 - 1 466	546	33
	SMJ	244	438.3 ± 7.7	298 - 1 030	488	27
Bugaba Medio	STD	97	617.8 ± 27.0	289 - 2 167	731	43
	SMJ	101	514.0 ± 15.4	302 - 1 057	593	30
Gualaca Alto	STD	92	499.8 ± 18.1	309 - 1 111	551	35
	SMJ	193	461.5 ± 9.4	295 - 973	529	28
Gualaca Bajo	STD	134	630.3 ± 15.4	315 - 1 252	710	28
	SMJ	146	513.5 ± 11.8	309 - 1 120	591	28
Los Santos	STD	251	612.0 ± 12.0	295 - 1 456	733	31
	SMJ	404	515.2 ± 6.2	293 - 977	595	24

<sup>1</sup> Promedio ± Error estándar.<sup>2</sup> Rango (mínimo - máximo)<sup>3</sup> Tercer cuartil (75% de la muestra).<sup>4</sup> Coeficiente de variación.<sup>5</sup> Número de observaciones

Cuadro 8. Promedio de natalidad en vaca y mortalidad en terneros por ecosistema y sistema.

Ecosistema	Sistema	Índice <sup>1</sup>	
		Natalidad (%)	Mortalidad (%)
Bugaba Bajo	Total <sup>2</sup>	71.4 <sup>a</sup> ± 4.4	16.4 <sup>ab</sup> ± 4.2
	STD	71.2 ± 6.9	22.8 ± 6.7
	SMJ	77.0 ± 5.6	6.7 ± 5.4
Bugaba Medio	Total <sup>2</sup>	55.3 <sup>b</sup> ± 3.6	10.9 <sup>bc</sup> ± 3.5
	STD	50.8 ± 5.6	7.1 ± 5.4
	SMJ	52.8 ± 4.6	9.3 ± 4.4
Gualaca Alto	Total <sup>2</sup>	58.3 <sup>b</sup> ± 4.9	20.3 <sup>a</sup> ± 3.0
	STD	60.6 ± 9.8	8.5 ± 9.4
	SMJ	63.8 ± 4.9	9.4 ± 4.7
Gualaca Bajo	Total <sup>2</sup>	55.1 <sup>b</sup> ± 3.1	8.3 <sup>bc</sup> ± 4.7
	STD	43.3 ± 4.9	17.0 ± 4.7
	SMJ	65.3 ± 4.0	12.7 ± 3.8
Los Santos	Total <sup>2</sup>	54.7 <sup>b</sup> ± 2.7	5.4 <sup>c</sup> ± 2.6
	STD	57.8 ± 5.6	3.3 ± 5.0
	SMJ	54.2 ± 2.9	4.7 ± 2.8

<sup>1</sup> Promedio ± Error estándar.<sup>2</sup> Total por ecosistema, incluye todos los sistemas.

a,b,c = Promedios en la misma columna con letras diferentes difieren entre sí (P&lt;0.05).

## DISCUSION

Los resultados indican que existe una tendencia a un incremento en el tamaño de los hatos. Esto podría ser el resultado directo de que cuando se mejora el sistema, o el ambiente, los productores tratarían de retener un

Cuadro 9. Cuadrados medios, coeficiente de variación y coeficiente de correlación al cuadrado del análisis de variancia para natalidad en vacas y mortalidad en terneros.

Fuente de Variación	(gl)	Natalidad	Mortalidad
Ecosistema (E)	4	573.4*	697.3**
Sistema (S)	2	316.6	357.4
E x S	8	297.3	148.6
Error	101	190.2	178.0
Coeficiente de variación (CV)		23.8	130.1
R <sup>2</sup>		0.29	0.22

\* P&lt;0.05

\*\* P&lt;0.01

mayor número de animales, ya que mejora la expectativa de supervivencia de los mismos. Sin embargo, pareciera que en algunos ecosistemas se está alcanzado la capacidad máxima de carga de los pastos, a juzgar por el hecho de que existen ecosistemas donde, a pesar de mantener hatos de menor tamaño, se tienen mayores cargas, mientras que hay otros ecosistemas con hatos más grandes cuyas cargas son menores, lo que indica que aún tienen potencial para aumentar su capacidad. Lo anterior sugeriría que donde la tierra es limitada el sistema de producción tendrá que hacerse mucho más eficiente y será necesario efectuar una mayor presión de selección sobre los animales, lo que conlleva también una mejora en el ambiente físico.

