

**EL INTERCAMBIO ENTRE BENEFICIOS Y
CONSERVACION DE PASTIZALES EN EL ALTIPLANO**

Caso. Comunidad San José Llanga

Jorge Céspedes E , Ximena Paredes y Sibylle Scholz

IBTA 146/BOLETIN TECNICO 14/SR-CRSP 16/1995

**USAID PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACION
COLABORATIVA EN RUMIANTES MENORES**

**Small Ruminant Collaborative Research Support Program
(SR-CRSP)**

CONVENIO MACA/IBTA/USAID/SR-CRSP

Septiembre de 1995

El Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa en Rumiantes Menores (USAID Small Ruminant Collaborative Research Support Program) que es una colaboración entre la Agencia para el Desarrollo Internacional del Gobierno de los Estados Unidos (USAID), Washington, D C (Grant numero DAN 1328-G-00-0046-00) y el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), dependiente de la Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería del Ministerio de Desarrollo Económico

El Programa IBTA/SR-CRSP cuenta con el apoyo financiero del Programa PL-480 de la Misión USAID/Bolivia

Esta publicación es un resumen de la tesis de grado defendida por Ximena V Paredes Prieto. Los autores agradecen al Lic Freddy Luna de la Facultad de Ciencias Económicas y Financieras, Carrera Economía, de la Universidad Mayor de San Andrés de la ciudad de La Paz, por la colaboración prestada a la investigación expuesta en esta publicación

También se agradece la cooperación brindada por las familias y las autoridades del Cantón San José Llanga, Provincia Aroma del Departamento de La Paz, que ha hecho posible este trabajo y los logros del Programa IBTA/SR-CRSP

Jorge Céspedes Estévez
Ximena V Paredes P
Sibylle Scholz

La Paz, Septiembre de 1995

Índice de Contenidos

	Página
Listado de cuadros	VI
Listado de figuras	VII
Introducción	1
Revisión bibliográfica	3
Los pastizales en el altiplano boliviano	3
La degradación de los pastizales en el altiplano de Bolivia	3
La especialización productiva en las regiones áridas y semiáridas	4
Importancia económica y ecológica de la utilización de pastizales	5
Consecuencias económicas de la degradación de pastizales	5
La comunidad como organización reguladora del uso del suelo	5
La teoría económica en la investigación	6
La teoría del equilibrio de intercambio	7
Conceptos sobre el manejo de pastizales	8
La conservación y el manejo de pastizales	8
Los beneficios económicos generados por el uso de Pastizales	8
Capacidad de carga	9
Carga animal	9
Factor de uso (<i>FU</i>)	10
Intensidad de utilización (<i>IU</i>)	10
Uso eficiente de los pastizales	10
Clasificación de los pastizales	10

Materiales y métodos	12
Descripción del área de estudio	12
Ubicación geográfica, clima y población	12
Suelo y vegetación	13
Características productivas	14
Diseño del estudio	16
La muestra	16
Técnicas de recopilación de datos	16
El modelo de análisis	17
El modelo de simulación	17
Intercambio entre beneficios y conservación de pastizales	17
La Curva de Mott	19
Inviabilidad del modelo de simulación	21
Aplicación del Modelo de Mott	22
Resultados y discusión	23
Uso de la tierra	23
Cultivos agrícolas y ganadería	25
Las tierras en descanso (CADES)	27
Las praderas naturales	27
Los forrajes cultivados	27
Producción pecuaria	27
Tenencia de ganado para la muestra	27
Las unidades familiares en la producción	28
Estratificación por tenencia de ganado	29
El manejo ganadero	29
El manejo de los pastizales	31
Costos de la producción pecuaria	32
Ingresos por la producción pecuaria	33
El ingreso de la producción de leche	33
Beneficios	34

Modelo de análisis bioeconómico uso económico de pastizales en la producción pecuaria	34
Las variables del modelo	35
El modelo modificado de Mott	35
Estimación puntual	36
Determinación del rango óptimo	37
Conclusiones y recomendaciones	39
Conclusiones	39
Recomendaciones	40
Bibliografía	41

Listado de Cuadros

		Página
1	Distribución de la población de San José Llanga, por zonas y por semestres, 1992	14
2	Superficie de tierras por tipos en San Jose Llanga	15
3	Estratificación de familias por tipo de terreno, San Jose Llanga	24
4	Estratificación de familias por superficie de terreno, San José Llanga	24
5	Rango de tenencia de tierras por familia, San Jose Llanga	25
6	Tenencia de tierra familiar y per-cápita, por zonas, San José Llanga	26
7	Tipo de tecnología usada en cosecha/siembra de papa, por gestión agrícola, San José Llanga	26
8	Tenencia de ganado por zonas y por periodos de encuesta, San José Llanga	28
9	Tenencia de ganado y tierra agrícola, por estrato, San José Llanga	30
10	Resumen de costos variables de la producción pecuaria	32
11	Relación Ingreso-Costo, por especie animal	34
12	Variables calculadas del modelo	35
13	Resultados del modelo de regresión iterativa	37
14	Utilización de pastizales, por rango y número de familias, San José Llanga	38

Listado de Figuras

		Página
1	La frontera de producción y el intercambio conservación beneficio	18
2	Relación entre la ganancia de <i>PV/UA/ha</i> y la presión de pastoreo en la determinación del rango óptimo	20
3	Uso de la tierra para una muestra de 40 familias de San José Llanga	24
4	La conservación de pastizales en relación a la carga animal y los ingresos, San José Llanga	38

El Intercambio entre Beneficios y Conservación de Pastizales en el Altiplano

Caso Comunidad San José Llanga

Jorge Céspedes E , Ximena Paredes y Sibylle Scholz^{1/}

Introducción

En el Altiplano de Bolivia son numerosos los programas de desarrollo rural que actúan en el ámbito de la actividad agropecuaria y que, en una gran parte de los casos, no abarcan el aspecto del uso apropiado de recursos naturales. Esta intervención, con marcado desconocimiento de la temática, ha demostrado a lo largo de este tiempo que no se ha tomado en cuenta el tema de la conservación de los pastizales. Como resultado se evidencia la pérdida de tierras fértiles (áreas agrícolas y áreas de pastoreo) y un descenso de la productividad agropecuaria.

El sistema agropastoril del Altiplano, caracterizado por la cría de ovinos y vacunos, tiene como complemento la agricultura como actividad productiva de alto riesgo climático (Alzerreca y Genin 1992). Los programas dirigidos al desarrollo rural del Altiplano han puesto énfasis en la producción pecuaria, especialmente en la introducción de razas mejoradas, ovinas y bovinas, pero sin considerar los efectos de esta innovación en el medio natural en que se desarrollan. Este hecho se hace más notorio en la otorgación de complemento y suplemento alimenticios a animales especialmente de raza mejorada, generalmente fuera del alcance económico de los productores de ganado. Como consecuencia, son ellos mismos los que se ven obligados a ejercer una mayor presión sobre los pastizales, acelerando su deterioro.

Los pastizales degradados reflejan una pérdida de beneficios para el agricultor, los índices de extracción hacia el futuro cambian. Cuando se da una continua sobreutilización de la pradera, las consecuencias irreversibles van desde la degradación hasta la erosión del suelo, cambiando los índices de uso hacia el presente y ampliando la superficie de tierras improductivas.

La comunidad de San José Llanga, como muchas otras en el Altiplano, atraviesa por continuos problemas de sequías y heladas, motivando a sus habitantes a impulsar la producción pecuaria, por considerarla una actividad relativamente menos riesgosa a los cambios climáticos y de mayores beneficios económicos que la agrícola. Al enfrentar esta nueva actividad, los productores también confrontan los problemas de sobrepastoreo y degradación de sus praderas.

^{1/} Respectivamente Economista Agrícola e Investigador Asociado en Economía IBTA/SR-CRSP, Economista y ex-becaria del Programa IBTA/SR-CRSP, Economista Agrícola Winrock International, y Científico Residente IBTA/SR-CRSP Bolivia

El hecho de que esta degradación llegue a constituirse en un problema serio ha motivado el inicio de esta investigación. Este estudio da a conocer la existencia de un límite bioeconómico en los pastizales. El estado actual del pastizal permite identificar, a través de las cargas animales, una carga óptima que da lugar a la estimación del valor económico potencial de este recurso. El análisis entre los beneficios generados por la producción pecuaria y la conservación de los pastizales establece la existencia o no de un intercambio entre ambos.

Los objetivos principales, base del presente estudio, son los de establecer el intercambio entre los beneficios y la conservación de los pastizales, el ingreso de las familias para demostrar el ingreso potencial del pastizal, la presión actual que se ejerce sobre los pastizales para conocer los límites del crecimiento ganadero, y la viabilidad económica de la ganadería que justifique ese crecimiento en el número de cabezas de ganado que posee el pequeño agricultor.

De acuerdo con los objetivos se plantea la siguiente hipótesis: existe un intercambio entre los beneficios generados por la ganadería y la conservación de los pastizales que muestra las distintas combinaciones de las decisiones adoptadas por cada productor en la utilización de sus recursos.

Entre las posibles distintas combinaciones de decisiones de producción, se encuentran familias campesinas que hacen uso eficiente de los pastizales, son familias que mantienen una carga animal óptima, generando un ingreso por hectárea potencial, al no hacer una presión excesiva sobre el pastizal, permiten su conservación. También están aquellas familias que, teniendo superficies de terreno mayores que otras, tienden a poseer mayores recursos naturales sin uso, subutilizando el pastizal por la disponibilidad de forraje no aprovechado. Finalmente, están otras familias que poseen menores superficies de pastizal, practican una sobreutilización, ya que las pequeñas parcelas que poseen, son intensamente utilizadas causando progresivamente la degradación de pastizales.

Es la decisión de cada unidad familiar sobre la utilización de pastizales en la producción pecuaria lo que determina la presión del pastoreo. Esta decisión está ligada al nivel de recursos económicos que posee cada familia. El equilibrio entre la obtención de los beneficios y la conservación de los pastizales asegura la continuidad de la producción pecuaria en el largo plazo. Así, el manejo óptimo del pastizal se constituye en una función de utilidad importante para el campesino.

Revisión Bibliográfica

Aproximadamente un tercio de la superficie del globo esta formada por tierra. En esa tercera parte del globo existen tierras cultivables y que no lo son. De las tierras no aptas para el cultivo, alrededor del 47% son tierras de pastizales, las que se destinan a la alimentación de animales (Berlijn 1982). Un pastizal es tierra productora de forraje natural que sirve para el consumo animal. Los pastizales del mundo producen aproximadamente las tres cuartas partes del forraje necesitado en la ganadería (Berlijn, 1982)²

Los pastizales en el Altiplano boliviano

Bolivia cuenta con 338,307 Km² de pastos y/o arbustos, que representan el 30.8 % de su superficie total, en contraste con 28,794 Km² de tierras cultivadas (2.62 % del total de tierras) (Montes de Oca 1989). En el Altiplano de Bolivia, de acuerdo a Alzerreca y Jerez (1989), las praderas naturales generan el 98% del alimento para el ganado, el 2% restante es generado por tierras en descanso. Esto significa que gran parte de los nutrientes y de la energía que se requieren para la producción pecuaria, proviene de las praderas nativas.

El potencial de las praderas se ve disminuido por el gran deterioro en el que se encuentran, esta situación provoca una disminución de la productividad animal, mientras que, en sentido inverso, la demanda de carne, leche y otros productos van en aumento (Huss et al. 1986).

La degradación de pastizales en el Altiplano de Bolivia

El Altiplano de Bolivia, que cuenta con 93,037 Km² de pastos y arbustos, presenta praderas naturales degradadas, hecho atribuido a la falta de prácticas de su conservación que las exponen a un sobrepastoreo (Montes de Oca 1989). Tal degradación significa una disminución de la calidad del suelo que podría originar la pérdida de tierras utilizables, tanto en la producción agrícola como en la pecuaria.

De acuerdo a Rodríguez y Cardozo (1989), en Bolivia existen aproximadamente 3,333,123 bovinos y 5,498,706 ovinos. En el Altiplano se encuentra el 70% de la población de ovinos, el que se distribuye en los departamentos de La Paz, Potosí, Oruro, parte alta de Cochabamba, Tarija y Chuquisaca (Oviedo 1988 citado por Flores et al. 1992). En la Provincia Aroma (La Paz) lugar del presente estudio existen 224,840 ovinos (Rodríguez 1990) y cerca de 20,000 bovinos (IBTA et al. 1992), que dependen de los pastizales. El forraje producido por las praderas son especies nativas adaptadas al medio que proveen alimento al ganado de pastoreo.

^{2/} La capacidad de producción de los pastizales naturales varían enormemente, de una región a otra. Por ejemplo, en Arabia Saudita son necesarias 225 ha para la alimentación de un camello por año, en cambio, en las pampas de Argentina sólo es necesaria entre 0.5 a 1 ha para la alimentación de un animal, por año (Berlijn 1982).

