

EVALUACION DE PASTURAS CULTIVADAS EN FINCAS LECHERAS DEL ALTIPLANO CENTRAL

Dominique Herve
Hector Rios

RESUMEN

Se desarrolló en algunas comunidades del altiplano central una especialización lechera de la ganadería bovina, en base al cultivo de alfalfa. Los recursos forrajeros utilizados son variados: praderas cultivadas, praderas nativas, rastrojos de cultivos, alimentos comprados (paja, afrecho, concentrado). La evaluación de las praderas cultivadas encuentra dificultades metodológicas, por que estos recursos varían en el tiempo y en el espacio, a la escala de la parcela del agricultor. Esta ponencia propone una metodología de diagnóstico de la producción forrajera en fincas lecheras del altiplano central, aplicada al caso de la comunidad de Carachuyo, y de línea algunas necesidades de investigación en forrajes

1. INTRODUCCION

La mayoría de los recursos forrajeros proviene en el altiplano central de las praderas nativas. Es común evaluar estas praderas mediante el método del transecto al paso para confrontar la oferta de forrajes a los requerimientos de la población ganadera en estudio. Los balances forrajeros y las evaluaciones de carga animal, al nivel de la comunidad o de una zona de pastoreo, han concluido a la generalización del sobrepastoreo (Kuit, 1990).

Varios autores subrayan la dificultad de evaluar cargas animales, sin precisiones sobre el tipo de animales (varias especies, edades y pesos), el tipo de praderas o de recursos forrajeros, ni indicaciones sobre la época de referencia (Maletta, 1990). Estos datos, útiles para evaluar a gran escala la adecuación entre la población ganadera y la soportabilidad de las praderas, resultan insuficientes para emitir un juicio sobre el manejo, por el ganadero del sistema forrajero. Los métodos de evaluación usados para las ganaderías bovina lechera

desarrollada principalmente en praderas cultivadas (alfalfa, cebada o avena y rastrojos de cultivo), a veces con complementos comprados (paja, afrecho), y solo secundariamente en praderas nativas.

El manejo de estos recursos forrajeros depende del agricultor, incluyendo a las praderas nativas apropiadas individualmente. Realizar un diagnóstico de este manejo obliga a evaluar la producción forrajera en parcelas del agricultor y tomar en cuenta sus prácticas de cultivo. Un promedio de rendimientos obtenidos un año dado, en las condiciones de una estación experimental, no es siempre aplicable directamente a las parcelas del agricultor, pero puede servir de referencia. Resulta imprescindible disponer entonces de métodos de evaluación de la producción forrajera en finca.

Luego de presentar brevemente la comunidad de Carachuyo, detallamos la metodología aplicada. Analizamos estadísticamente los datos de evaluación de los cultivos de cebada y alfalfa, para jerarquizar las variables explicativas del rendimiento y proponer reglas de generalización a las parcelas no evaluadas. Concluimos en recomendar algunas investigaciones complementarias en forrajes.

2. CARACTERISTICAS DE LA COMUNIDAD DE CARACHUYO

La comunidad de Carachuyo está situada en la provincia de Aroma, altiplano central. Es una comunidad de la microcuenca lechera de Patacamaya que dispone de las mayores extensiones de tierra al borde de la laguna "Phuchu Phuchu". La relativa cercanía de la napa freática a la superficie del suelo permite cultivar alfalfa sin riesgo. Distinguimos tres zonas de cultivo según el tipo de suelo y la profundidad de la napa freática. El acceso del territorio de Carachuyo a un lago determina un gradiente de humedad del suelo que explica en parte la localización de los cultivos (Cuadro 1):

19 FEB. 1996

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 43248

Cote : B ex 1.

Ponencia presentada en la Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal, 18-20/10/1990, La Paz. El primer autor es Ph.D. Agrónomo ORSTOM, Asesor Sistemas de Producción del IBTA, y el segundo es Tesista Egresado. Trabajo en el marco del Convenio IBTA-ORSTOM.