Cabe señalar que en los hatos más pequeños se puede observar una tendencia a mantener un mayor número de

novillas con relación a las vacas. Por el momento, es difícil explicar este comportamiento, sin embargo pueden considerarse tres posibilidades para que esto suceda: (a) el productor con hatos pequeños mantiene un mayor número de reemplazos en vista de los problemas reproductivos, morbilidad y mortalidad, que se asocian con estos sistemas de producción; (b) el productor ve en el desarrollo de las novillas una forma de capitalizar, ya que el valor de las mismas es superior a un novillo de similar peso y/o edad; y (c) el número de novillas puede indicar la avanzada edad que alcanzan estos animales antes de su primer parto y de ahí su "acumulación" en el hato.

La denominación de doble propósito se deriva, en parte, por el hecho de que el sistema, además de producir leche como principal de actividad, también produce carne. Los resultados indican que cualesquiera sean la magnitud e importancia de la producción de carne, esta aparentemente proviene, principalmente, de la venta de los animales machos de posdestete, ya que su número decrece marcadamente en las categorías de animales mayores de un año. No se descartan los ingresos al sistema por la venta o eliminación de animales adultos hembras, vacas y novillas; sin embargo, debido a que el objetivo principal del sistema es la producción de leche, esto pareciera ocurrir con menor frecuencia.

Una mayor tendencia hacia la especialización del sistema o hacia un esfuerzo en aumentar la producción de leche podría estar relacionado con la composición racial del hato. Los resultados indican que, de modo natural, los productores han establecido un sistema de cruzamiento que les ha permitido mantener en sus hatos un mayor porcentaje de animales cruzados con un alto porcentaje de razas especializadas, en especial europeas como la Pardo Suiza o Holstein. No se observó en los ecosistemas, a excepción de LS, un cambio marcado de un grupo racial a otro debido a la introducción de tecnología en los sistemas de producción. Sin embargo, dentro del grupo racial predominante, se pudo observar que el aumento ocurría principalmente en la categoría de vacas, indicando la importancia que le da el productor a las mismas desde el punto de vista productivo. Un mayor nivel de sangre europea en estos hatos significa mayores demandas del ecosistema para disminuir los efectos adversos de las condiciones ambientales que se dan en el trópico bajo, y es muy probable que esto se refleje en problemas reproductivos, morbilidad y mortalidad.

El análisis de la EPC y del IEP indica que los ecosistemas BB y GA, son los que tienden a mantener menor número de novillas de reemplazo y los que también presentan valores para EPC e IEP, en comparación con los otros ecosistemas, lo que podría relacionarse con una menor "acumulación" de novillas en el hato. Por otra parte, en BB se obtuvo el mayor índice de

natalidad en vacas y en GA, el siguiente valor de natalidad, aunque éste no fue diferente del resto de los ecosistemas. Sin embargo, los índices de natalidad están muy por debajo del 80%, que podría tomarse como un nivel óptimo. En cuanto a la edad al primer parto, las novillas están pariendo a edades avanzadas: más de 42 meses en el mejor de los casos. Este promedio está por encima de los valores calculados en animales cruzados en la India (13). Muy similar ocurre con los intervalos entre partos que también resultaron superiores a los 430 días, encontrados en la India. Adicionalmente, los valores obtenidos son superiores, tanto para la edad a la primera lactación como para el intervalo entre partos, que en el caso de los media-sangre europea 35 meses y 408 días, respectivamente estudiados por McDowell (9). En Venezuela se han obtenido valores no mayores que los 460 días para IEP en animales cruzados; sin embargo, para Bolivia los mestizos Pardo Suiza en manejo intensivo con cría mostraron valores promedios de 343 días en comparación con 480 días para los mestizos Holstein (3). En el presente estudio, los valores más bajos para el IEP, para BB, fueron de 438 días.