Debido al crecimiento continuo del número de animales, los pastizales son sobreutilizados, lo que provoca una disminución de su calidad y peso, dando lugar a la baja productividad de la ganadería. No es en sí la ganadería la que desequilibra los ecosistemas, sino son las cantidades de las especies animales y la disponibilidad de forraje las que lo hacen (Augstburger 1990)

Whitaker y Wennegren (1976) consideran que la acelerada erosión en el Altiplano es atribuible al pastoreo indiscriminado y a la explotación de especies leñosas como la t'ola

La desproporción entre el número de animales y la disponibilidad de forrajes tanto en praderas naturales como en tierras en descanso y cultivos forrajeros, estaría produciendo una situación de desequilibrio dado que la carga animal es mayor a la capacidad de carga, lo que ocasiona el sobrepastoreo (Alzerreca 1992). De acuerdo a estudios efectuados en 1979 las praderas estarían siendo sobrepastoreadas, al igual que las tierras en descanso, provocando una disminución en la producción agrícola y en la provisión de forraje para el ganado (Elleberg 1983)

El sobrepastoreo es un proceso iniciado por la necesidad del campesino de contar con seguridad económica y prestigio, esta situación le induce a buscar un número mayor de animales, produciéndose una sobre carga animal. El uso intensivo del pastizal ocasiona la inmadurez fisiológica de las plantas e impide la renovación de la pradera, cambia su composición botánica y disminuyen la cantidad y calidad forrajera. Al reducirse la capa vegetal se produce la compactación del suelo impidiendo la infiltración de agua, la erosión del suelo se facilita por la falta de retención de humedad, produciéndose una rápida evaporación (Augstburger 1990). Estas alteraciones del suelo propenden a las alteraciones microclimáticas, como frecuentes sequías y heladas, las que aceleran el proceso de desertificación del Altiplano

La especialización productiva en las regiones áridas y semiáridas

En el Altiplano de Los Andes las condiciones climáticas de las regiones áridas y semiáridas presentan periodos de sequías y heladas frecuentes, factores naturales que convierten a la agricultura en una actividad productiva de alto riesgo. En esas condiciones, la economía campesina se enfrenta a situaciones adversas, agudizadas por la falta de asistencia técnica y crediticia, falta de infraestructura (riego, caminos) y otras carencias. Muchas unidades familiares han encontrado en la ganadería, además de una actividad relativamente de menor riesgo a cambios climáticos una actividad que aparentemente genera mayores ingresos. Si bien la ganadería es complementaria a la producción agrícola una gran parte de aquella se dirige al mercado por lo tanto es fuente importante de ingresos monetarios

El predominio de una sola actividad podría causar el desequilibrio del sistema de producción y la inestabilidad de la economía de subsistencia de los pueblos andinos. Estos pueblos han mantenido por milenios un sistema productivo en equilibrio. Es de suponer que cualquier modificación que interfiera este balance o que proporcione la dependencia de un solo recurso alteraría también todo ese sistema productivo

Si se afecta una cantidad cada vez mayor de tierras y de especies de plantas y animales, la irreversibilidad de agotamiento de recursos fluyentes que tiene una zona crítica, limita las oportunidades de adaptación y restringe el desarrollo potencial de una sociedad. Las ciencias sociales y biológicas han llegado a la conclusión de que dichas fuerzas limitadoras y restrictivas, orientan el desarrollo hacia la especialización y no a la diversificación.

Importancia económica y ecológica de la utilización de pastizales

El ganado cumple múltiples funciones para la familia y para la comunidad campesina. Además de producir leche, lana, carne, transporte y estiércol, se dice que constituye la caja de ahorro de la unidad familiar, a la vez que visualiza el prestigio del productor como comunario (Augstburger 1990). Un crecimiento notable de la ganadería significaría una mayor utilización de áreas de pastoreo. Por tanto, es necesario conocer el estado de equilibrio entre la disponibilidad de forraje y la cantidad de cabezas de ganado.

De mantenerse la tendencia al incremento de la cantidad de ganado, el uso intensivo de los pastizales provocaría un desequilibrio del ecosistema, contribuyendo al deterioro del suelo y la pérdida de tierras para forraje. La imposibilidad de detener la degradación de las praderas naturales y la pérdida de cobertura vegetal, puede llegar a poner en riesgo el futuro de toda actividad agropecuaria.

Consecuencias económicas de la degradación de pastizales

La degradación de pastizales se convierte en un proceso difícil de detener y un problema que irá afectando a muchas familias con el transcurso del tiempo, principalmente con repercusiones económicas. Entre las causas que agudizan esta situación se identifican los factores climáticos y socio-económicos, que inciden en el uso del pastizal.

Las presiones socio-económicas están en relación con la producción individual de las familias y su expansión. La creciente necesidad de alimentación y de ingresos relativamente seguros, ha llevado a incrementar la presión sobre los pastizales con un número mayor de cabezas de ganado. Los bajos rendimientos de la tierra y su excesiva parcelación (sustitución de la propiedad comunal por la individual) obliga a la gente del campo al uso de tierras marginales (de menores rendimientos en la producción) y a enfrentar problemas climáticos más severos.

La comunidad como organización reguladora del uso del suelo

La organización comunal de la tierra fue, en el ecosistema andino, uno de los mejores mecanismos para lograr el descanso de superficies de terreno para su recuperación. La producción no iba en busca de la maximización de la ganancia más bien, estaba dirigida a la satisfacción de las necesidades de la familia y a la creación de pequeños excedentes para el intercambio.

Existía en la organización comunal una distribución anual de tierras a las familias campesinas. El agricultor tenía acceso a diferentes tipos de suelo. Solo la usufructuaba por un período de cuatro años (Mamani 1988). Los ciclos de descanso a través de las *aynokas* no fueron practicados sólo en la agricultura, sirvieron también en el uso de las praderas nativas bajo regulación comunal. Este complejo sistema de *aynokas* contribuía en gran parte a la recuperación del suelo.

De acuerdo a Javier Albó (1985), las *aynokas* o *aynuqas* son tierras de comunidad destinadas al cultivo en forma rotativa, ordinariamente con períodos de descanso. Cada miembro de la comunidad suele tener, dentro de la *aynuqa*, algunas parcelas (*qallpas*) que usufructúa en forma individual, pero sincronizada con las actividades de los otros productores en sus respectivas parcelas.

Una mayor cercanía de los mercados exige una mayor producción dirigida a su comercialización, dándose una tendencia a la especialización de la producción y a la propiedad individual de la tierra. A partir de la Ley de Reforma Agraria la propiedad común de la tierra desaparece y da paso al usufructo particular por cada unidad familiar. Las comunidades se clasifican en dos: ex-haciendas y originarias. Las comunidades con titulación de ex-haciendas se han hecho en forma de propiedades familiares individuales (Albó 1985). Mientras que "la propiedad jurídicamente colectiva se ha mantenido en casi todas las comunidades originarias que no fueron haciendas" (Albó 1985), guardando en su poder los documentos de la época colonial y republicana que comprueban la propiedad colectiva^{3/}.

Con la Reforma Agraria de 1953, si bien se benefició a los campesinos con la posesión comunitaria o privada de tierras, no hubo acceso a servicios técnicos y financieros de apoyo a la producción, acelerándose paulatinamente la parcelación de las tierras con la llegada de cada nueva generación, ahondándose el empobrecimiento de los campesinos con el deterioro de la tierra y la presión demográfica (Laguna 1992).

La teoría económica en la investigación

Las necesidades de investigación muchas veces no coinciden con la teoría económica, rebasando el marco en el que se ajusta. Este es el caso de la conservación de pastizales cuya valoración económica no está establecida aun.

Si bien los productores no se comportan exclusivamente como maximizadores de una ganancia, se asume que maximizan algún tipo de función de utilidad. El valor que el campesino da a la tierra tiene origen económico y cultural, tomando en cuenta la calidad del recurso como parte de su función de utilidad. La maximización de una función de utilidad permite dar gran flexibilidad en la definición de objetivos y comportamientos.

^{3/} Muchas de esas comunidades originarias, como la comunidad en estudio, tienen sus terrenos como propiedad individual, si bien no con una titulación legal o dotada sino como en algunas comunidades originarias que lograron su dotación de manera irregular.

La función de utilidad relaciona la satisfacción de un individuo con una serie de variables que influyen sobre esta satisfacción. La función beneficio se constituye en una parte de la función de utilidad (Kervyn 1987)

La economía campesina produce tanto para la subsistencia como para el mercado, dando origen a diversos comportamientos. "El relacionamiento del campesino con el mercado y la conservación de una economía de subsistencia, hacen difícil el entender la racionalidad con que se conduce. La gran mayoría de los campesinos tienen un pie en la esfera mercantil y el otro fuera de ella y es la forma en que codeterminan su organización social. La articulación entre ambas determinan la racionalidad campesina." (Jette 1991)

La discusión sobre la racionalidad campesina y su divergencia con la racionalidad empresarial o de mercado, ha sido objeto de mucha polémica. Este estudio asume el carácter particular del modo de vida del hombre, sujeto a la complejidad geográfica, cultural e histórica, dependiendo a su vez del grado de desarrollo alcanzado (Kervyn 1987)

La teoría del equilibrio de intercambio

La teoría del bienestar sirve de base para establecer el intercambio entre beneficios y conservación pastizales. Mediante el óptimo paretiano se relacionan las funciones de transformación y de utilidad para llegar a cumplir con los objetivos del estudio.

Teóricamente, "la eficiencia en la producción requiere que se alcance el límite de esta región de lo factible, esto es, que no sea posible producir mayor cantidad de ningún producto sin reducir la del otro o aumentar el input de algunos de los factores, ni utilizar menor cantidad de ningún factor sin incrementar el input de otro factor o producir menos de algún producto"^{4/} (Winch 1971)

La aplicación de la teoría en la investigación está en la reformulación de los objetivos: los beneficios y la conservación de los pastizales, tomando en cada par los beneficios generados por la producción pecuaria por cada hectárea y la superficie de pastizal disponible para cada unidad familiar. El diagrama de "caja de Edgeworth" ilustra la interacción entre los dos objetivos planteados en este estudio y como un instrumento para establecer el intercambio y análisis del equilibrio (Ferguson 1978)^{5/}

^{4/} Para alcanzar esa eficiencia se requieren de ciertas condiciones para cada par de combinaciones de productos y factores, como el de mantener una misma tasa marginal de sustitución técnica a través de toda la economía (Winch 1971)

^{5/} Todos los puntos de una curva de contrato tienen una característica, un movimiento que aleja la posición de dicho punto debe beneficiar a una de las partes y perjudicar a la otra. Una distribución es un óptimo de Pareto, si y solo si, no hay ningún cambio que beneficie a alguna de las partes sin perjudicar a ninguna. Todos los puntos de la curva representan óptimos de Pareto. El equilibrio puede ocurrir en cualquier punto de la curva (Ferguson 1978)

Las investigaciones sobre la valoración económica de los recursos naturales están retomando los fundamentos de la teoría microeconómica para abordar el problema de la medición de los beneficios netos aportados (Flores et al 1992) Las limitantes son amplias al tratarse de un recurso natural como la pradera nativa y las tierras en descanso, componentes importantes del pastizal, cuyo valor económico no ha sido cuantificado aun Los costos de una pradera nativa y de su regeneración no son medibles y los beneficios netos no han sido establecidos aun Pero, existen métodos desde el punto de vista ecológico, como los análisis de energía, que podrían dar una idea del valor económico de los recursos naturales

Conceptos sobre el manejo de pastizales

La conservación y el manejo de pastizales

El estudio sobre la conservación de pastizales tiene un enfoque económico y social que surge con el uso óptimo de los recursos a través del tiempo La conservación de los pastizales debe adaptarse a la realidad y ser congruente con su uso efectivo

El manejo de praderas es "la ciencia y el arte de la planificación y dirección del uso múltiple de la pradera para obtener una máxima producción animal económica sostenida compatible con la conservación y/o mejoramiento en los recursos naturales relacionados" (Huss y Aguirre 1974, citado por Huss et al 1986)

El valor práctico del manejo de praderas se establece por los productos que se obtienen de la ganadería El forraje proveniente de los pastizales es aprovechado en la alimentación del ganado, transformándose en productos como carne, leche, lana y cuero, y usos como tracción y energía que benefician a pequeños productores

La ganadería depende de la pradera, lograr la máxima producción ganadera está en relación con el uso sostenido de la pradera El manejo adecuado del pastizal, manteniendo un hato ganadero en el rango óptimo del pastizal, está íntimamente ligado a su buena conservación porque permitirá mantener la productividad animal Además, un manejo adecuado ayuda a controlar la erosión, impidiendo la pérdida del potencial agrícola

Los beneficios económicos generados por el uso de los pastizales

Se entiende como la máxima producción pecuaria, aquella que genera los mayores beneficios desde un punto de vista económico, expresada en una relación directa entre la carga animal y la cantidad de producto [ejemplo carne/UA/ha leche/UA/ha (UA = unidad animal)]

La máxima producción animal es distinta en el corto y en el largo plazo La producción máxima a corto plazo está asociada a la sobreutilización o pastoreo destructivo En el largo plazo, es aquella que prevé las necesidades de forraje

Los beneficios o ingresos totales generados en el corto plazo no podran compensar el deterioro de los recursos forrajeros y el creciente descenso de la productividad, originado por la sobreutilizacion de los pastizales (Huss et al 1986)

William Anderson considera que "el manejo cientifico de las praderas naturales se sostiene en la premisa de que los recursos del pastizal pueden ser mejorados y ser pastoreados por animales domesticos perpetuamente y al mismo tiempo producir cuencas hidrologicas de alta calidad, fauna silvestre, recreacion y productos forestales donde esten disponibles" (SRM 1964)

El valor economico de la pradera en la produccion ganadera, esta directamente relacionado a su adecuado manejo. Se trata de obtener un incremento en la carga animal. Su optimo uso genera utilidades al campesino por la comercializacion de los productos y subproductos ganaderos, derivados de su conservacion.