Actas editadas por IBTA - DANCHURCHANI



CUADRO 1. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE TRABAJO

ZONA	SUELOS	PROFUNDIDAD DE NAPA FREATICA	CULTIVOS
0	turba	temporalmente inundado	cebada
I	ñiek'e (arcilloso)	2 a 3 metros	alfalfa cebada
II	lak'a ñiek'e cha'lla (arenoso)	5 metros	alfalfa cebada
III	cha'lla papa quinua	más de 5 metros	cebada

El cambio del cultivo de papa por el de alfalfa fue al origen de la especialización lechera en Carachuyo (Morel, 1990). La alfalfa está sembrada en cultivo puro o en la misma fecha que la cebada para beneficiar de su cobertura durante la instalación de la pradera. En la zona más seca de la comunidad, se práctica la rotación: papa, quinua, cebada. Los productores entregan leche a la PII (Planta Industrializadora de Leche) que provee de insumos, afrecho y servicio de roturación y rastreado con discos a crédito. Esta situación y la escasez de ganado

criollo apto para trabajar con yunta explica la importancia de las siembras de alfalfa y cebada con rastra de discos.

3. METODOLOGIA

Se trabajaba para la caracterización de los sistemas de producción con una muestra de 16 agricultores de los 29 que residen en Carachuyo. Se conoce la superficie y el uso de cada una de sus parcelas cultivadas. Evaluamos directamente la producción de materia verde y materia seca de cebada, alfalfa (segundo y tercer corte), en una muestra de estas parcelas. Se escogió esta muestra en las diferentes zonas de producción de la comunidad.

Se considera a la parcela como un objeto de encuesta agronómica. Para ello se recoge, mediante encuesta al agricultor y observaciones directas, variables cualitativas descriptivas (ubicación y variables de acción, Cuadro 2) de las parcelas, consideradas a priori importantes, se mide variables de estado (Cuadro 3) que caracterizan la cobertura vegetal al momento de la evaluación (densidad o cobertura, altura de plantas, estado fenológico), y se mide el rendimiento en materia verde y seca. Las variables descriptivas se definieron después de un reconocimiento de las parcelas, son específicas de la situación encontrada.

CUADRO 2. UBICACION Y VARIABLES DE ACCION

Cultivo	Zona	Método de siembra	Fecha de siembra	Densidad de siembra	Edad alfalfa	Asociación	No
Alfalfa	I*II	Rastra, Yunta	-	-	- de 5	AA,	1*
			-	-	5-7	AG	2
			-	-	+7		3
Cebada	O, I II, III	Rastra, Yunta	(10-11)	-80	-	-	-
			(12)	80-100	-	-	-
			(01)	+100	-	-	-
*: caso no evaluado, estimado con los datos disponibles AA: alfalfa puro AG: alfalfa con gramíneas, pasto ovido, festuca Rastra: corresponde a una siembra al voleo Yunta: corresponde a una siembra en surcos No: se evaluó dos de los tres cortes de alfalfa							