Aunque el análisis no permite demostrar las diferencias entre los distintos tipos raciales identificados, los ecosistemas BB y GA —que tienden a mantener un mayor grado de cruzamiento— presentan una mortalidad más elevada de terneros, mientras que los ecosistemas GB y LS— menor grado de encaste europeo —tienden a mantener una menor mortalidad en terneros. Esto concuerda con las observaciones de Vaccaro (14), donde se indica que a medida que aumenta el nivel del cruce con ganado europeo aumenta la tasa de mortalidad de terneros.

Estadísticamente, la puesta en marcha de alternativas tecnológicas en los sistemas de producción tradicionales, tiene como hipótesis nula el que los índices de producción y productividad en éstos deben ser iguales antes y después de ejecutada la alternativa. La hipótesis alterna es que la introducción de ella a los sistemas producirá cambios en estos índices, que, por evaluaciones a priori, el investigador estima como positivos. En sistemas de producción se da un sinnúmero de índices y de alternativas para evaluar estos cambios. En la mayoría de los casos sólo permiten medir cambios en componentes de los sistemas, y muy pocos miden la variación del sistema como un todo.

El modelo estadístico que permita una evaluación integral del sistema, debe comprender no sólo los factores intrínsecos del sistema de finca, sino también aquellos del medio ambiente físico y socioeconómico donde se desenvuelve el sistema en estudio. Sin embargo, como primer paso, es posible tener indicios de los cambios que ocurren en los sistemas si se aíslan o evalúan aquellos componentes en los cuales se deter-

minó que la introducción de la alternativa pudiera tener mayor efecto. La combinación posterior, aditiva o multiplicativa, producto de la asociación de estos cambios, sólo puede ser evaluada cuando el modelo determine en cuál de los recursos del sistema se ha logrado mejorar la productividad, sea mano de obra, capital invertido y/o tierra.

El presente trabajo analiza algunos índices del sistema de producción animal, los cuales podrían haber sido afectados por las alternativas ejecutadas en finca. De forma general, se pudo observar que el sistema, como fuente de variación, no tuvo un efecto significativo, mas si lo tuvo el ecosistema. Esto último podría esperarse, dada la influencia del medio ambiente sobre animales y plantas y, por lo tanto, la mayor probabilidad de su comportamiento varíe de acuerdo a las condiciones donde se desarrollan. Sin embargo, el factor humano puede cambiar estas relaciones cuando aplica un manejo adecuado que disminuye o elimina alguno de los factores adversos del medio ambiente. En este sentido, es difícil indicar cuál, o cuáles, ecosistema es "mejor" o "peor" que los otros. Sin embargo, desde el punto de vista biológico, se podría afirmar que el BB presenta ciertas características agroecológicas que lo sitúan entre los más aceptables para el desarrollo de sistemas de producción animal. El ecosistema LS podría considerarse como el que presenta mayores limitaciones por sus prolongados períodos de escasez de lluvias. No obstante estas diferencias, las tendencias en todos los ecosistemas indican un cambio positivo en los índices zootécnicos analizados en el presente trabajo.

Adicionalmente existe la probabilidad de que el periodo de evaluación del SMJ aún es demasiado corto para poder observar un cambio pronunciado en el sistema de producción. Un análisis estadístico estricto, en períodos de corta duración, no refleja en gran medida la tendencia del sistema. Hay ciertos autores que señalan que es necesario un mayor número de años para poder demostrar las bondades de una tecnología de finca, por lo que se está considerando realizar nuevamente estos análisis con la inclusión de dos años adicionales, lo que representaría, en algunos casos, una evaluación de por lo menos seis años del SMJ.

No obstante se podría concluir que si bien existe una diferencia en los niveles productivos debido a los ecosistemas, la implantación de la tecnología no ha producido un cambio significativo en ciertos componentes del sistema de producción. Un análisis menos riguroso, tomando en consideración las tendencias de los índices analizados, muestra que en el SMJ se han producido cambios positivos. Se ha denotado un incremento en el tamaño del hato, asociado con un menor intervalo entre partos, y una reducción en la edad a la primera concepción en las novillas. Por otra parte se ha reducido la

mortalidad en terneros y se han logrado aumentos en los índices de natalidad en vacas. A excepción del ecosistema GB, el sistema de doble propósito tiende a mantener un grupo racial predominantemente cruzado con animales europeos en niveles superiores que los media-sangre. Las implicaciones de esta conformación racial y un posible aumento en el grado de encaste dentro del sistema, deben ser considerados con más detenimiento, pues esto demanda un mayor esfuerzo en el manejo de los animales, principalmente en los aspectos de sanidad y alimentación.