Capacidad de carga

La capacidad de carga (*CC*) de la pradera es la cantidad de animales que pueden ser alimentados con los recursos de la pradera, en condiciones de nutricion animal minima aceptable y sin que el recurso se deteriore.

La baja produccion animal se debe a la inadecuada nutricion debido a la poca cantidad y/o pobre calidad del forraje. Este problema se agudiza durante la epoca seca, situandose la *CC* en una situacion critica (Flores et al 1992)

Carga animal

La *CA* es la cantidad de animales sobre el pastizal. Es igual a la *UA* sobre la superficie del pastizal^{6/}. Se expresa en unidades animal año (*UAA*) [equivalente mensual (*UAM*)^{7/}]. La *CA* es correspondiente a cada especie animal (Flores et al 1992)

La *CA* esta determinada por el productor de acuerdo a sus posibilidades o a su decision de poseer una determinada cantidad de animales, sirve de indicador del buen manejo de la pradera. La decision acertada o no, está en relación a la *CC* de la pradera.

^{6/} Para el calculo de la *CA* se utiliza en este estudio la tabla de equivalencias de Paladines (1992)

^{7/} La *UA* puede ser calculada a partir del peso metabolico (*PM*) es decir

$$UA = PM = PV^{0.75}$$

donde *PV* es el peso vivo del animal. La utilizacion de *PM* es uno de los metodos mas aconsejables para el calculo de la *UA*, pero requiere registro de pesos.

Factor de uso (*FU*)

De acuerdo a Flores (1992), la *CA* debe ser equivalente a la *CC* de manera que se logre un pastoreo moderado. El factor de uso (*FU*) es la relación entre

$$\frac{\text{CARGA ANIMAL (CA)}}{\text{CAPACIDAD DE CARGA (CC)}} = \text{FACTOR DE USO (FU)}$$

Cuando *CA* es igual *CC*, se tiene el Factor de Uso Apropriado (*FUA*)

O sea si

$CA = CC,$	$==>$	<i>FUA</i>
$CA > CC,$	$==>$	existe sobrepastoreo
$CA < CC,$	$==>$	existe subpastoreo

Intensidad de utilización (*IU*)

Es la relación entre el forraje utilizado por el ganado (*FZ*) y el forraje ofrecido inicialmente (*FO*), se expresa en porcentaje

$$IU = \frac{FZ}{FO} \cdot 100$$

IU depende de la relación de *CA* y *CC*. *IU* no debe sobrepasar el valor de *FUA* que, según Flores et al (1992), en el caso de las praderas altoandinas, se estima que es de alrededor del 60%

Uso eficiente de los pastizales (*EF*)

La eficiencia de utilización de pastizales (*EF*) es la relación de la cantidad de forraje consumido y el forraje disponible para el consumo animal

$$EF = \frac{\text{FORRAJE CONSUMIDO} | \text{ha}}{\text{FORRAJE DISPONIBLE} | \text{ha}}$$

Se obtiene el porcentaje de forraje disponible consumido por el ganado y el porcentaje de forraje que ha permanecido en el campo en forma de residuo vegetal

Clasificación de los pastizales

La Sociedad de Manejo de Pastizales (SRM 1964) en su glosario de términos usados define la pradera como "tierras donde la vegetación nativa consiste principalmente en gramíneas gramínoideas hierbas o arbustos para pastoreo o ramoneo del ganado. Comprende tierras cuya vegetación ha sido regenerada ya sea en forma natural o artificial, con el fin de proporcionar una cubierta de forraje que se maneja como vegetación nativa"

Un pastizal es cualquier area que produce forraje. Se clasifica un pastizal en natural y artificial. La pradera nativa es la tierra que, por distintas causas (baja fertilidad, poca profundidad, aridez, frio, humedad) no es usada para el cultivo agricola.

1 Forraje

La pradera provee principalmente forraje para la alimentacion animal. El forraje se define como cualquier parte comestible no dañina de una planta, que tiene un valor nutritivo y que esta disponible para ser consumida por los animales. Una planta, para ser considerada forraje, deberia poseer las cualidades de ser aceptada por los animales, estar disponible y ser nutritiva (Huss et al. 1986).

2 Vegetación

La vegetacion esta definida como la suma total de todas las plantas en una comunidad especifica. Todo el forraje es parte de la vegetacion, pero no toda la vegetacion puede considerarse como forraje. Muy pocas especies son consideradas forraje util para la produccion ganadera, es por esta razon que el manejo de la pradera es fundamental para lograr mayores especies forrajeras en la vegetacion.

3 Pastura

Las pasturas se definen como "tierras de pastoreo bajo un relativo manejo intensivo desde el punto de vista agronomico y cultural, que consiste en una comunidad de plantas que no están adaptadas al medio ambiente natural, por lo tanto requieren tratamientos cultivables frecuentes como fertilizacion, control de maleza y riego para el mantenimiento de la composicion floristica" (Huss et al. 1986).

Una pastura es una comunidad que no puede mantenerse en un medio ambiente natural y requiere de la intervencion de medios agronomicos o practicas cultivables frecuentes. Sin esta intervencion la comunidad vegetal sera reemplazada por especies nativas mejor adaptadas al medio natural.

4 Pradera

Cuando las praderas nativas se encuentran deterioradas se realizan practicas de mejoramiento con resiembras artificiales, sea con especies nativas o introducidas. Estas especies introducidas y adaptadas al medio, forman parte de la pradera nativa. La pradera "comprende tierras cuya vegetacion ha sido regenerada en forma natural o artificial con el fin de proporcionar una cubierta de forraje que se maneja como vegetacion nativa" (Huss et al. 1986).

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

Ubicación geográfica, clima y población

La Comunidad San Jose Llanga se ubica en el Canton Umala (Provincia Aroma, Departamento de La Paz) en el Altiplano Central de Bolivia. Limita al norte con Llanga Belen, al sur con Santiago de Collana, al este con la Loma de Santiago y la via del ferrocarril La Paz-Oruro y al oeste con las comunidades de Umala y Toloma. Tiene una superficie aproximada de 7200 ha distribuidas en seis zonas: Savilani, Callunimaya, Barrio, T'olathia, Inkamaya y Espiritu Willq'i.

La comunidad se extiende en una region semiarida, afectada drasticamente por las variaciones climaticas, inclusive con fluctuaciones en un mismo dia. Las noches y el amanecer son los periodos mas peligrosos por la presencia de heladas impredecibles, a lo largo de todo el año.

De acuerdo a la clasificacion ecologica, San Jose Llanga pertenece a una estepa desertica. Su altura sobre el nivel del mar es de 3,784 m, con clima frio. La temperatura promedio anual es de 9.8° C. La precipitacion pluvial varia de 300 a 350 mm anuales, produciendose heladas durante un 40% del transcurso del año (Estacion Experimental de Patacamaya).

Se divide el año en dos épocas marcadas. La epoca humeda, con precipitacion pluvial suficiente que permite el retoño de la vegetacion (diciembre a mayo) y la época seca, que coincide con la epoca más fria (junio a noviembre).

Se produce en un 90% en tierras a secano. Por tanto, los riesgos de la sequia son intensos en cada ciclo productivo por su dependencia a la variabilidad de las precipitaciones pluviales.

Segun un estudio tecnico del Proyecto IBTA/SIPAB (IBTA-CIID-ORSTOM 1992), existe una relación dinámica del contenido de sales en un periodo agricola, la que se presenta en la epoca seca y convierte a las aguas en peligrosas para el riego. Esta concentración peligrosa de sales es advertida en San Jose Llanga. La comunidad utiliza aguas del Rio Desaguadero para regar las zonas bajas de produccion de forrajes. Se estima que en poco tiempo estas tierras seran improductivas. En esta region existen eriales y formacion de nuevos eriales donde extensas superficies presentan alta concentracion de sales y alta toxicidad del suelo.

El deficit hidrico y los vientos actuan como agentes erosivos en la region a los que se agrega la fuerte radiacion solar. Las heladas son lo mas temido por el campesino. Las primeras heladas suaves se registran en noviembre, el riesgo es mayor en febrero y marzo con posibilidades de ocurrencia en cualquier otro mes.

Las heladas en el Altiplano son de origen radiactivo, muestran una heterogeneidad espacial que impide la zonificación, presentándose grandes variaciones en las parcelas de un mismo agricultor, según la ubicación topográfica y el tipo de suelo. Las zonas ubicadas hacia el norte son las más afectadas en la producción agrícola (Savilani, Callunimaya y Barrio) (IBTA-CIID-ORSTOM 1992)

De acuerdo a datos de 1986 y a los informes de un plan de urbanización realizado en la comunidad, San José Llanga contaba aproximadamente con 200 familias. Durante el primer semestre de 1992, existían 112 familias y en el segundo semestre 92 familias. El cambio acelerado en 1992 se atribuye a la escasa cosecha agrícola y a la falta de forrajes para satisfacer el consumo de animales (Cuadro 1)

La población femenina alcanza al 53% y la masculina al 47%. Estas diferencias, en un país marcadamente igualitario en la composición de la población por género, se deben a la salida de los varones jóvenes en procura de mejores condiciones de vida y el servicio militar obligatorio. Los lugares preferidos para la emigración son Villazón, Cochabamba, Santa Cruz, La Paz, Patacamaya y Yacuiba. Las regiones de los Yungas y los valles son preferidas por algunas familias para migraciones temporales, realizando trabajos en la época de cosecha de arroz y frutas.

Suelo y vegetación

Los suelos en el Altiplano Central son de origen sedimentario de textura arenosa y arcillosa (Laguna 1992). "Son a menudo superficiales y pobres con bajos índices de materia orgánica, sometidos a una erosión eólica e hidráulica, que se agudizan por un sobrepastoreo" (Morel 1990 citado por Laguna 1992). En general, el suelo de San José Llanga es arenoso, presentando combinaciones entre los suelos limoso y arcilloso.

Más que una clasificación técnica, el campesino conocedor del suelo que cultiva, realiza su propia clasificación del suelo, tanto por el color como por su estructura, determinando los lugares con mayor o menor cantidad de arena (*ch'alla*), humedad y la proximidad de agua dulce bajo el suelo.

La comunidad posee una zona de pastoreo y otra agrícola. La zona de pastoreo corresponde a las praderas nativas, en ella la napa freática está entre 1 y 4 m de profundidad y la vegetación se compone de cola de ratón (*hordeum andicola*), pork'es (*calamagrostis heterophylla*), kulcha (*muhlebergia fastigiata*), t'olares y otros. La zona agrícola es relativamente más alta, encontrándose el agua a una profundidad variable y mayor a 8 m. La vegetación es diversificada encontrándose al iru ichu (*festuca orthophylla*), alfilerillo (*erodion sicutareo*), kailla, etc.

Al sudoeste de la comunidad se encuentra Choconimaya, área donde están las casas estacionales o *putucus* que sirven para el almacenamiento de forraje en las épocas secas y también como abrigo para el pastor. El suelo es más salino por la influencia del Río Desaguadero, sobreviviendo en estas condiciones forrajes como el huari kauchi (*atriplex cristata*), kauchi (*salicornia*) y k'ota (*anthobryum triandrum*).

Cuadro 1 Distribución de la población de San José Llanga, por zonas y por semestres, 1992

ZONA	No DE FAMILIAS	
	Semestre I	Semestre II
Espiritu Willq'i	11	12
Inkamaya	24	23
T'olathia	21	18
Barrio	20	16
Savilani	23	11
Callunimaya	13	12
TOTAL	112	92

Fuente IBTA/SR-CRSP 1992

Características productivas

Las principales actividades productivas en la comunidad San José Llanga son la agricultura y la ganadería, complementadas con la artesanía. En algunos casos existen otras actividades como albañilería, comercio y transporte.

En los últimos años, sus pobladores han dado mayor importancia a la ganadería vacuna dirigida a la producción de leche, al constituirse en una actividad que genera renta y que ha recibido incentivos de instituciones como el Programa de Fomento Lechero (PROFOLE) y el Programa de Autodesarrollo Campesino (PAC), mediante la dotación de créditos, en semillas para forrajes y de animales para la introducción de razas mejoradas.