CUADRO 3. VARIABLES DE ESTADO

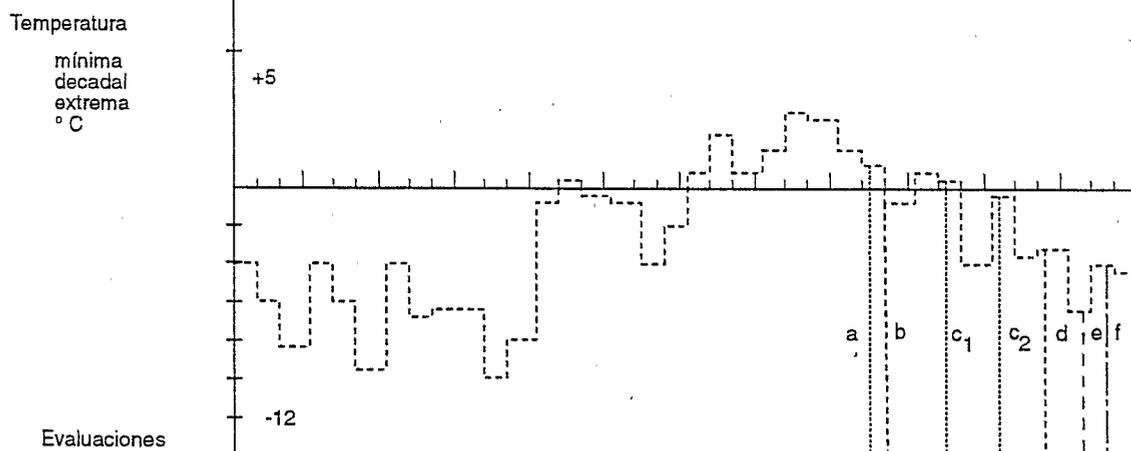
Cultivo	Densidad	Incidencia malezas	Altura plantas	Estado fenológico
alfalfa	% cobertura	% cobertura promedio 10 obs.		-
cebada	plantas/m ² tallos/planta (promedio 10 plantas)	% cobertura promedio 10 pl.		elongación aparición espiga y espiga.

Visto la heterogeneidad de las cobertura vegetal dentro de una parcela, se tuvo que reconocer previamente zonas homogéneas, y luego realizar las observaciones y medir la producción en placetas (2 a 4 m²) representativas de cada una de ellas. La producción por parcela resulta del promedio de las placetas o, de ser necesario por la heterogeneidad de la cobertura, una estimación ponderada por la proporción de la superficie ocupada por cada área homogénea. Es solo a la escala de las placetas (2 a 4 m²) que se puede poner en relación las variables de estado con la biomasa producida e intentar relacionar esta con las variables descriptivas.

A la extrema heterogeneidad intraparcalaria se añade otra dificultad, la dinámica de las coberturas vegetales en el tiempo. Para fijar las fechas de evaluación, se tendrá que tomar en cuenta por una parte la ocurrencia de precipitaciones y heladas (Cuadro 4), por la otra la variabilidad de las prácticas y fechas de cosecha. Un factor imponderable como la helada a menos 6°C de la última década de marzo redució bastante la biomasa producida, obligando a duplicar las observaciones del tercer corte de alfalfa en las mismas parcelas o en otras. Las fechas de cosecha varían no solo en función de las fechas de siembra sino también según los ajustes de cada agricultor.

CUADRO 4. DATOS CLIMATOLOGICOS JUNIO 1989 - MAYO 1990
ESTACION METEOROLOGICA PATACAMAYA

	MESES											
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Temperatura Media °C	6,4	5,5	6,8	8,1	10,1	9,9	11,7	10,1	10,1	10,00	9,3	7,1
Precipitación mm.	1	244	33	5	16	27,5	70,5	51,5	14	21	21	
Días con Helada	25	29	26	19	4	7	0	0	1	6	10	22



- a = Evaluación de alfalfa, segundo corte
- b = Evaluación de cebada, primera siembra
- c = Evaluación de alfalfa, tercer corte
- d = Evaluación de cebada, segunda siembra
- e = Evaluación de cebada, tercera siembra
- f = Evaluación de pradera nativa

La cebada será segada para consumo o venta, o pastoreada (ambas pueden coexistir en la misma parcela), el rebrote después de la cosecha será aprovechado o la cebada será dejada en pie más allá de la época de cosecha, para un posterior pastoreo; la alfalfa será sembrada, segada por el dueño o el que alquiló el corte,

y pastoreada en caso de baja producción. Esta variabilidad obligan a multiplicar el número de parcelas y placetas evaluadas. Sin embargo, se debe buscar un compromiso para cubrir la mayor diversidad de situaciones posibles, con los recursos y el tiempo dedicados al estudio. Hemos logrado, en el caso de Carachuyo, observar solo algunas

parcelas en cada caso, pero en cantidad suficiente para nuestros fines de diagnóstico.