## LITERATURA CITADA

1. ALMILLA TEGUI, J ; GONZALEZ, J ; GUERRERO, B. 1990. Experiencias de la investigación en fincas. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Mimeografiado. (En prensa)
2. AMIR, P; KNIPSCHIEER, H. 1989. Conducting on-farm animal research: Procedures & economic analysis. Singapur, Winrock International Institute for Agricultural Development and International Development Research Centre, Singapore National Printers. 244 p
3. BODISCO, V ; VOIGT, A R. 1985. Ganado de doble propósito y su mejoramiento genético en el trópico. Venezuela, E.L. Editores 327 p
4. DE GRACIA, M ; SARMIENTO, M. 1982. Producción y manejo de explotaciones ganaderas de doble propósito. In Encuentro de Investigación Agropecuaria (1., 1982, Panamá) Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 83 p. Mimeografiado
5. IDIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMA). 1981. Informe final del proyecto de Investigación sobre el Mejoramiento de Explotaciones Ganaderas de Doble Propósito 86 p. Mimeografiado.
6. IDIAP (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMA). 1986. Informe final del proyecto de Investigación sobre el Estudio del Sistema de Producción Doble Propósito (Carné y Leche) en Pequeñas y Medianas Fincas de Panamá. 182 p.
7. KAMINSKI, M. 1988. Enfoque de sistemas de fincas y tipificación de unidades de producción agropecuaria: Referencias, comentarios y posiciones preliminares. In Seminario sobre Clasificación de Sistemas de Finca para Generación y Transferencia de Tecnología Apropriada (1986, Panamá). G. Escobar (Ed.) Ottawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IDRC-MR182s p 27-36.
8. LIPUN, H ; RUIZ, M. 1986. La red de proyectos de investigación en sistemas de producción animal. In Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Producción Animal (V.). Informe. H.H. Li Pun, V.M. Mares M. (Eds.). Ottawa, Can., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. IDRC-MR131s p. 9-26.
9. McDOWELL, R.E. 1972. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza, España, Ed. Acribia. 692 p

10. QUIROZ, R.A.; AMEZQUITA, MARIA CRISTINA; GUERRA, P.; QUIEL, J. 1989. Utilización de la información generada a través de la investigación en sistemas de producción animal. In *Diálogo sobre Transferencia de Tecnología Agropecuaria: Enfoques de Hoy y Perspectivas para el Futuro (XXVII, 1988)* E. Gastal, J.P. Puignau, T. Tonina (Eds.). Colonia, Uru, PROCISUR, IICA. p. 103-113.
11. RÍOS, S.; GONZÁLEZ, J.; MORALES, F.; GUERRERO, B.; ALMILLÁTEGUI, J. 1990. Análisis de la implementación de alternativas tecnológicas en fincas de productores bajo el sistema de producción doble propósito. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. (Sin publicar).
12. RIVERA, B. 1991. Revisión de la metodología para la evaluación reproductiva en los proyectos miembros de RISPAL. In *Reunión General de RISPAL (VIII)*. Informe. M.E. Ruiz, A. Ruiz (Eds.). San José, C. R., IICA-RISPAL. (En prensa)
13. VACCARO, LUCIA DE. 1987. Un programa genético simple para rebaños de doble propósito. In *Cursillo sobre Bovinos de Carne (III)*. D. Plasse, N. Peña de Borsotti (Eds.). Maracay, Universidad Central de Venezuela. p. 25-46.
14. VACCARO, LUCIA DE. 1990. Survival of European dairy breeds and their crosses with Zebus in the tropics. *Animal breeding abstracts (Inglaterra)* 58(6):475-494.
15. ZANDSTRA, H.G. 1982. An overview of farming systems research. In *Farming Systems Research Symposium (1982)* Kansas State University, Manhattan Kansas, Kansas p. 28 Mimeografiado.