1 Uso del suelo

San José Llanga cuenta con aproximadamente 7,200 ha, de las cuales 3,856 ha son pastos naturales y 2,216 ha son tierras agrícolas (Cuadro 2).

La importancia en la distribución de la tierra no solo es la cantidad sino también la distribución espacial por la calidad y productividad de los diferentes agroecosistemas (altura, humedad, calidad de suelo, etc.).

Del mismo modo el cuadro 2 señala la distribución porcentual de cada área. Así, las parcelas ocupan el 30,8% de la superficie total, las cotas un 18,7% entre tierras no identificadas como agrícolas o de pastoreo 15,7%, gramíneas 10,4%, el tolar pajonal 9,1%, gramadales 7,2%, y por último el erial que abarca 6,2%.

Cuadro 2 Superficie de tierras por tipos, San José Llanga

Tipos de Tierra	Superficie	
	(ha)	%
Parcelas	2,216	30.8
Otras tierras	1,128	15.7
Praderas nativas	3,856	53.5
Erial	588	8.1
Cotal	1,344	18.7
T'olar pajonal	656	9.1
Gramadal	520	7.2
Gramineas	748	10.4
Total	7,200	100.0

Fuente IBTA/SR-CRSP, Mapa de San Jose Llanga

2 Incentivos externos a la producción pecuaria

La ganadería en la Comunidad San Jose Llanga tiene una singular importancia dentro del sistema productivo. El inventario ganadero de mayo de 1992 muestra que existe un total de 4,735 ovinos, 450 bovinos y 122 equinos. El promedio de tenencia por familia es de 42 ovinos, 4 bovinos y 1 burro (Paredes et al. 1992).

Gracias a programas de asistencia y capacitación, se observa en la comunidad una tendencia a mejorar la raza del ganado. Existen razas introducidas como Holstein y Pardo Suizo en el ganado vacuno, y Merino, Cara Negra, Corridale y Targhee en el ganado ovino.

Las instituciones que actúan en la Provincia Aroma, área de Patacamaya, con repercusiones en la comunidad San Jose Llanga son el PAC con financiamiento de la Comunidad Económica Europea y la Corporación de Desarrollo del Departamento de La Paz (CORDEPAZ) con el PROFOLE cuyo objetivo es incentivar la producción de leche en la zona.

La CORDEPAZ a través de sus proyectos de desarrollo pecuario recibe financiamiento tanto de la Iglesia danesa mediante el programa DANCHURCHAID para mejoramiento genético, capacitación de pequeños productores, sanidad, infraestructura y otros rubros, como del Programa Mundial de Alimentos (PMA) mediante créditos rotatorios, y dotación de semillas y alimento balanceado.

El incentivo a la producción de leche es con el fin de aprovisionar de materia prima a la Planta Industrializadora de Leche (PIL), empresa estatal administrada por CORDEPAZ. La venta de leche se realiza en la propia comunidad mediante un sistema de recolección por la PIL, que procesa la leche y la comercializa en el mercado de La Paz.

Diseño del estudio

La muestra

De un universo de aproximadamente 100 familias se seleccionó una muestra aleatoria y con reemplazamiento de 40 familias pertenecientes a las seis zonas de la comunidad. También se consideró, como un requisito importante, la accesibilidad y predisposición de las familias a participar en el estudio. El método de encuesta activa privilegia la veracidad de la información colectada.

Técnicas de recopilación de datos

1 Observación y participación

La información se obtuvo mediante el trabajo de campo basado en la observación de las unidades de producción y la participación en las tareas cotidianas de las familias escogidas. A través de la convivencia permanente en la comunidad, por un período de 12 meses, se obtuvo complementación entre la información de las encuestas y la lograda por medio de la observación.

La interacción cotidiana en labores de cada familia de la muestra permitió conocer el tipo de trabajo que éstas realizan a lo largo del año en el manejo del ganado, se observó el sistema de pastoreo adoptado por cada productor, referido a los tiempos de descanso de la pradera y la frecuencia de utilización de las tierras en descanso y los forrajes cultivados.

2 Formulación de encuestas

La unidad de análisis es la unidad familiar, se tomó en cuenta la tenencia del número de animales por especie, el acceso a los pastizales mediante las áreas de praderas con que cuenta la familia y la superficie de forrajes cultivados por estas, la intensidad del pastoreo a través del tiempo y otros aspectos referidos al manejo de los recursos forrajero y ganadero para la producción.

Se abarcó la estratificación de la tenencia de ganado por sexo, raza, edad, producción, comercialización y autoconsumo. La producción considero la alimentación y la sanidad.

Se realizaron dos encuestas, complementadas con entrevistas en diferentes épocas del año, una en el trimestre abril a junio y la otra en el trimestre octubre a diciembre.

El modelo de análisis

El modelo de simulación

Un modelo de simulación es el proceso de diseñar y conducir experimentos con un modelo de sistema real, apoyado en elementos matemáticos o numéricos, con el propósito de entender el funcionamiento del sistema o evaluar sus estrategias de operación (Aguilar y Cañas 1992). Es una alternativa para estudiar y comprender aquellos sistemas cuyo estudio directo puede ser difícil, debido a la complejidad del sistema o los costos que dicho estudio requiere.

Intercambio entre beneficios y conservación de pastizales

La importancia de conservar la calidad del pastizal permitirá tener un rendimiento que asegure principalmente la producción futura. La utilidad está en función de los beneficios y la conservación de los pastizales, es decir, existe intercambio entre los beneficios que reporta la ganadería y la conservación de la calidad de los pastizales en un permanente dinamismo en el tiempo.

La buena calidad del pastizal es una característica importante que valora el campesino y se constituye en parte de la función de utilidad. Por tanto, se tiene una función con dos objetivos:

establecer los beneficios monetarios (ingresos por ventas en ganadería) y no monetarios (autoconsumo) obtenidos por el campesino y

medir la conservación de los pastizales, por medio de la presión que ejercen los animales sobre los pastizales.

El beneficio y la conservación de los pastizales implican el conocimiento de cómo el productor maneja sus recursos forrajero y ganadero, en relación al mantenimiento de la calidad del medio ambiente y a la producción sostenible en el tiempo. El manejo se establece a través de una estratificación de productores de ganado, ya que al no ser éstos homogéneos en aspectos productivos, manejarán en diferente forma sus recursos. El conocer el nivel de subsistencia puede ayudar a comprender los diferentes comportamientos de los productores.

Debido a la complejidad de cuantificar el nivel de subsistencia y los diversos aspectos a ser tomados en cuenta, solo se considerará la decisión de los productores en el manejo de los pastizales en relación a los ingresos pecuarios.

Las variables de la función de utilidad son los beneficios (P) y la conservación de los pastizales (Q). La conservación de los pastizales en la producción pecuaria implica la preservación de la calidad de los mismos. Existe una estrecha relación entre la decisión del productor y el manejo que se practica, los que deberían tender a evitar la sobreutilización o subutilización de los pastizales.

La óptima utilización de los pastizales en la ganadería está en relación con el eficiente aprovechamiento del forraje proveniente de las praderas nativa e implantada y de las tierras en descanso. Tal eficiencia permite la recuperación de la vegetación y la conservación del pastizal, su uso en la ganadería, además de generar ingresos en el corto plazo, proporciona al pequeño productor la posibilidad de una producción sostenible. Ello contribuye en el largo plazo a detener la degradación de los pastizales, asegurando la continuidad de la producción.

El modelo de optimización consiste en estudiar el intercambio entre la utilización de los pastizales y los beneficios (Figura 1). El punto **A** define la distribución inicial de beneficios y conservación de pastizales. Para establecer la decisión del productor, se debe tomar en cuenta la cantidad de ganado y la disponibilidad de forraje. La curva **GF** es la frontera de transformación o intercambio (uso de la tierra en el tiempo). A lo largo de la frontera, la tasa marginal de transformación (**MRT**) mide el sacrificio de los beneficios descontados para un incremento unitario en el valor actual de la utilización de los pastizales^{7/}

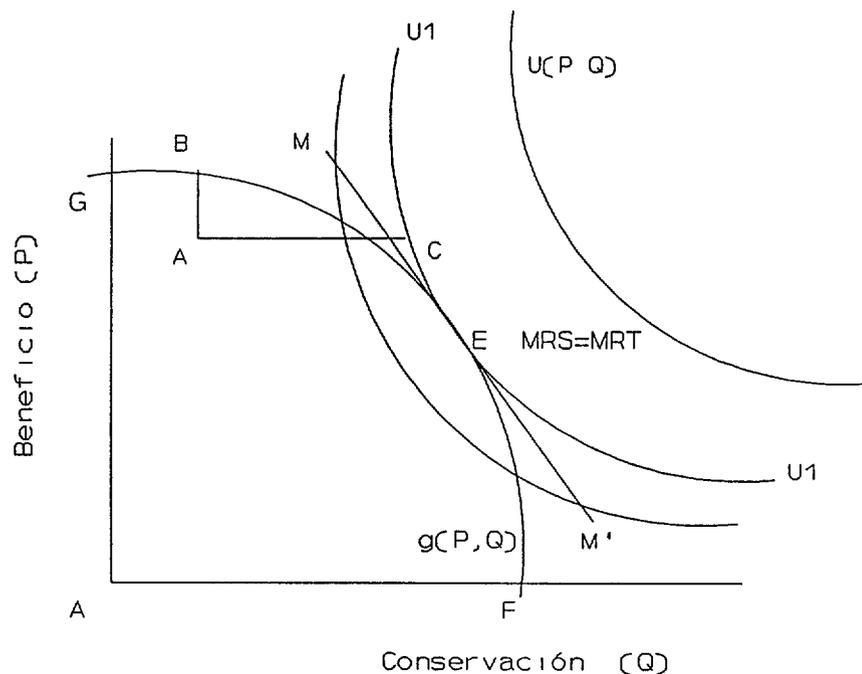


Figura 1 La frontera de producción y el intercambio conservación-beneficio

^{7/} Tanto los beneficios como la utilización de los pastizales pueden ser expresados en términos de valores actuales, por la dinámica en el tiempo

La MRT se define como,

$$MRT = -\frac{dP}{dQ} = \frac{\frac{\delta g}{\delta Q}}{\frac{\delta g}{\delta P}} \quad (1)$$

donde $g(P,Q)$ es una función convexa a la curva de transformacion

El mapa de indiferencia que se despliega sobre la curva de transformacion representa las diferentes curvas de utilidad, que es la expresion por valores isoactuales de la funcion de utilidad, donde la tasa marginal de sustitucion (MRS) entre la utilizacion de pastizales y los beneficios se define como,

$$MRS = -\frac{dB}{dQ} = \frac{\frac{\delta U}{\delta Q}}{\frac{\delta U}{\delta P}} \quad (2)$$

Teoricamente, el punto más alto de indiferencia al que pueden llegar los productores campesinos, sera E , donde $MRT = MRS$ indica el punto de eficiencia. La línea (MM') pasa por E y hace tangencia al lugar de transformacion UU' . La inclinacion negativa de MM' indica el valor marginal relativo de P y Q , sostenido por quienes toman las decisiones, en este caso las familias en el uso de sus recursos, es decir, el intercambio marginal entre la calidad de pastizales y la obtencion de beneficios.

La utilidad por los beneficios es 1 y la utilidad por la conservacion de los pastizales

es μ , entonces, la inclinación de M es $-\frac{\mu}{1} = -\mu$, donde $MRT = MRS = -\mu$ está en

equilibrio. Por medio de diferentes valores de μ se establece la frontera de posibilidades GF , convirtiendose el modelo en uno de decision dinamico.

La Curva de Mott

A medida que aumenta la CA por unidad de superficie, la ganancia de peso por individuo disminuye hasta un nivel de carga en el que la ganancia por animal es cero, en este punto, la ganancia por hectarea se hace nula (Paladines 1992). Esta relación cambia con el tiempo y de acuerdo a la época del año es decir en época húmeda la complementación será diferente que en época seca, debido a la disponibilidad de forraje. Dentro de esta dinámica la máxima producción por hectárea se consigue con cargas menores, a medida que pasa el tiempo, siempre que no se modifique el rendimiento de materia seca.

Los modelos teóricos desarrollados sobre la presión de pastoreo sirven de antecedentes a los estudios realizados sobre la ganancia de peso vivo (PV) por animal y la CA. Pero, las modificaciones realizadas al modelo diseñado por Mott sirven de base para el propósito de la presente investigación (Ferguson 1978, Laidler 1978)

En la figura 2 se presenta la intensidad de pastoreo (abscisa) que se verá reflejada por la CA y la ganancia de peso (ordenada) que está en directa relación con la generación del ingreso por unidad animal (IUA). A medida que aumenta la CA, existe una mayor demanda por forraje disponible, provocando una baja en el PV por animal, reflejándose directamente en una menor producción y en IUA.

El aumento de CA (animales por unidad de superficie) más allá del valor crítico produce un efecto negativo -básicamente lineal dentro del área de interés económico- en la ganancia de PV por animal. Considerando la producción por hectárea, la relación no es permanentemente creciente, sino que asume una forma cuadrática (Paladines 1992).

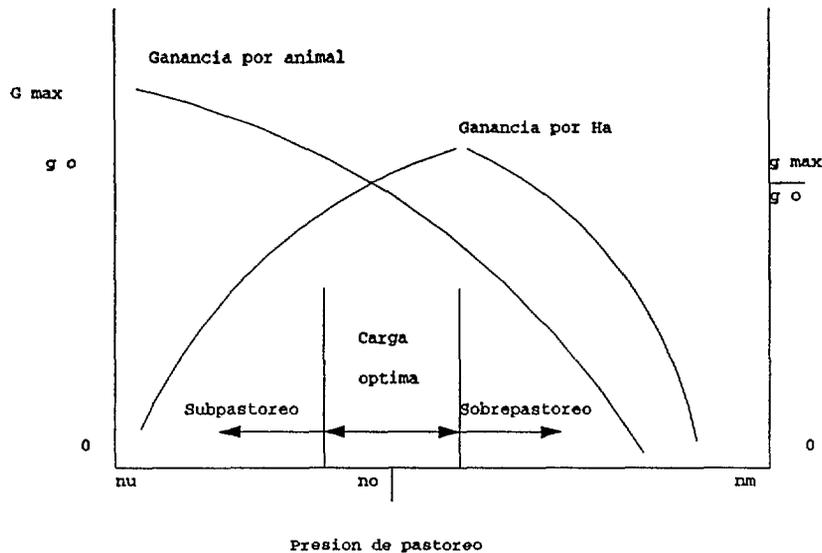


Figura 2 Relación entre la ganancia de PV/UA/ha y la presión de pastoreo en la determinación del rango óptimo (Matches y Mott 1975)

Inviabilidad del modelo de simulación

La construcción de un modelo de simulación tiene el objetivo de explicar el comportamiento observado de lo que sucede en los pastizales de la comunidad San José Llanga y, al mismo tiempo predecir el comportamiento futuro de acuerdo a la tendencia actual

En la función objetivo los beneficios netos dependen de las opciones disponibles para quienes toman decisiones,

$$\sum_{t=0}^T U_T (B_t, Q_t) \beta^t$$

donde $\beta = \frac{1}{1+r}$, es el factor de descuento, con índice de descuento r , y T es la longitud del horizonte de planeamiento

La función objetivo, luego de una transformación monótona (2), se escribe como

$$\sum (1-\lambda)B_t + \lambda Q_t \beta^t$$

donde $0 \leq \lambda \leq 1$, es el peso de la utilidad ligado al objetivo de la conservación

La conservación de los pastizales es una función de las variables de estado disponibilidad de forraje y cantidad de animales. Las limitaciones dinámicas establecen que la disponibilidad de forraje en el siguiente periodo es igual al valor del periodo actual, menos la disponibilidad del forraje ya utilizado en la producción de ganado. El estado de los pastizales en un año determinado, dependerá de las decisiones tomadas por el agricultor y de las condiciones climáticas de cada año.

La CA es una variable dinámica porque depende en gran medida de la decisión de los campesinos de incrementar la producción ganadera con un número mayor de cabezas o la disminución de los mismos. Significa, por lo tanto, además de hacer un seguimiento de las sacas y las reposiciones del hato, un registro de pesos por especie y por edades, a lo largo de las diferentes épocas del año.

Para la construcción de un modelo de simulación era necesario contar con series de datos obtenidos en el seguimiento de varios años de los campos nativos de pastoreo (CANAPAS) y de los campos en descanso (CADES) comparando las variaciones climáticas y su influencia en el rendimiento de los pastizales. Entre las restricciones para la realización del modelo de simulación está la falta de información referente a la caracterización de las asociaciones vegetales en las praderas nativas y del rendimiento de forrajes de CANAPAS y CADES.

Aplicación del Modelo de Mott

La modificación del Modelo de Mott permite relacionar los beneficios económicos de los pastizales y su conservación. Obteniendo el rango de *CA* óptima se establece una aproximación de utilización eficiente del recurso, que acceda a la conservación de los pastizales, medido en términos de la presión ejercida por el ganado en el pastoreo.

El efecto de las diferentes *CA* sobre la superficie de cada unidad familiar, se traduce en productos y a su vez en ingresos que resultan de la comercialización y el autoconsumo, medidos en unidades monetarias.

La tabla de equivalencia se utiliza en este estudio como un factor de conversión a unidades animales (*UA*). Para el cálculo se toma un bovino promedio de 400 kg de peso (Paladines 1992), coincidente con trabajos realizados en Bolivia por Alzerreca (1992), y un ovino promedio de 30 kg.

Existe relación inversa entre *CA* y el crecimiento del pastizal. Cuando *CA* es excesiva, se producen daños en el pastizal (disminución del rebrote de plantas y del crecimiento de nuevas especies), ampliándose áreas de suelo desnudo que inciden en la productividad.

El sistema de pastoreo utilizado por el campesino es un indicador de la racionalidad con la que éste se conduce en el manejo de los pastizales. Esta es más compleja a causa de factores que condicionan su modo de actuar (presión económica, escasez de tierras, falta de mano de obra, acceso al cambio tecnológico).

Bajo el supuesto de que el costo de oportunidad de los pastizales es cero, los ingresos de las familias se constituyen en los beneficios económicos. El costo de oportunidad de los pastizales es cero porque son tierras no aptas para cultivos agrícolas por el nivel de la napa freática y por la calidad del suelo.

Los pastizales son cuantificados por el grado de utilización en términos de las diferentes cargas animales, lo que nos llevará a conocer si existe en el momento actual, subutilización, óptima utilización o sobreutilización.

La falta de información impide la utilización de muchas variables importantes como alimentación suplementaria, variabilidad de la *CA* en las diferentes épocas y la *CC* de los pastizales. Frente a estas limitaciones el Modelo Modificado de Mott, es el mejor camino para establecer el intercambio entre los beneficios generados por la producción pecuaria y la conservación de los pastizales.

Resultados y Discusión

Uso de la tierra

La tenencia del recurso tierra por familia de la comunidad es limitada. Esta se torna crítica para las unidades familiares que poseen escasos terrenos, teniendo en cuenta las condiciones áridas del suelo. Las 40 familias de la muestra poseen 965,4 ha en total: cultivos agrícolas 145,4 ha, forrajes cultivados 72,0 ha, praderas nativas 249,2 ha, tierras en descanso y no utilizadas 298,7 ha. Una familia posee cultivos agrícolas 3,6 ha, forrajes cultivados 6,8 ha, praderas nativas 6,2 ha, tierras en descanso y no utilizadas 7,5 ha. En promedio, una familia posee 24,1 ha de terreno.

La heterogeneidad de la tenencia de la tierra se observa en una estratificación realizada de acuerdo a la superficie de tierras poseídas entre todas las familias correspondientes a la muestra. Mediante encuesta a un grupo de 12 familias de la muestra total, se obtiene la valoración del recurso tierra en relación a su tenencia.

El resultado de esta encuesta, se basa en la apreciación que tienen las propias familias de la cantidad de tierras poseídas: poco terreno, terreno mediano y mucho terreno. Se suma la apreciación subjetiva del investigador, para determinar tres rangos de posesión, expresados en hectáreas. De acuerdo a los rangos obtenidos, se obtienen tres estratos de tenencia: alto, medio y bajo. La estratificación realizada se basa en la superficie de terreno a cargo de la familia (Cuadro 3). La distribución de terrenos por estratificación de familias se presenta en el cuadro 4.

Muchas familias del estrato bajo se ven obligadas a alquilar terrenos para el pastoreo de ganado y para algunos cultivos. Las tierras del estrato alto son de varios hermanos u otros miembros de la familia y manejadas por un solo miembro asentado en la comunidad, el resto ha emigrado a otras regiones o ciudades. Con la posesión de mucha tierra surgen otras formas de usufructo en la propia comunidad como la cesión en venta, alquiler e inclusive en contrato anticretico.

De acuerdo a la estratificación, las unidades productivas tienen características cualitativas. En el estrato bajo predomina la agricultura; predominan las praderas nativas que de los forrajes cultivados, las tierras en descanso no logran recuperarse ya que ingresan rápidamente al nuevo ciclo productivo, como en el caso de la rotación de papa, quinua y cebada. De otra forma, los terrenos en descanso son utilizados permanentemente para el pastoreo. En los estratos medio y alto el terreno está dirigido más al cultivo de forrajes, casi en la misma proporción que la superficie de praderas nativas. Estos últimos estratos tienen mejores condiciones para la producción pecuaria con una tendencia a una mayor actividad ganadera, por la cantidad de superficie destinada al cultivo de forrajes.

Cuadro 3 Estratificación de familias por tipos de terreno, San José Llanga^{1/}

Estrato	Cultivo	Forraje	Pradera	Descanso	Total
Bajo	2 1	1 5	2 0	0 7	6 3
Medio	3 3	5 2	4 6	3 7	16 8
Alto	5 3	13 4	12 2	19 3	50 3

^{1/} Expresado en hectáreas

Cuadro 4 Estratificación de familias por superficie de terreno, San José Llanga^{1/}

ESTRATO	RANGO	% FAMILIAS
Bajo	Menos de 8 Has	17 5
Medio	8 - 28 Has	55 0
Alto	Mas de 28 Has	27 5

^{1/} Corresponde a una submuestra de 12 familias

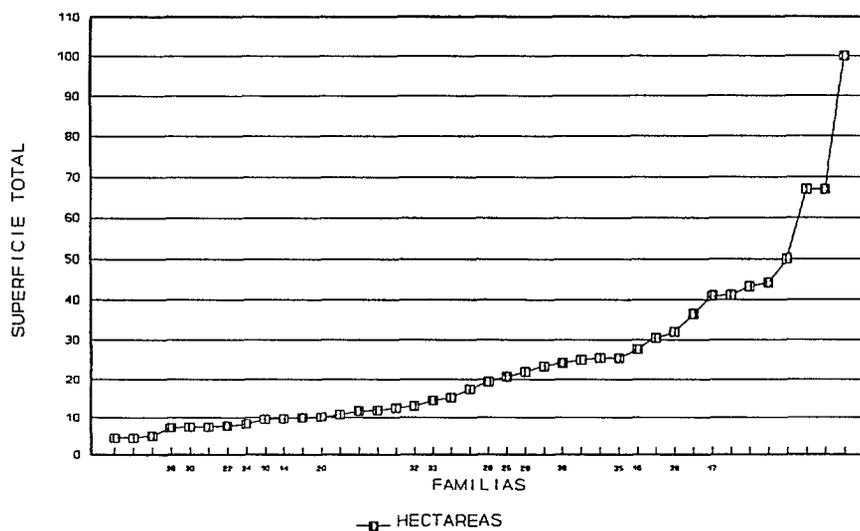


Figura 3 Uso de la tierra para una muestra de 40 familias de San José Llanga

**Cuadro 5 Rango de tenencia de tierras por familia,
San Jose Llanga**

GRUPO	RANGO	FAMILIAS
1	Menos de 10 ha	9
2	10 - 20 ha	12
3	20 - 40 ha	11
4	Mas de 40 ha	8

En la figura 3, de acuerdo al ordenamiento ascendente de la superficie total de tierras, se observa que existen cuatro grupos de familias, con dos grupos extremos familias que poseen escasas tierras y familias con alta concentracion de tierras. La alta concentracion de tierras corresponde a la tenencia superior a las 40 ha (Cuadro 5). Estos indicadores no explican el nivel de pobreza de los campesinos.

Las 40 familias de la muestra no estan homogeneamente distribuidas en cada una de las seis zonas de San Jose Llanga. El cuadro 6 muestra la relacion de superficie por familia. El numero de miembros por familia es de 6.5. El total de personas en la muestra es de 259, para una superficie de tierras que poseen las 40 familias de 965.4 ha, la relacion percápita es de 3.7 ha.

Cultivos agrícolas y ganadería

La papa es el cultivo que demanda los mayores esfuerzos tanto en inversion de capital como en trabajo. Este cultivo requiere del uso de tractor para la preparacion del suelo (roturacion) y para la siembra. Ante la escasez de recursos monetarios, la siembra se realiza con yunta. Alternativamente, se da una combinacion de tractor (roturacion) y yunta (siembra).

La diferencia del uso de tractor y/o yunta se traduce en el numero de horas que cada unidad familiar está dispuesta a trabajar y de disponibilidad monetaria. En la campaña agricola 1991-1992, el 52.5% de las familias sembró con tractor, el 35% con yunta y el 12.5% con ambas tecnologias (Cuadro 7).

La cebada sembrada para grano como la quinua no llegaron a completar su ciclo evolutivo debido a las continuas heladas. el escaso producto fue utilizado en muchos casos para el pastoreo de los animales.

En el periodo agricola 1991-1992 se presentaron tres heladas significativas, agudizadas por el retraso de lluvias que imposibilitaron la recuperacion de la semilla. Para la gestión agricola 1992-1993, quedo semilla pequeña y de mala calidad. Los indicadores de uso de tractor y/o yunta empeoraron. La escasa produccion no cubrió los requerimientos de autoconsumo familiar.

Cuadro 6 Tenencia de tierra familiar y per-capita por zonas, San José Llanga

Zona	Numero de Familias	Superficie de Tierras	Superficie por Familia	Miembros de Familia	Superficie per capita
ESPIRITU WILLQ I	4	48 3	12 1	20	2 4
CALLUNIMAYA	6	119 7	20 0	48	2 5
T OLATHIA	8	169 7	21 2	53	3 2
BARRIO	10	201 5	20 1	57	3 5
INKAMAYA	6	208 2	34 7	48	4 3
SAVILANI	6	218 0	36 5	33	6 6
TOTAL	40	965 4	24 1	259	3 7

Cuadro 7 Tipo de tecnología en cosecha/siembra de papa, por gestion agrícola San José Llanga

Tipo de Tecnología	Gestion 1991-1992 ^{1/}		Gestion 1992-1993	
	Numero de Familias	%	Número de Familias	%
Yunta	14	35 0	28	70 0
Tractor	21	52 5	8	20 0
Mixta	5	12 5	4	10 0

^{1/} IBTA/SR CRSP 1992

La siembra de alfalfa requiere indefectiblemente uso de tractor para la preparacion o del terreno Este forraje va cobrando cada vez mayor importancia en la comunidad, por el interes y la tendencia crecientes a la adopcion de ganado vacuno

La ganaderia utiliza los sobrantes del desyerbe antes de la siembra y los rastrosos despues de la cosecha de los cultivos alimenticios (papa quinua trigo y haba) en la alimentacion del ganado El estiércol del ganado es necesario para la recuperacion de los nutrientes del suelo aunque existe un uso extendido de fertilizantes quimicos Actualmente productores y tecnicos, tienden a la recuperacion de prácticas tradicionales de produccion agricola las que deterioran menos el suelo e incentivan el uso de fertilizantes biologicos

Las tierras en descanso (CADES)

Las tierras en descanso forman parte importante del sistema de pastoreo. La vegetación que se desarrolla en estas áreas está formada por especies de alto consumo animal, especialmente ovino. En el estudio, se estableció que las 40 familias de la muestra poseen 298 75 ha de CADES. Entre estas tierras están las *purumas*, que son las que llevan un descanso mayor a los siete años.

Las praderas naturales

La pradera natural es fuente principal de forraje. Junto a los CADES, forma parte del sistema combinado de pastoreo. En la pradera nativa el predominio de las áreas de pastoreo está en función a la proporción de forraje utilizado, se destacan áreas de *pork'es* y *chilliwás* donde t'olares y pajonales forman las praderas nativas.

La ganadería extensiva, como la practicada en San José Llanga, hace difícil establecer la relación dinámica entre la oferta y la demanda forrajera, los requerimientos y las preferencias del ganado.

Los forrajes cultivados

En la comunidad se cuenta con forrajes cultivados a secano y con riego. Las especies mayores son la alfalfa (*medicago sativa*), cebada (*hordeum vulgare*) y avena (*avena sativa*), las especies menores son el triticale (*triticosecale*) y la vicia (*vicia villosa*).

El 80% de las 40 familias poseen cultivos de alfalfa con riego, ubicados en la parte baja de la comunidad. Los alfalfares reciben turnos de riego, con aguas desviadas del Río Desaguadero. En promedio una familia posee 6.8 ha de forrajes cultivados, de las que por lo menos 2 ha son de cultivos de alfalfa.

Producción pecuaria

Las especies animales que conforman el componente pecuario en la comunidad San José Llanga son los ovinos, bovinos y equinos (burros). En la investigación se toman en cuenta las dos primeras especies. La tenencia de ganado en la comunidad es heterogénea.

Tenencia de ganado para la muestra

Los datos de encuesta para el primer período (abril a junio de 1992), indican que la tenencia total de ganado ovino es de 1 942 cabezas con un promedio por familia de 48.5 animales. En el segundo período (octubre a diciembre de 1992) se observa un crecimiento en la tenencia de ovinos: el promedio por familia para toda la muestra, sufre un gran incremento a 61.7 animales. Esas variaciones podrían ser explicadas parcialmente por el sistema de tenencia "al partir". Inkamaya y T'olathia muestran ser las zonas más importantes (Cuadro 8).

Cuadro 8 Tenencia de ganado por zonas y por periodos de encuesta, San José Llanga^{1/}

Zona	Periodo	Ovinos		Vacunos		Burros	
		1ro	2do	1ro	2do	1ro	2do
Barrio		303 (30 3)	393 (39 3)	55 (5 5)	43 (4 3)	13 (1 3)	12 (1 2)
Callunimaya		188 (31 3)	300 (50 0)	28 (4 7)	29 (4 8)	12 (2 0)	7 (1 2)
Espiritu Willq'í		150 (37 5)	151 (37 7)	24 (6 0)	12 (3 0)	8 (2 0)	5 (1 2)
Inkamaya		459 (76 5)	572 (95 3)	39 (6 5)	39 (6 5)	13 (2 2)	6 (1 0)
Savilani		273 (45 5)	409 (68 2)	39 (6 5)	48 (8 0)	8 (1 3)	8 (1 3)
T'olathia		569 (71 1)	644 (80 5)	48 (6 0)	58 (7 2)	5 (0 6)	8 (1 0)
TOTAL		1 942 (48 5)	2 469 (61 7)	233 (5 8)	229 (5 7)	59 (1 5)	46 (1 2)

^{1/} Incluye tenencia de ganado "al partir"
Numeros en parentesis son medias

La tenencia de ganado vacuno no se altera significativamente entre los periodos de encuesta Savilani y T'olathia muestran los mejores promedios de tenencia Tampoco se muestran grandes cambios en la tenencia de burros

En general, el manejo de ganado "al partir" es una forma practicada por casi todas las familias El total de ganado que maneja cada una de las familias, incluyendo ganado "al partir", permite determinar con mejor aproximacion la presion que ejerce el ganado sobre los pastizales

La unidades familiares en la produccion

La agricultura requiere de trabajo temporal intenso, en cambio la ganaderia exige el de trabajo durante todo el año Considerando una jornada diaria de 16 horas, la ganadería requiere 12 horas de atencion (86% de atencion diaria)

La actividad productiva en la ganaderia se inicia diariamente a las 7 00 a m y concluye a las 19 00 p m La ordeña de vacas, el aseo del establo el acopio de leche al modulo de la PIL y la elaboracion de queso cuando corresponde requiere en promedio dos horas el pastoreo del ganado nueve horas el suministro de alimento complementario una hora

Durante el pastoreo de ganado se realizan distintas tareas. El hombre realiza tareas complementarias (fabricación de adobes, construcción y refacción de casas, murallas y establos, y excavación de nuevos pozos de agua y abrevaderos), mientras pastorea ganado vacuno. La mujer realiza tareas artesanales (hilado de lanas y tejido de prendas de vestir, camas y aguayos) mientras pastorea ganado ovino.

La mujer desempeña un papel múltiple, tanto en la producción como en el hogar. El hombre es el que recurre a otras actividades, fuera de la unidad familiar de producción, cuando la producción es escasa. La ausencia del jefe de familia debido a la migración, obliga a los hijos de 12 a 16 años a realizar las labores de los adultos, con la colaboración de los hijos menores (niños de seis años inclusive). Los hijos mayores de 17 años varones tienden a emigrar y las mujeres a formar originándose la fragmentación de la propiedad de la tierra.

La composición de género de la muestra es de 52% mujeres y 48% varones. Mayoritariamente son los varones los que reciben mayor instrucción escolar.

Estratificación por tenencia de ganado

La estratificación por tenencia de ganado vacuno^{9/} (Cuadro 9), destaca que la tenencia del número de animales por unidad de superficie es superior en el estrato alto. Por la mayor disponibilidad de tierras, las familias de los estratos alto y medio tienden a la especialización en la producción bovina, además, éstas tienen acceso a praderas con especies vegetales aptas para el consumo animal.

Es notoria la relación directa que existe entre la tenencia de ganado vacuno y ovino. Las familias con mayor número de cabezas de vacunos, también poseen mayor número de cabezas de ovinos. Este es un indicador de una posible complementariedad, antes que una competencia, entre la producción de ambos tipos de ganado.

El manejo ganadero

1 Los ovinos

El ganado ovino es parte integrante de la organización productiva y familiar de la comunidad. La cría de ovinos es una actividad esencial para las familias, por su importancia como fuente generadora de ingresos y como complemento en la alimentación. Es fuente inmediata para la obtención de dinero en efectivo, el que es destinado para cubrir el gasto de la familia en alimentación, vestimenta y educación de los niños. Los productos con los que se benefician las familias derivadas del ganado ovino, son carne, leche, queso, lana, cuero y estiércol.

^{9/} La producción vacuna es la principal generadora de ingresos monetarios para el productor campesino. Asimismo, representa su mayor inversión.

Cuadro 9 Tenencia de ganado y tierra agrícola por estrato, San José Llanga

Estrato	Rango por Tenencia Vacunos ¹	Familias %	Tenencia en Promedio			
			Vacuno ¹	Ovino ¹	Equino ¹	Tierra (ha)
Bajo	< 3	17 5	2 3	24 6	0 7	7 2
Medio	4 - 6	55 0	4 8	31 1	1 7	18 0
Alto	> 7	27 5	8 1	59 2	1 5	50 3

^{1/} En numero de animales

El ganado se desarrolla casi libremente. El empadre es continuo ya que el hato permanece junto todo el tiempo. El destete se realiza en forma lenta y natural, con la disminución del suministro de leche de la madre. La renovación de reproductores se realiza cada dos o tres años, con machos de otros rebaños. Para la mejora del rebaño, el reproductor es adquirido en las ferias más próximas. Como la mayor parte de las familias no poseen recursos para efectuar esta renovación, se presentan problemas de endogamia o consanguinidad, que causan la degeneración del rebaño.

Un rebaño degenerado trae consigo la pérdida del valor de razas introducidas para el mejoramiento de la producción. Para evitar este problema muchos campesinos practican el intercambio de reproductores con vecinos y parientes. Las familias con mayores ingresos efectúan la venta de su reproductor y comprar otro en mejores condiciones. La vida útil de los machos y hembras varía entre cuatro y cinco años cuando se efectúa el descarte, la baja producción es un indicador para hacerlo.

En el aspecto sanitario animal, el ganado ovino recibe un baño antisarnico anual. En caso de enfermedades se recurre a curaciones mediante medicina tradicional, con el uso de hierbas y elementos naturales (agua, tierra, sales, orines, aceite, detergentes). Las enfermedades parasitarias son la causa principal para la disminución permanente de la producción del ganado.

El conocimiento tradicional es fundamental pero poco valorado. Su importancia, desde el punto de vista económico, se evidencia cuando el campesino, por la carencia de disponibilidad monetaria, se ve imposibilitado de adquirir productos elaborados (medicinales y químicos) por sus precios altos o por su ausencia en la zona.

Las principales causas de muerte del ganado ovino son la diarrea, el timpanismo y la desnutrición. En la época húmeda, el retoñar de los alfalfares provoca la timpanización de los ovinos, en época seca, la escasez de pastos ocasiona el enflaquecimiento de la madre y el nacimiento de crías débiles y propensas a enfermedades.

2 Los vacunos

La crianza de ganado vacuno está orientada a la producción de leche. El campesino tiende a mejorar la raza criolla con razas de mejores rendimientos como las razas Holstein y Pardo Suizo, la primera porque su mayor producción de leche y la segunda por su mayor contenido de grasa.

La crianza del ganado vacuno es diferente al del ganado ovino, el hato es reducido y el valor por animal es mayor que el de otras especies, por lo que absorbe mayor cuidado del productor. El mejoramiento de la raza se realiza con la compra y venta de animales.

Se observa mayor cantidad de pariciones en los meses de diciembre, abril, mayo y junio. En el empadre se prefieren los meses de julio, agosto y septiembre, pero, en general, se producen todo el año por la falta de control.

La marcación del ganado se realiza en las fiestas de carnaval o al inicio del nuevo año agrícola. Esta labor sirve tanto para la identificación de la propiedad familiar, como para la contabilización y planificación de las tareas productivas.

Existen programas de asistencia sanitaria a los que recurren los productores en busca de dosificación y vacunación de sus animales. Los baños antiparasitarios y las dosificaciones se realizan alrededor de los trimestres marzo a mayo y septiembre a noviembre. Las mayores causas de mortalidad son los abortos traumáticos por causas nutricionales o infecciosas, con retención de placenta en la madre, lo que presupone la posible presencia de brucelosis, también se presentan casos de diarrea, septicemia umbilical y mal de altura.

La comercialización de ganado en pie, es más frecuente en la época seca (junio a agosto), cuando los pastos son escasos.

El principal subproducto comercializable es la leche, el que se vende en la misma comunidad por medio de un sistema de acopio y venta. El tiempo promedio de producción de leche por vaca varía entre 180 y 200 días al año, es decir, una vaca está en producción durante medio año. La vida útil de una vaca está alrededor de los ocho años, cuando se produce el descarte.

El manejo de pastizales

La alimentación animal se basa principalmente en los pastos naturales. La condición de la pradera nativa es afectada por las épocas climáticas anuales, las que determinan la disponibilidad de pastos. La organización comunal de pastoreo de ganado gira en torno a esa disponibilidad.

Los meses a partir de Diciembre existe acceso a las tierras agrícolas para el pastoreo de ganado ovino y el ganado vacuno.

Cuadro 10 Resumen de costos variables de la producción pecuaria

Costos Variables	Produccion Ovina ^{1/}		Produccion Bovina ^{2/}	
	Parcial	Total	Parcial	Total
MANO DE OBRA		2 459 50		2,385 00
Alimentacion	2,062 00		2 152 00	
Manejo	228 75		223 00	
Sanidad	<u>168 75</u>		<u>10 00</u>	
SANIDAD		22 50		51 00
ALIMENTACION		85 00		5 677 00
TRANSPORTE		- -		30 00
Total		<u>2 567 00</u>		<u>8 143 00</u>

^{1/} Calculado en base a un rebaño de 30 ovinos

^{2/} Calculado en base a un hato de 5 bovinos

En la época seca (julio a diciembre) la pradera nativa es usada para el pastoreo animal ante la escasez de forraje, es en esta época en la que la pradera soporta la mayor carga animal. El pastoreo anual se complementa con el uso de las tierras de cultivo de alfalfa, producto que retoña desde noviembre hasta junio. El pastoreo de sobre tierras de alfalfares no tiene una duración mayor a la media hora por el problema de la timpanización.

Costos de la producción pecuaria

La producción pecuaria exige un mayor flujo de gastos al campesino que el resto de las actividades productivas. Si se trata de ganado de raza mejorada, los gastos se duplican, el ganado mejorado requiere de mayores y mejores superficies de forrajes cultivados. Estas inversiones esperan ser compensadas con mayores rendimientos en la producción. Esta es una razón para que el campesino aliente expectativas de incremento de la producción de leche.

En la economía campesina no existe el mercado de trabajo y el fin de la producción no es la generación de utilidades, por tanto, no existen las categorías de salario y ganancia. La producción está en manos de la unidad familiar donde todos los miembros participan. La determinación del costo por el uso de la tierra es altamente compleja, mas aun si las leyes bolivianas le asigna el carácter de intransferible e indivisible, sin embargo, en la realidad se comercializa y fragmenta siguiendo un sistema complejo de lazos familiares. La comunidad tiene sus propias regulaciones, se presentan formas de alquiler de tierras y retribuciones por el servicio de pastoreo de ganado.

En este estudio, la estructura anual de costos de la producción pecuaria se basa en el número de animales existentes en el primer período de encuesta, sin incluir ganado "al partir" (cuadro 10) Los costos se resumen en Bs 85 /oveja/año y Bs 1,628 /bovino/año

El promedio de costos por familia en la producción de ovinos llega a Bs 3 211 y el costo promedio de la producción vacuna asciende a Bs 8 552 Los costos son variables de una familia a otra No todas las familias dosifican a sus animales y dan alimento balanceado o suplementario Por tanto, para fines de análisis, se consideran los costos variables que en promedio incurrieron los productores de la muestra

Ingresos por la producción pecuaria

La determinación de los ingresos se realiza en base a la producción total de la actividad pecuaria Están incluidos los productos de autoconsumo y los destinados a la venta Los productos y subproductos ovinos son ganado en pie, carne, leche, queso, lana, cuero, reproductores y guano Los productos y subproductos bovinos son ganado en pie, leche, queso, carne, alquiler de servicios (monta) y guano

El ingreso pecuario total obtenido, para la muestra de 40 familias, en promedio, es de Bs 4,428 10 familia/año El ganado vacuno es fuente de mayores ingresos, genera Bs 3,247 80 familia/año (73%) El ganado ovino genera Bs 1,180 30 familia/año (27%) La compra y venta del ganado se realiza en ferias cercanas como la de Patacamaya, Umala y, en menor proporción, Chilawala Patacamaya es el principal mercado al que tiene acceso la comunidad, su feria semanal se realiza los días Domingo

El ingreso de la producción de leche

La producción de leche es una de las principales fuentes de ingreso en efectivo para muchos campesinos de San José Llanga Su introducción en la comunidad data de 1989 En 1992 eran 68 las familias que vendían ese producto a la PIL (Paredes et al 1993) En el período junio 1991-junio 1992, la producción muestra un notable crecimiento, la explicación radica en la regularización de entregas al Módulo Lechero de PROFOLE Esta y otras instituciones proporcionan incentivos a la producción lechera en la zona También actuó como incentivo el incremento en el precio al productor, de Bs 0 90/lit a Bs 1 00/lit

La producción mensual de leche en San José en junio de 1991 registró un total de 6 057 10 lt (promedio 173 lt/productor) El decremento, hasta llegar a su menor cantidad en Noviembre de 1991 con 3 990 90 litros (promedio 99 lt/productor) se debe principalmente a la época seca que se inicia en ese mes con escasez de forraje agudizada en Noviembre En los meses siguientes el retoño de la alfalfa y los pastos nativos permiten la recuperación de la producción En la época húmeda se registran las mayores producciones mensuales (marzo y abril) El ciclo se repite nuevamente, con la declinación productiva en junio de 1992 (Paredes et al 1993)

La producción de leche varía en cada época del año, de acuerdo a la disponibilidad de forraje. En la época húmeda o verde muchos productores realizan la ordeña dos veces al día. La ordeña principal se realiza en la mañana (alrededor de las 7:30 a.m.), se destaca el trabajo de toda la unidad familiar y, en algunos casos, solo el de la mujer y los hijos. La segunda ordeña se realiza por la tarde, al regresar de los campos de pastoreo (alrededor de las 6:30 p.m.)

El ingreso promedio familiar es de Bs 96/mes entre los productores de leche. Existe una distribución relativamente uniforme de los ingresos por este concepto.

Beneficios

Los beneficios familiares de la actividad pecuaria en San José Llinga, considerados como el resultante de la diferencia entre los ingresos y los costos de producción, son negativos (Cuadro 11). El trabajo es compartido por todos los miembros de la familia a través de una distribución de tareas y obligaciones. La retribución a la mano de obra, si bien no existe como una categoría salarial, cuantificada por su costo de oportunidad representa el mayor costo pecuario.

Existen algunos productos y servicios que no son fácilmente incorporados en la generación de beneficios, por ejemplo el servicio de la yunta en el caso de la producción agrícola y el producto guano en la fertilización de la tierra y la generación de energía para la cocción de alimentos.

Cuadro 11 Relación ingreso-costo, por especie animal^{1/}

Especie Animal	Ingresos	Costos	Beneficios
Ovino	1,180 3	3,210 9	- 2,030 6
Vacuno	3,247 8	8,552 2	- 5,304 4
Total	4,428 1	11,763 1	- 7,335 0

^{1/} En bolivianos

Modelo de análisis bioeconómico uso económico de pastizales en la producción pecuaria

El uso económico de los pastizales en la producción pecuaria considera los ingresos generados por la ganadería y la presión o CA sobre el pastizal. Se consideran los ingresos totales que genera la ganadería como los beneficios económicos que reporta el pastizal, donde el costo de oportunidad del pastizal es considerado cero. Los beneficios de los pastizales se miden a través de los ingresos por hectárea.

Un adecuado manejo de los pastizales en la producción pecuaria hace posible el incremento en la *CA* por lo tanto un incremento en la producción. El establecer un rango óptimo de *CA* permite conocer cuantitativamente la presión del pastoreo sobre el pastizal. A partir de ese indicador se determinan tres grupos de presión sobre el pastizal: subutilización, utilización adecuada y sobreutilización.

Las variables del modelo

El cuadro 12 presenta el resumen de las variables calculadas. La superficie del pastizal (*SP*) es la sumatoria del área en praderas nativas, praderas implantadas y tierras en descanso con que cuenta una familia. Los ingresos totales (*YT*) incluyen los valores monetarios de todos los productos y subproductos ovinos y bovinos que se comercializan o que son consumidos por las familias.

La *CA* es la relación entre *UA* y *SP*, la Superficie Total del Pastizal. El Ingreso por Unidad Animal (*YUA*) es la relación entre *UA* y *YT*. Las variables *YUA* y *CA*, que son las principales del modelo, dan lugar a una tercera, el Ingreso por Unidad de Superficie de Pastizal (*YUSP*).

Cuadro 12 Variables calculadas del modelo

Variables Calculadas	Total Muestra	Promedio Familia
<i>UA</i> Primer Semestre	652 4	16 3
<i>UA</i> Segundo Semestre	745 1	18 6
<i>UA</i> Promedio	698 7	17 5
Total Superficie Tierras (ha)	965 5	24 1
<i>CA</i> Primer Semestre	41 7	1 0
<i>CA</i> Segundo Semestre	49 1	1 2
<i>CA</i> Promedio	45 4	1 1
Ingreso Total (<i>YT</i>) (Bs)	177,123 4	4,428 1
Ingreso por <i>UA</i> (Bs)	10,559 3	264 0
Ingreso por ha (Bs)	9,028 3	225 7

El modelo modificado de Mott

El objetivo de la aplicación del Modelo Modificado de Mott en el presente estudio es el de establecer la relación entre beneficios y conservación de pastizales, la que a su vez se constituye en una aproximación del valor económico de este recurso.

De acuerdo a los datos observados la primera curva corresponde al ajuste de una función exponencial. La segunda función derivada de la primera, permite estimar la región óptima del intercambio de los beneficios y la conservación de los pastizales. La primera derivada, igualada a cero, proporciona el ingreso máximo. La segunda derivada (en x_0) es un valor negativo.

Estimación puntual

La estimación del punto extremo de la curva se obtiene a partir de

$$y = ax * e^{-bx} \quad (1)$$

la primera derivada es

$$y' = -abxe^{-bx} + ae^{-bx}$$

$$y' = ab^{-bx} (1 - bx)$$

El punto extremo x_0 (ingreso máximo) se obtiene cuando $y' = 0$

$$y' = \frac{1}{b} \quad (2)$$

la segunda derivada en x_0 es

$$y'' = ab^2 e^{-bx} - abe^{-bx} - abe^{-bx}$$

$$y'' = -a \frac{b}{e}$$

Para un máximo, $y'' < 0$ y $a, b > 0$

La estimación de los parámetros a y b de la ecuación exponencial se obtienen a partir de los datos observados y por medio de un ajuste de regresión iterativa en el programa estadístico SAS (SAS 1989) (Cuadro 13)

A partir de la Ecuación 2 se tiene el punto óptimo estimado de CA entonces

$CA^* = 1.07$ El ingreso óptimo estimado (Ecuación 1) es $y^* = 225.56$

Cuadro 13 Resultados del modelo de regresion iterativa

Parametro	Estimacion	Error Estandar Asintotico	R^2
<i>a</i>	567 9648	91 4237	0 9552
<i>b</i>	0 9309	0 2566	

Es decir, con una CA de 1 07 se espera que el pastizal genere Bs 225 56/ha, sin sufrir deterioro^{10/}

Determinacion del rango optimo

Para observar la utilizacion optima de pastizales se determina el rango optimo de CA que permita su conservacion en el estado actual. Al 80% de nivel de significacion se tiene

$$P[-t_{0.05} < \frac{b - \beta}{\sigma} < +t_{0.05}] = 0.80$$

$$I_{80\%} = b \pm 1.476 \sigma b$$

$$I_{80\%} = (0.5515, 1.3102)$$

El valor estimado cuando $b = 1.31$ es $x_0 = 0.76$, cuando $b = 0.55$ es $x_0 = 1.81$

Se concluye que el rango óptimo en el intercambio entre beneficios y conservacion de pastizales se da entre los limites inferior 0.76 y superior 1.82, en la caracteristica de prediccion operativa de la presion de pastoreo. Una CA menor a 0.76 muestra subutilización del pastizal y una mayor a 1.82 indica sobreutilizacion (Figura 4)

En San Jose Llanga la mitad de las familias subutilizan los pastizales sin obtener los mejores beneficios, no obstante de no dañar la pradera. El 35% de las familias obtienen beneficios por el uso de los pastizales y a su vez mantienen CA optima reflejando la conservacion del recurso. Finalmente 15% de las familias sobreutilizan los pastizales y no obtienen beneficios ni conservan los pastizales (Cuadro 14)

^{10/} El resultado de y^* debe considerarse aplicable al momento actual del estudio con variacion en el tiempo

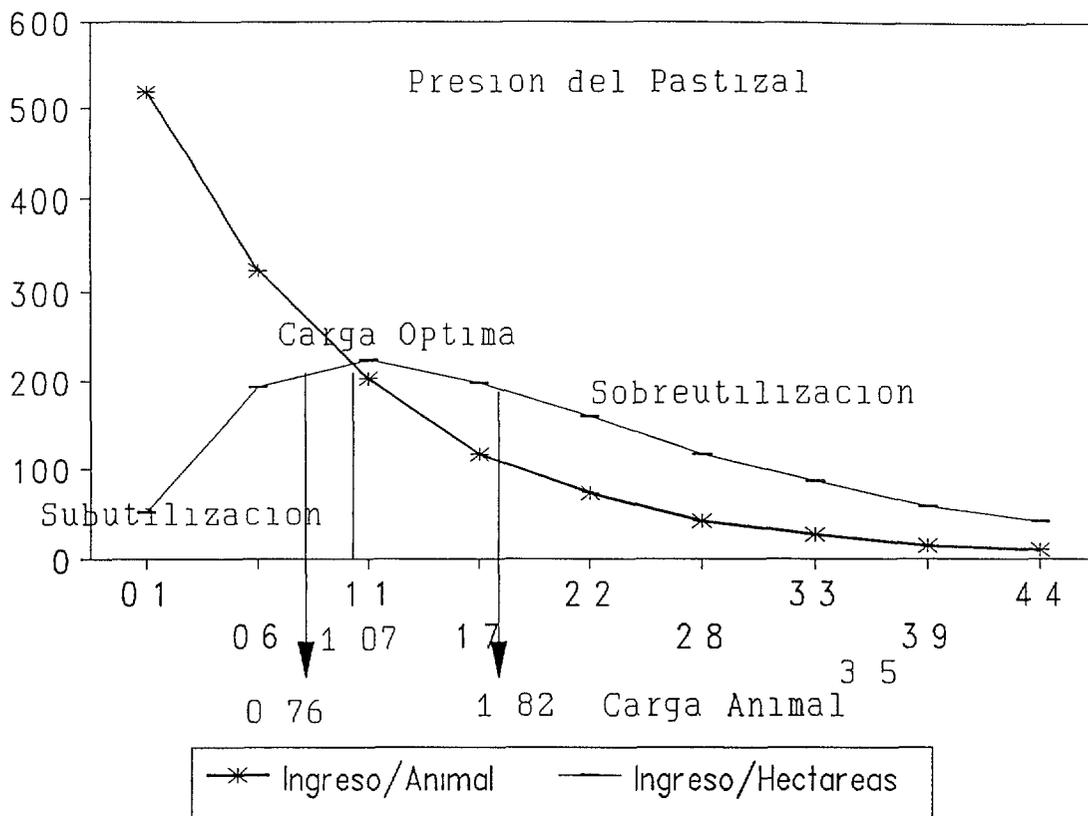


Figura 4 La conservación de pastizales en relación a la carga animal y los ingresos, San José Llanga

Cuadro 14 Utilización de pastizales por rango y número de familias, San José Llanga

Rango de Utilización	Número de Familias	
	Número de Familias	%
Subutilización	20	50
Optimo	14	35
Sobreutilización	6	15

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El presente estudio verifica que en efecto existe intercambio entre los beneficios generados por la producción pecuaria y la conservación de pastizales. Por tanto la afirmación generalizada de que en todo el Altiplano existe sobrepastoreo no es del todo cierta, ya que se demuestra que hay sobreutilización, subutilización y utilización óptima de áreas de pastoreo.

Los parámetros determinados para San José Llanga válidos para el conjunto de la comunidad podrían constituirse en indicadores básicos para las áreas semiáridas del Altiplano. Si bien los resultados obtenidos no son extrapolables a otras comunidades, por las diferencias substanciales entre cada una de ellas, el modelo utilizado en este estudio es aplicable a zonas de la región con características básicas similares.

El análisis efectuado en San José Llanga demuestra que la producción pecuaria depende de la conservación de pastizales. Un adecuado manejo de esos recursos permitirá la obtención de beneficios óptimos para el productor.

En la relación de intercambio beneficios-conservación se identifican, por las decisiones que toman en el manejo de recursos, tres tipos de productores caracterizados por la subutilización, sobreutilización y la utilización óptima de pastizales. La medición se realiza mediante la identificación de los factores que impiden la reposición de las especies vegetales del pastizal y que determinan la presencia o ausencia de deterioro. Se deben considerar la calidad de los pastizales, la productividad animal y el incremento de los beneficios.

La sobreutilización es el uso intensivo de pastizales con la consecuencia en la reducción del ciclo regenerativo de las especies vegetales. La subutilización es la situación en la que no se producen daños al pastizal y, a su vez, no se generan beneficios. La utilización óptima es el equilibrio entre los ingresos pecuarios y la utilización adecuada y de conservación de pastizales.

Se identificaron tres características de intercambio:

- a) Las familias que sobreutilizan pastizales son el 15% de la muestra. Estas familias están por encima de 1,81 de CA, poseen en promedio 7,8 ha de superficie, menor a la de los otros grupos de familias, pero con cantidad mayor de animales (20,9 UA/familia).
- b) Las familias que subutilizan pastizales son el 50% de la muestra, están por debajo del límite 0,76 de CA. Poseen mayor extensión de pastizales (36,9 ha) y menor cantidad de ganado (16,9 UA/familia).

- c) Las familias que utilizan optimamente los pastizales están en el rango 0.8 y 1.8 de CA, representan el 35% de la muestra. Tienen en promedio 12.9 ha de pastizal con 16.8 UA. Estas familias, a diferencia de las otras, poseen, relativamente, adecuada cantidad de pastizales y ganado, generando un beneficio que les permite una producción sostenible.

El punto óptimo de CA es 1.1 al que le corresponde un beneficio de Bs 255.56 /ha. Este beneficio representa el valor económico potencial por cada hectárea de pastizal.

La continua sobreutilización del pastizal da lugar al sobrepastoreo, el que a su vez origina la degradación de los pastizales. La degradación afecta directamente al rendimiento por UA y a la producción pecuaria. Esto, a su vez, implica la reducción de los ingresos familiares. Entonces, se concluye que un adecuado manejo de ganado y de pastizales permitirá la conservación de estos y posibilitará el incremento de la capacidad de CA. Como consecuencia directa se incrementará la producción animal y la generación de mayores beneficios para el productor.

Recomendaciones

El presente estudio aporta en la orientación del manejo de pastizales y en la búsqueda de una producción animal sostenible. Si bien se evidencia que un exceso en CA reduce la productividad y los beneficios, también se sabe que el número de animales que posee una familia, difícilmente podrá reducirse. Por tanto, es importante dar mayor énfasis en la investigación y la extensión, tanto en el manejo de pastizales como en la organización comunal.

El análisis temporal permitirá modificar las conclusiones del presente estudio, el que corresponde a un período corto de un año. Sin embargo, por la validez de este análisis estático, se recomienda repetirlo en próximos años para mostrar la conducta dinámica de la relación entre beneficios y conservación de pastizales. De ahí que se recomienda la realización de estudios sobre pastizales durante ciclos amplios, que permitan disponer de suficientes datos para efectuar nuevos cálculos.

Si se desea obtener la máxima utilidad para el productor (generación de ingresos y obtención de productos) es importante la evaluación del estado de los pastizales (praderas nativas, tierras en descanso) en relación al manejo que se les debe dar. Se recomienda también la realización de estudios socio-económicos que permitan establecer políticas para las instituciones gubernamentales y no gubernamentales que intervienen en el área de pastizales con programas ganaderos. Lo deseable es un desarrollo con equidad alcanzando el estado óptimo de los pastizales del Altiplano y un manejo racional por las unidades familiares campesinas que permitan su conservación.

Bibliografía

- Aguilar C y R Cañas 1992 *Simulacion de Sistemas Aplicaciones en Produccion Animal* ICA Chile
- Albo, Javier 1985 *Desafios de la Solidaridad Aymara* Cuaderno de Investigacion No 25 CIPCA (Centro de Investigacion y Promocion del Campesinado) La Paz Bolivia
- Alzerreca, H 1988 *Manejo de Tierras de Pastoreo Una Alternativa para el Control de la Erosion en el Altiplano* IBTA (Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria) La Paz, Bolivia
- _____ 1992 Overview of Small Ruminant Research in the Bolivian Andean Zone In *Sustainable Crop-Livestock Systems for the Bolivian Highlands Proceedings of an SR-CRSP Workshop* C Valdivia (ed) University of Missouri Columbia, MO USA
- Alzerreca, H y B Jerez 1989 *Análisis y Propuesta para el Manejo de Praderas Nativas, Pasturas y Ganaderia en la Comunidad de Japo* Serie Tecnica No 20 AGRUCO (Agroecologia Universidad Cochabamba), Universidad Mayor de San Simon Cochabamba, Bolivia
- Alzérreca, H y D Genin 1992 *Los Sistemas Ganaderos de la Zona Andina de Bolivia Del Concepto a una Caracterizacion* Informe No 30 ORSTOM (Instituto Frances de Investigacion Cientifica para el Desarrollo en Cooperacion) e IBTA (Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria) La Paz, Bolivia
- Augstburger, F 1990 *La Ganaderia y los Equilibrios Ecologicos* AGRUCO (Agroecologia Universidad Cochabamba), Universidad Mayor de San Simon Cochabamba, Bolivia
- Berlijn J D 1982 *Pastizales Naturales* Manuales de Educacion Agropecuaria, Produccion Vegetal 20 Trillas Mexico
- Ellemberg, H 1983 *Desarrollar sin Destruir Respuestas de un Ecologo a 15 Preguntas de Agronomos y Planificadores Bolivianos* Instituto de Ecologia de La Universidad Mayor de San Andres La Paz Bolivia
- Ferguson C E y J P Gould 1978 *Teoria Microeconomica* Fondo de Cultura Economica Mexico
- Flores A E Malpartida y F San Martin F 1992 *Manual de Forrajes para Zonas Aridas y Semi-aridas Andinas* RERUMEN (Red de Rumiantes Menores) Peru

- Huss D , A Bernardon, D Anderson y J M Brun 1986 *Principios de Manejo de Praderas Naturales* Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria Argentina-Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe Chile Buenos Aires y Santiago
- IBTA (Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria)/SR-CRSP (Programa de Apoyo a la Investigacion Colaborativa en Rumiantes Menores 1992 *Encuesta Ganadera* (no publicado) IBTA/SR-CRSP La Paz, Bolivia
- IBTA (Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria), CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) y ORSTOM (Instituto Frances de Investigacion Cientifica para el Desarrollo en Cooperacion) 1992 *Proyecto de Sistemas de Produccion en el Altiplano Boliviano Analisis de Informacion Secundaria del Altiplano Boliviano* Boletin tecnico IBTA/CIID/ORSTOM La Paz, Bolivia
- Jette, C 1991 *Historia de la Agricultura y de la Organizacion Campesina en Los Andes* Mimeo FLACSO (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales) La Paz, Bolivia
- Kervyn B 1987 *La Economia Campesina en el Peru Teorias y Politicas* Cepia Puno, Peru
- Laguna, P 1992 *Utilizacion de los Recursos Forrajeros por los Rebaños Vacuno y Ovino en el Altiplano Central Boliviano* ORSTOM (Instituto Frances de Investigacion Cientifica para el Desarrollo en Cooperacion) e IBTA (Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria) Informe No 33 La Paz Bolivia
- Laidler, D 1978 *Microeconomia* Limusa Mexico
- Mamani, M 1988 *Agricultura a los 4 000 Metros En Raices de America El Mundo Aymara* Xavier Albo (ed) UNESCO Alianza Edit Madrid, España
- Montes de Oca, I 1989 *Geografia y Recursos Naturales de Bolivia* Educacional La Paz, Bolivia
- Paredes, X , R Lizarraga, J Jaillita, J Vargas y S Scholz 1993 *Milk Production in San Jose Llanga* IBTA 128/Boletin Técnico 06/SR-CRSP 05/1993 La Paz, Bolivia
- Paladines O 1992 *Metodologia de Pastizales* PROFOGAN y MAG/GTZ Quito Ecuador
- Rist S y J San Martin 1991 *Agroecologia y Saber Campesino en la Conservacion de Suelos* AGRUCO (Agroecologia Universidad Cochabamba) Cochabamba, Bolivia

- Rodriguez T y A Cardozo 1989 *Situacion Actual de la Produccion Ganadera en la Zona Andina de Bolivia* PROCAD (Programa Campesino Alternativo de Desarrollo) y UNITAS (Union Nacional de Instituciones para el Trabajo de Accion Social) La Paz, Bolivia
- Rodriguez, T 1990 *Encuesta Ganadera* La Paz, Bolivia
- SAS Institute Inc 1989 *SAS/STAT User's Guide, Release 6 03 Edition* SAS Institute Inc , Cary, NC, USA
- SRM (Society for Range Management) 1964 *A Glossary of Terms Used in Range Management* Denver, Colorado USA
- Whitaker, M y E B Wennergren (Utah State University) 1976 *Pastizales de Propiedad Comun y Efectos Externos Mala Asignacion de Recursos en la Agricultura Boliviana* Informe Tecnico 001/76 CID (Consortium for International Development) La Paz, Bolivia
- Winch D M 1971 *Economia Analitica del Bienestar* Alianza Universidad Madrid, España