alfalfa 23 placetas 12 parcelas
 cebada 34 placetas 15 parcelas
 papa (rastros) 6 parcelas

El tratamiento estadístico consiste en varias herramientas:

- Cálculos de promedios y varianzas, análisis de regresión entre variables cuantitativas que aparecían correlacionadas en los gráficos. El test sobre la variable explicativa conduce a conservar la correlación cuando la probabilidad es inferior a 1% o 5%.
- Se usa el análisis factorial de correspondencias múltiples para cruzar entre si las variables cuantitativas y cualitativas, transformadas en clases de 2 a 3 modalidades cada una, dando más importancia a la interpretación del cuadro de BURT.
- Finalmente, para seleccionar las variables más discriminantes, y tomando en cuenta la variabilidad de efectivo de cada categoría, se escogió el análisis factorial discriminante que compara variables cuantitativas con una cualitativa definida a priori. La diferencia entre los grupos no es significativa si la probabilidad del test es superior a 1 o 5%. Nos permite comprobar las diferencias entre grupos de placetas de evaluación y, de esta forma, establecer reglas de generalización de los resultados a las praderas no evaluadas.

4. RESULTADOS

4.1. Los rastros de papa y quinua.

Fueron particularmente valorizados este año de fuerte déficit de precipitaciones: transporte sistemático de los tallos secos de papa, y arranque de las plantas de quinua desde la raíz, o sea, sin restitución orgánica al suelo. La cobertura de malezas se considera escasa este año: no fue incluida en la evaluación de forraje.

Se midió, como promedio de 6 observaciones, una producción de rastrojo de papa de: 0.33 t/M.S./ha (0.08-1.14), a 92.5% de humedad, destinado esencialmente al ganado ovino. Las escasas referencias disponibles en la literatura conciernen al rastrojo de papa húmedo (22.19 t/M.S./ha, secado al aire, a partir de un rastrojo de 85.88% de humedad (Díaz, 1983 citado por Canales y Tapia, 1987).

Se midió, en una sola parcela de quinua una producción de 0.61 t/M.S./ha de broza y de 0.52 t/M.S./ha de jipi, para un rendimiento en grano de 0.32 t/M.S./ha, muy bajo en comparación a las referencias para el altiplano, respectivamente: 2-4 t/M.S./ha para plantas con ramas y residuos de hojas, 0.2-0.4 t/M.S./ha para ramas secundarias y envolturas de grano, 0.5-8.5 t/M.S./

ha para el grano limpio de quinua (Canales y Tapia, 1987). Las matas de quinua sin grano, dejadas en chacra para el pastoreo, fueron estimadas a 0.36 t/M.S./ha (0.17-0.96). Estos resultados son cercanos a los de Alzérreca y Jeréz (1989), quienes estimaron a 462 kg/ha de M.S., el forraje disponible en los restos de cosecha de tubérculos, quenopodiaceae y cereales.

4.2 La alfalfa.

El promedio de producción en las 20 placetas es de 2.57 t/M.S./ha, valor inferior a los 4 t/ha cosechados en 88-89 en la Estación Experimental de Patacamaya pero superior al promedio (0.91 t/ha) de variedades mejoradas, medido en marzo 1990 (Prieto, 1990)*.

La producción en M.S. es correlacionada a la de t/M.V. para los valores de esta última inferiores a 10 t/ha (12 subparcelas) (Figura 1). La producción de M.V. es correlacionada a la altura de plantas (Figura 2) y llega a un máximo de 15.6 t/M.V./ha para una altura de plantas

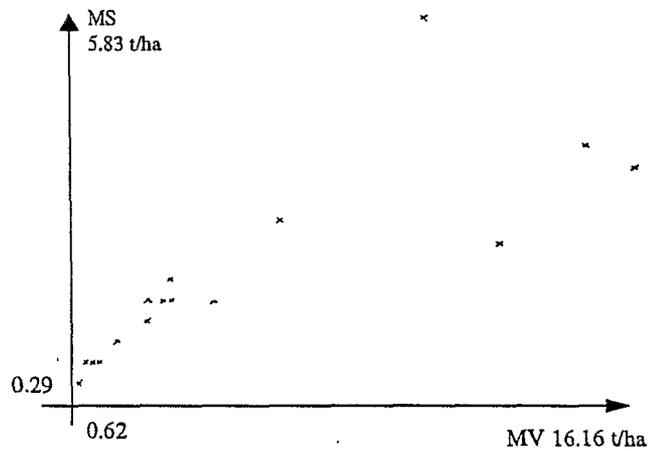


Fig. 1 Alfalfa - Carachuyo 90.

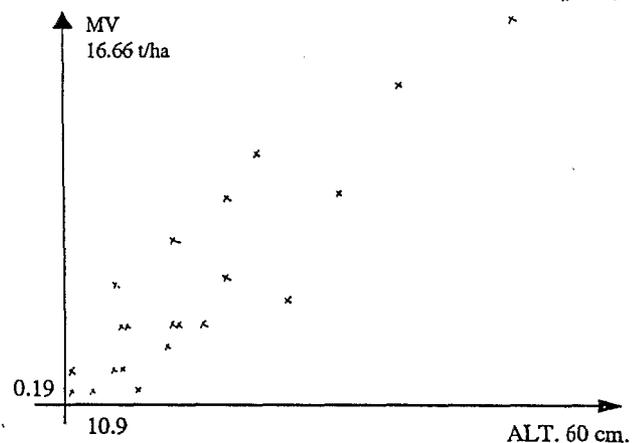


Fig. 2 Alfalfa - Carachuyo 90.

* La variabilidad intraparcelaria, entre plantas, alcanza proporciones de 1 a 2 y 1 a 6.

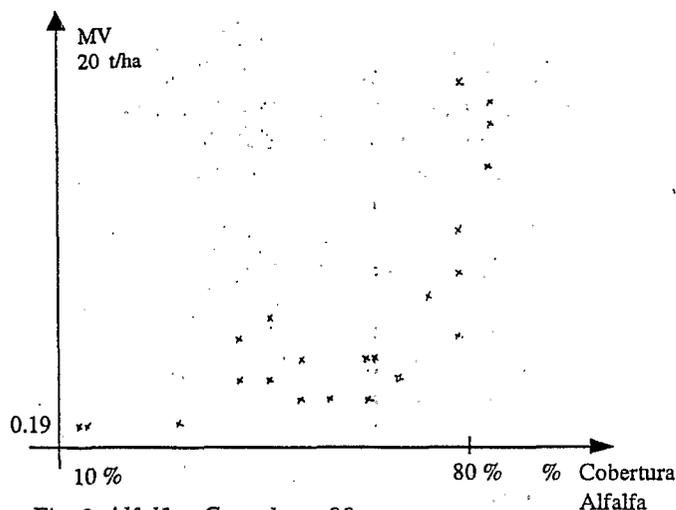


Fig. 3 Alfalfa - Carachuyo 90.

de 50-60 cm. La ecuación de regresión lineal obtenida (23 placetas) es:

$$M.V. = -3.3407 + 0.3514 \text{ ALT} \quad r^2 = 88\%$$

La producción de M.V. está relacionada igualmente con la cobertura de alfalfa, limitada a 80%, pero de forma no lineal (Figura 3) a las coberturas próximas a 80% corresponden las mayores biomásas, aunque muy variadas. Estos resultados confirman el interés de medir la altura de plantas y la cobertura para estimar la producción de alfalfa.

El análisis del cuadro de BURT (análisis de correspondencias múltiples) nos ayuda a jerarquizar las variables más discriminantes. La siembra al voleo como la mezcla de alfalfa con gramíneas (festuca, pasto ovillo) son más frecuentes en plantaciones de menos de 5 años, probablemente por ser de introducción más recientes en la comunidad. La siembra al voleo con rastra (energía motorizada) resulta en una baja cobertura del suelo por la alfalfa, en todos los casos inferior a 50%, y una producción de materia verde limitada, inferior a la que se obtiene, sembrando en surcos con yunta. Se puede incriminar la irregularidad de profundidad de trabajo con la rastra, la calidad de semilla y la densidad de siembra. Un seguimiento agronómico de la instalación del cultivo sería aquí indispensable. Las malezas van colonizando el suelo desnudo, hasta 20% de cobertura, conforme va envejeciendo la pradera; pero sin modificar significativamente la cobertura de alfalfa, ni su producción. En esta campaña particularmente seca, no hubo competición significativa por las malezas.

Análisis factoriales discriminantes, por variable, nos permite relativizar las conclusiones anteriores. No se diferencian significativamente (probabilidad de 5%) los métodos de siembra, pero se notará la subrepresentación de la situación: siembra al voleo, en

cuanto al número de subparcelas evaluadas. No se diferencian significativamente los efectos de la asociación con gramíneas, ni de la edad de la pradera. La diferencia de producción de materia seca entre el segundo y el tercer corte se explica principalmente por la caída de helada, fines de marzo.

En término de diagnóstico, concluiremos sobre la posibilidad de obtener cerca de 4 t/M.S./ha en un corte de alfalfa, con una napa freática poco profunda, en un año fuertemente deficitario. Para ello, se tendría que mejorar la cobertura con una instalación adecuada del cultivo, cuidando el uso de la rastra y las condiciones del suelo al momento de la siembra junto con la cebada.

Para generalizar estos resultados a las parcelas no evaluadas, calculamos el promedio de producción de las subparcelas de cada parcela evaluada y adoptamos las siguientes reglas (Cuadro 5):

- No se incluye en las evaluaciones el rebrote de alfalfa posterior a la caída de nieve en junio de 90, por ser posterior a nuestra época de referencia (06-1989, 05-1990). Estimamos la producción a la mitad del último corte.
- Comparando la altura de plantas, se considera una producción al primer corte (diciembre-enero) superior en un 20% a la del segundo corte, y una producción en la zona II reducida al 30% de la de la zona I, por las reservas de agua mucho más bajas en el suelo. Las pocas observaciones no permiten comprobar estas estimaciones con un análisis estadístico.
- Se guarda como variable discriminante solo al número de corte.

3.3 La cebada

Por efecto de la sequía, se constata una cobertura escasa, una altura de plantas promedia a 30 cm y mucha variabilidad de desarrollo, del macollaje a la aparición de la espiga. Se diferencia nítidamente una zona de producción más húmeda (nivel de la napa freática, zona O) en la cual la altura supera los 40 cm, se alcanza el estado de grano lechoso y una producción de más de 5 t/M.S./ha contra menos de 1 t/M.S./ha en las tres otras zonas sobre las cuales portará el análisis estadístico. Las evaluaciones varían entre placetas entre 1-0.8 y 1-10 (proporciones dentro una misma parcela).

La producción de M.S. está correlacionada con la de M.V. con una cierta dispersión de los puntos. La producción de materia verde está correlacionada con la altura de planta. Esta relación solo se observa como tendencia para la densidad de plantas y no para el macollaje (número de tallos por planta). En base a 27 observaciones, se concluye que la materia seca está debilmente correlacionada a la altura (probabilidad de

CUADRO 5. PRODUCCION DE BIOMASA DE PRADERAS CULTIVADAS (t/M.S./ha)

ALFALFA	ZONA II (arriba) 20% sup.	ZONA I (abajo) 80% sup.	Promedio Ponderado Comunidad
1er. Corte (dic-ene)	1.43*	4.76*	4.09
2do. Corte (feb)	1.19*	3.97	3.41
3er. Corte (mar-abr)	0.37*	1.25	1.07
rebrote	0.11*	0.37	0.33
CEBADA	ZONA VIII 2% sup. Comunidad	ZONAS III,II y I 98% sup.	Promedio Ponderado
S F1	6.99	-	6.99
S F2	-	0.85	
S F3	-	0.40	
R F1	-	0.76	0.55
R F2	-	0.19	
R F3	-	0.10	

S : siembra en surco con yunta.

R : siembra al voleo con rastra de discos.

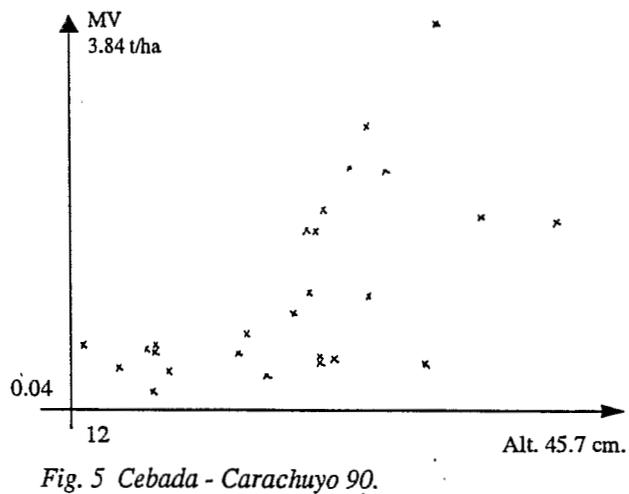
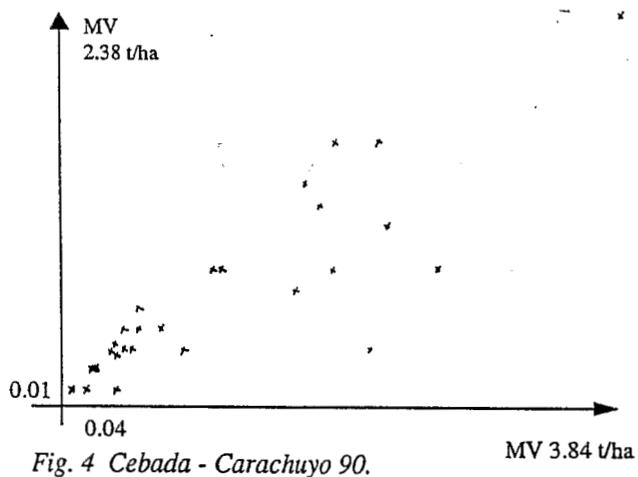
F1: fecha de siembra temprana Oct-Nov/89.

F2: fecha de siembra media Dic/89.

F3: fecha de siembra tardía Ene/90.

* : rendimientos no evaluados.

RASTROJOS	Papa	0.33
	Quinua	
	- jipi	0.52
	- broza	0.61



5%) y la densidad de plantas (probabilidad de 1%), mediante la ecuación siguiente:

$$M.S. = -0.677 + 0.0153 PI/M^2 + 0.051 ALT$$

$$r^2 = 0.4135$$

El análisis del cuadro de BURT (análisis de correspondencias múltiples) presenta los siguientes resultados. La zona III de wara wara se distingue de las demás por una siembra únicamente al voleo en una fecha de siembra temprana, y bajos indicios de producción, la zona II por una siembra en surco en diciembre y resultados muy variados. Se observa una tendencia al sembrar al voleo en fechas tempranas y en surcos, en fechas tardías. Las primeras condiciones resultan en una densidad y un macollaje bajos, y una producción de materia verde baja. La materia verde varía mucho para una misma fecha de siembra; esta variable resulta entonces poco discriminante.

Mediante el análisis factorial discriminante, se precisan estas interpretaciones. Las tres zonas de producción no se diferencian significativamente (probabilidad de 5%) en cuanto a materia seca, aun si existe una tendencia en este sentido. El método de siembra (voleo con rastra o surco con yunta) discrimina en particular la altura de las plantas (probabilidad de 1.84%). La fecha de siembra diferencia nítidamente a las variables de estado y de producción, grado de macollaje y materia verde en el eje 1 (probabilidad de 1.60%) que explica 78.2% de la inercia total.

A nivel de parcelas (promedios de las subparcelas), la relación de las variables anteriores con la densidad de siembra es poco estrecha, por la poca fiabilidad del dato obtenido por encuesta. Varía entre 60 y 170 kg. por hectárea, con un promedio de 90 kg/ha, y supera los 120 kg/ha en la zona O más húmeda. Por los resultados del anterior tratamiento estadístico y aun el reducido número de parcelas evaluadas en cada caso (3), diferenciamos las combinaciones fecha de siembra-método de siembra (Cuadro 5). La situación más favorable es la siembra en diciembre con yunta y la que acumula efectos negativos es la siembra en enero con rastra. En efecto, el ciclo resultaba en este último caso demasiado corto, antes de la helada de marzo (Cuadro 4) y la brotación irregular por las condiciones de la cama de siembra.

4. CONCLUSION

Frente a situaciones climáticas tan riesgosas y la tremenda heterogeneidad de las producciones de forraje en parcelas del agricultor, los valores promedios provenientes de las estaciones experimentales resultan

de poca utilidad. En la mayoría de los casos, no corresponden a las condiciones edafoclimáticas, a las modalidades de siembra, a las fechas de corte del agricultor. Un modelo de producción que relaciona variables de estado con un rendimiento sería de una mucho mayor utilidad.

Se tendría que elaborar y validar en estación durante varios ciclos climáticos. La comparación del valor estimado con este modelo, con la evaluada en las parcelas de los agricultores, permitiría emitir un juicio fundamentado sobre sus resultados.

Las relaciones entre las variables descriptivas o de prácticas de cultivo y la producción son generalmente indirectas y delicadas a interpretar. Las relaciones entre las variables de estado y el rendimiento son más estrictas y se pueden poner en ecuaciones.

Esta contribución solo esboza los métodos estadísticos disponibles para describir relaciones entre múltiples variables, jerarquizarlas, interpretar su efecto y, de esta forma identificar temas necesarios de investigación. Se plantea por ejemplo la necesidad de conocer la relación entre la producción de los cortes sucesivos de alfalfa y de tener más referencias sobre la cantidad de forraje que aportan los residuos de cultivo. Sería importante evaluar el efecto de las técnicas de siembra, controlando los estados del medio obtenidos. Así se podría tener referencias, necesarias para realizar un diagnóstico de la producción forrajera campesina.

5. LITERATURA CITADA

- ALZERRECA H., JEREZ B., 1989. Análisis y propuestas para el manejo de praderas nativas, pasturas y ganadería en la comunidad de Japo. AGRUCO, serie técnica No. 20, Cochabamba, Bolivia 38 p.
- KUITH.G., 1990. Ganadería campesina. Estudio de caso y aportes para el debate. CEPIA, Juliaca, Perú, 182 p.
- MALETTA H. 1990. El arte de contar ovejas: intensidad del pastoreo en la ganadería altoandina. Debate agrario 8, Lima, pp. 35-81.
- MOREL D., 1990. L'Élevage et son fonctionnement dans les activités des familles paysannes. Cas de deux communautés de l'altiplano bolivien. Mémoire Inst. Sup. Agr. Beauvais, ORSTOM-INRA-ISAB.
- PRIETO G., 1990. Variedades promisorias de alfalfa en producción de MS en el altiplano central de Bolivia. Informe E.E. de Patacamaya. La Paz, Bolivia.
- PRIETO G., 1990. Ensayo comparativo de forrajeras anuales en tres localidades del altiplano Informe E.E. de Patacamaya. La Paz, Bolivia.
- RUIZ C. y TAPIA M., 1987. Producción y manejo de forrajes en los Andes del Perú. UNSCH-PISA, Lima, 303 p.