## Reseña de libros

CRASWELL, E.T.; PUSHPARAJAH, E. (Eds.). 1989. Management of acid soils in the humid tropics of Asia. Canberra, A.C.T., Australian Center for International Agricultural Research e IBSRAM. ACIAR Monograph no. 13. 118 p.

Este volumen presenta los trabajos de investigación e informes del Taller sobre Suelos Ácidos de Asia, en Kuala Lumpur.

El primer trabajo, el más amplio del volumen, da una visión global sobre la problemática del manejo de los suelos ácidos, en su mayoría Oxisoles y Ultisoles. Se analiza la experiencia sobre el control de los principales factores limitantes, acidez, bajo nivel de materia orgánica y nutrimentos. Se expresa la esperanza por parte de los autores de que estos suelos puedan permanecer, o ser dedicados, como vegetación perenne, en lugar de ser usados para cultivos anuales.

El segundo capítulo revisa la problemática de los suelos ácidos tropicales de Australia. Las técnicas de una agricultura progresiva parece posible en estas condiciones con el manejo correcto y los insumos necesarios.

El tercer capítulo revisa muy brevemente el manejo de suelos ácidos africanos.

El cuarto capítulo presenta las experiencias australiana y indonesia con leguminosas arbustivas en suelos ácidos. Se indica que, en ellos, estas plantas necesitan un abonamiento para un buen establecimiento.

En el quinto capítulo se examina la práctica del uso combinado de materia orgánica y excrementos animales. Se informa que más de un tercio de N, mitad del P y casi todo el K se derivan de estas fuentes orgánicas. Se analiza el efecto benéfico de estos materiales sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos.

La segunda parte presenta los informes de Indonesia, China, Malasia, Sri Lanka (Ceilán), Tailandia y Vietnam. Se describen los suelos ácidos de estos países y el efecto de algunas prácticas, especialmente de encalado, en sus propiedades y productividad.

Mientras que la bibliografía de los primeros capítulos es amplia, en los últimos es muy variable y, en parte, en idiomas poco conocidos fuera del área.

En general, la información es útil sobre un tema de gran importancia en Latinoamérica y merece ser estudiada por los interesados en este campo. Se informa sobre los buenos resultados

obtenidos a niveles bajos de encalado, en diferentes condiciones, y sobre el efecto de diversas prácticas agrícolas en los resultados del mismo.

Este volumen complementa en forma interesante la bibliografía escasa sobre manejo de suelos ácidos de los trópicos

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, U.C.; JONES, C.A. 1991. Growth and mineral nutrition of field crops. Nueva York, M. Dekker. 476 p.

Este volumen de la editorial M. Dekker continúa la serie de libros sobre suelos, plantas y ambiente.

Consiste en seis capítulos generales donde se examinan la nutrición mineral de los cultivos agronómicos; factores, especialmente ambientales que afectan ese proceso; flujo de nutrimentos para identificar problemas nutricios; técnicas de simulación de manejo y crecimiento de cultivos y, finalmente, las interacciones entre nutrimentos esenciales y enfermedades de las plantas.

En adición a la información reciente presentada en este campo, se amplían consideraciones sobre el ambiente tropical, ya que los dos primeros autores tienen amplia experiencia en el tema. El énfasis bibliográfico en los artículos está dado en que constituyen un resumen de la información existente, y que, a pesar de no ser los más actualizados, dan una visión amplia de la problemática. La bibliografía del segundo capítulo, concerniente a las influencias ambientales, es particularmente amplia y posee más de cien referencias.

Los otros once capítulos están dedicados a los cultivos o grupos de ellos. Se inicia con el tratamiento de los cereales, trigo y cebada, arroz, maíz y sorgo; luego, se sigue con las leguminosas, soya, frijol y caupi y maní. Hay capítulos sobre caña de azúcar, yuca y algodón. En el último capítulo se examina la nutrición de pastos con énfasis especial en las mezclas gramíneo-leguminosas y en la fijación potencial de nitrógeno por parte de los componentes de leguminosas en pastos. Todos los textos son claros y comprensibles para el profesional o el agricultor, con buena educación informal. El inglés es diáfano y permitirá el estudio con moderados conocimientos.

En general es una obra de referencia de considerable utilidad, tanto para bibliotecas como para investigadores, a quienes se les recomienda.

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA