

**ADOPCION DE TECNOLOGIA
EN LA PRODUCCION LECHERA**

Estudio de Caso de la Comunidad San José Llanga

Patricia Illanes, Mauricio Cuesta y Jorge Cespedes E

IBTA 147/BOLETIN TECNICO 15/SR-CRSP 17/1995

**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) es una colaboración entre la Agencia para el Desarrollo Internacional del Gobierno de los Estados Unidos (USAID), Washington, D C (Grant number 138-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 el resumen de la tesis de grado preparada por la Lic Patricia Illanes L. Los autores agradecen al Lic Pablo Ramos S 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 en el asesoramiento a la investigación expuesta en la tesis de grado citada

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

Patricia Illanes
Mauricio Cuesta
Jorge Cespedes Estevez

La Paz, Septiembre de 1995

Índice de Contenidos

	Página
Listado de Cuadros	iv
Listado de Figuras	v
Introducción	1
Revisión Bibliográfica	3
El Impulso a la Investigación y Transferencia de Tecnología en América Latina	3
La Problemática de la Adopción de Tecnología en el Sector Agropecuario Boliviano	4
La Oferta Tecnológica para la Región del Altiplano	6
El Plan Nacional de Desarrollo Lechero	8
El Programa de Fomento Lechero y la Estrategia de Módulos de Desarrollo Lechero en el Altiplano	10
Materiales y Métodos	13
Recolección de Datos	13
Perfil de la Muestra	14
El Modelo de Análisis	17
El Modelo Logit	21
Resultados y Discusión	24
Estimación del Modelo Logit	24
Conclusiones y Recomendaciones	31
Bibliografía	33

Listado de Cuadros

		Página
1	Producción anual de leche y numero de productores por departamentos, antes y despues de la creacion de los modulos lecheros del PROFOLE	10
2	Ingreso promedio mensual de leche, por gestion y por productor lechero activo en la zona de Patacamaya	12
3	Caracteristicas economico-demograficas del agricultor tipico de San Jose Llanga	15
4	Ingreso minimo promedio y mediana del ingreso mínimo (estimado y observado) de la produccion bovina, que el agricultor estaría dispuesto a aceptar en San Jose Llanga	29
Recuadro		
1	Resultados de la estimacion del modelo Logit para San José Llanga	27

Listado de Figuras

	Página
1	30

Adopción de Tecnología en la Producción Lechera Estudio de Caso de la Comunidad San José Llanga

Patricia Illanes, Mauricio Cuesta, Jorge Céspedes E ^{1/}

Introducción

La búsqueda de crecimiento económico y equidad constituye objetivo de toda estrategia económica. El desarrollo de los sistemas agropecuarios en el Altiplano es fundamental para llevar adelante un plan de desarrollo global en el país.

Una de las propuestas para modernizar los sistemas agropecuarios está basada en la tecnología. El cambio tecnológico rompe el equilibrio tradicional. Los elementos nuevos dinamizan los sistemas, producen la reasignación de recursos hacia las actividades alternativas y generan un mayor nivel de producción (Schultz 1967). En el Altiplano de Bolivia la crianza de bovinos para la producción lechera es una actividad nueva en la generación de nuevos ingresos para el agricultor, a través de la reasignación de sus recursos.

Por lo tanto, es evidente que la investigación y transferencia de tecnología agropecuarias deben estar orientadas al crecimiento de la economía y diseñadas con criterios de equidad social entre sectores.

Sin embargo, debido a la presencia de estructuras bimodales^{2/}, lo que es válido para la gran empresa agrícola moderna es improbable que lo sea también para el sector de agricultura familiar (Schejtman 1994). La transferencia de tecnología no se ha concebido como el proceso social que afecta la producción, la productividad y los ingresos de los agricultores. Este enfoque ha dado como resultado el diseño de políticas que favorecen a los agricultores grandes más que a los agricultores pequeños. Las tecnologías propuestas no son evaluadas desde el punto de vista de como el pequeño productor agrícola encara el riesgo, cuáles son sus restricciones de tierra, mano de obra, capital y tampoco de la calidad de sus recursos naturales. Estas tecnologías han sido desarrolladas únicamente desde el punto de vista de la oferta.

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

^{2/} Se refiere al segmento de empresas grandes, con mucho capital y con distinto grado de modernización, frente a un otro grupo de unidades campesinas.

El paquete tecnológico ofrecido a los agricultores ha sido diseñado a partir de su eficiencia técnica, sin considerar su eficiencia económica^{3/} Además, se ha considerado al receptor de tecnología como un usuario universal. Una parte significativa de los estudios realizados en torno al progreso técnico de América Latina se basan en el supuesto de que la conducta tecnológica de nuestras sociedades, frente a la incorporación de nuevos procesos técnicos, es pasivo (Cibotti y Lucangelli 1980)

De esta manera, los atributos de la tecnología y los de los adoptadores potenciales han sido considerados como dados. No se ha tomado en cuenta la interacción de oferta-demanda de las innovaciones tecnológicas.

Modelos desarrollados para explicar la adopción de tecnología sostienen que el acceso a la información es el factor clave para las decisiones de adopción (Rogers 1962). Otro modelo sostiene que la distribución desigual de la riqueza es determinante en la conducta de adopción (Aikens et al. 1975). Por ello, la falta de acceso al capital (Havens y Flinn 1976) o a la tierra (Yapa y Mayfield 1978) restringirían las decisiones de adopción.

En búsqueda de un modelo que explique la adopción de nuevas tecnologías para beneficiar al pequeño agricultor, se plantea la necesidad de tomar en cuenta la posición del agricultor frente a las opciones tecnológicas y a los factores limitantes de la adopción de estas técnicas.

La decisión de adopción depende de la disponibilidad de recursos y del bienestar que le reporta al adoptador, luego de descontar los riesgos del nuevo sistema de producción. Para analizar la adopción de tecnología es necesario conocer el criterio de decisión (económico y socio-cultural) empleado por el agricultor. El analizar al receptor de tecnología permite comprender cómo los agricultores toman decisiones respecto a sus recursos económicos y cuáles son sus expectativas.

Los objetivos de este estudio son: a) identificar variables económicas y de comportamiento que influyen en la adopción de una propuesta tecnológica, b) determinar el perfil del productor adoptador de tecnología, y c) proporcionar un modelo de referencia para la formulación de políticas de transferencia tecnológica.

^{3/} Las investigaciones han sido orientadas a lograr la mayor producción por unidad de superficie, sin considerar si la infraestructura económica, social, cultural y política se ajusta a la nueva tecnología (Bordanave 1985)

Revisión Bibliográfica

El Impulso a la Investigación y Transferencia de Tecnología en América Latina

La diferencia de productividad en el campo agrícola entre países desarrollados y países en desarrollo ha llegado a niveles muy grandes. Por ejemplo, la producción de trigo en Japón en 1965 fue de 7.02 ton/ha con el uso de 121.1 kg/ha de fertilizante, en América Latina, por el contrario, en el mismo año y cultivo, se produjo 0.41 ton/ha con el uso de 0.18 kg/ha de fertilizante (Hayami y Ruttan 1985). Una de las causas fundamentales de esa diferencia es el rápido desarrollo de la investigación en los primeros, frente a los lentos progresos en la misma materia registrados en los segundos.

Las más importantes transformaciones en el campo de la investigación agropecuaria latinoamericana se registraron entre los años sesenta y setenta. Los esfuerzos investigativos y la formación de capital generaron aumentos en la producción y productividad agropecuarias. En cada país se crearon institutos de investigación. A nivel regional se conformó el Programa Regional Cooperativo de la Papa para México, Centro América y Panamá y el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para el Cono Sur y la Zona Andina. Internacionalmente, se crearon el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRR) en las Filipinas, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú y el Grupo Consultivo en Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). La cooperación internacional se organizó dirigiéndose a los países de menor desarrollo para aprovechar la tecnología generada en esos centros internacionales (BID 1986).

La participación de los factores tradicionales de la producción agrícola (tierra y trabajo) en el producto Latinoamericano, ha disminuido debido al cambio tecnológico. En 1970, la contribución conjunta mano de obra-tierra al producto agropecuario de la región era del 15% frente a la contribución del 40% proveniente de factores "no tradicionales", fertilizantes y maquinaria (BID 1986).

La modernización en la producción de cereales, que ha constituido parte importante en el desarrollo del sector agrícola en América Latina y el Caribe, se basa en las innovaciones asociadas con la tecnología de la revolución verde para la producción de arroz y trigo. La revolución verde permitió un aumento de la productividad de estos cultivos. Sin embargo, en vez de acortar la brecha tecnológica existente, generó una mayor polarización social y regional, favoreciendo a las áreas más dotadas de factores y recursos naturales. Por otra parte, creó una gran dependencia respecto a insumos, asistencia técnica y créditos provenientes del exterior (Zeballos 1993). Adicionalmente, el efecto más nocivo fue el daño causado al medio ambiente, debido a la utilización depredativa y degradante de los recursos naturales (Duran 1990).

La biotecnología^{4/} surgió como alternativa a la revolución verde. Esta podía ser aplicada por todo tipo de productores y generada en todo medio ecológico, así como para cualquier producto biológico. En la región, la biotecnología ya es conocida a partir de las técnicas tradicionales de fermentación, selección de variedades vegetales y animales, y la rotación de cultivos. Las aplicaciones de esta tecnología son posibles a corto plazo. Además, permiten la sustitución de la importación de insumos, como energía, fertilizantes y pesticidas, y la obtención de un mayor control de la variabilidad genética de la región.

La biotecnología se desarrolló con mayor intensidad en el sector ganadero. En Bolivia se ha iniciado, gracias a la cooperación de la Organización de los Estados Americanos, el montaje de un laboratorio de mejoramiento genético animal para desarrollar técnicas de inseminación artificial, trasplante de embriones, y congelamiento y conservación de semen y embriones.

La Problemática de la Adopción de Tecnología en el Sector Agropecuario Boliviano

Para el impulso del desarrollo del sector agropecuario, Bolivia estableció convenios con organismos internacionales de cooperación económica e investigación.^{5/}

En 1943 se firmó un acuerdo entre los gobiernos de Estados Unidos y Bolivia para crear Estaciones Experimentales Agrícolas que realicen investigación como función principal. Posteriormente, en 1975 se creó el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) con la finalidad de generar y transferir tecnología agropecuaria.

A principios de los años noventa, los principales centros de investigación en el país estaban constituidos por cinco organismos estatales, cuatro paraestatales, diez universitarios y 24 organizaciones no gubernamentales (ONGs) (MACA 1991).

^{4/} Es el conjunto de innovaciones tecnológicas que se basan en la utilización de microorganismos y procesos microbiológicos para la obtención de bienes y servicios y para el desarrollo de actividades científicas de investigación (BID 1988).

^{5/} Los organismos con los que Bolivia tiene convenios son el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial (BM), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Cooperación Técnica Suiza (COTESU), la Cooperación Técnica Holandesa, la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), la Misión Británica en Agricultura Tropical (MBAT), el Instituto Francés de Investigación Científica (ORSTOM), y la Cooperación de los Estados Unidos a través de la agencia para el Desarrollo Internacional (AID) y por medio del Programa PL-480 (MACA 1991).

Sin embargo y pese al tiempo transcurrido desde los inicios de la investigación y transferencia de tecnología y el esfuerzo conjunto gobierno-ONGs-instituciones internacionales, los impactos de la investigación en el desarrollo agropecuario son mínimos

Uno de los principales aspectos que ha limitado el impacto de la investigación en el desarrollo agropecuario, es la insuficiente inversión destinada a la investigación. Inicialmente, la política de investigación en el país estaba diseñada y respaldada económicamente por el Estado. Al abandonar el Estado las funciones económicas, las instituciones y sus proyectos de investigación no han replanteado la investigación en términos de la iniciativa privada.

El principal incentivo para que el agricultor adopte una propuesta tecnológica es obtener mayores ingresos. Sin embargo, al transferir tecnología no se garantiza el mercado para la producción. Esto implica analizar los precios y el acceso de los agricultores a los principales mercados (infraestructura caminera, transporte, intermediación).

Otras causas de la deficiente transferencia tecnológica en el agro boliviano son señaladas por M. A. Fernández (1986)

- a) no se aplican todos los proyectos elaborados,
- b) existe ausencia de mecanismos de evaluación de proyectos,
- c) la promoción se realiza a tecnologías inapropiadas o poco adaptables a la realidad del agricultor,
- d) hay una falta de coordinación entre los diferentes programas de transferencia de tecnología, y
- e) un desconocimiento absoluto de los criterios de decisión empleados por el agricultor en la adopción de nuevas tecnologías.

Esta última causa constituye un elemento central para la adopción de tecnología. Sin embargo, no existen en Bolivia investigaciones sobre los criterios de decisión del agricultor respecto a las alternativas tecnológicas. Este tópico es el objeto central de la presente investigación, la que da origen a las hipótesis de trabajo y genera el modelo económico a través del cual se prueban las hipótesis planteadas.

La Oferta Tecnológica para la Región del Altiplano

La región del Altiplano abarca el 28% de la superficie nacional (246,254 Km²), alberga al 50% de la población total y el 51% de esta población del Altiplano habita áreas rurales (Paz 1992). Es en esta región donde se encuentran las condiciones naturales y económico-sociales más desventajosas.

De acuerdo a sus características agroecológicas el Altiplano se divide en Altiplano Norte, Centro, y Sur. El Altiplano Norte es la zona que presenta condiciones naturales más favorables para la agricultura. Debido a la presencia del Lago Titicaca el 90% de su producción es agrícola. El Altiplano Central y el Altiplano Sur, por el contrario, poseen tierras áridas con graves problemas de salinidad. En el Altiplano Central el Río Desaguadero arrastra sales en su curso. El Altiplano Sur es afectado por la presencia de los salares de Uyuni y de Coipasa. Como consecuencia, la producción agrícola es mínima y la actividad ganadera alcanza al 97% de la producción total (Paz 1992).

El Altiplano Norte y el Altiplano Central son las zonas de mayor influencia con proyectos de instituciones gubernamentales y ONGs. De estas dos, es el Altiplano Central donde se observa una mayor adopción de nuevas tecnologías (Paz 1992).

El Altiplano Central se encuentra en promedio a 3,900 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de nueve grados centígrados. Se estima que existen alrededor de 150 días de posibles heladas durante diez meses del año. La precipitación anual es de 350 mm distribuida en siete meses de época seca y cinco meses de época lluviosa (Paz 1992).

El 98% de las tierras son praderas naturales por lo que la actividad ganadera (ovina, bovina, camélida) constituye la principal actividad económica de la zona. La subalimentación del ganado es uno de los problemas que afronta la ganadería de esta región (Tichit 1987).

Se cree que las praderas naturales están en un franco proceso de deterioro. La erosión, salinidad y sobrepastoreo, además de la explotación de recursos naturales (extracción de "thola", *Pharastrephia lepidophylla*, para leña y venta de abono orgánico) serían una amenaza para la productividad de los suelos. La producción de forrajes cultivados (alfalfa, cebada, avena) también afronta las limitantes agroecológicas de la baja calidad de los suelos y la carencia de riego. A esto se suma el problema de la parcelación de la tierra. En el Altiplano Central, el 66% de las unidades agropecuarias son poseedoras de menos de cinco hectáreas (Paz 1992).

La migración está determinando escasez de mano de obra. Esta escasez es absoluta para la ganadería, la que necesita mano de obra durante todo el año. En el caso de la agricultura, la escasez es relativa ya que los agricultores retornan a sus comunidades en épocas de mayor necesidad de mano de obra, durante la siembra y la cosecha.

Por lo tanto, recursos que tradicionalmente se consideraban abundantes (tierra y trabajo) en los sistemas agropecuarios, se están tornando cada vez más escasos. Esto, aunado a la escasez de capitales propios, no permite al agricultor realizar inversiones en actividades que generen mayores niveles de producción.

Una de las regiones más importantes en el Altiplano Central es la de Patacamaya. Está ubicada en la provincia Aroma a 102 km de la ciudad de La Paz. Es el centro de mayor importancia y eje económico y social de la provincia Aroma para el comercio de las comunidades aledañas y de los departamentos de Oruro y Cochabamba. La conformación de esta región tiene su origen en las relaciones existentes entre las comunidades de la zona a través del intercambio de productos en ferias agropecuarias en Umala, Ayo Ayo y Patacamaya (Duarte et al. 1987).

La oferta tecnológica institucional dirigida a esta región se inició en 1958 con la creación de la Estación Experimental de Patacamaya. El objetivo fue el de desarrollar tecnologías en cereales nativos, forrajes, y producción y mejoramiento de ovinos.

Entre 1965-1975, bajo el convenio Gobierno de Bolivia-USAID, llegó a la región personal calificado de la Universidad del Estado de Utah (USU) para desarrollar programas de ayuda y educación en la producción y comercialización de ovinos, forrajes y cereales (USAID et al. 1975). En 1975 se creó la Unidad del Proyecto Ingavi (UPI), dependiente del Instituto de Desarrollo Rural del Altiplano (IDRA), con la participación de varias instituciones del Estado y el financiamiento del Banco Mundial y el gobierno boliviano (Orellana 1983). Este proyecto otorgó los primeros incentivos para la producción de ganadería bovina con la introducción de créditos para la adquisición de ganado Holstein y Pardo Suizo.

En 1983 la sequía afectó la producción agrícola de los campesinos del área andina. Como consecuencia, los agricultores perdieron la cosecha y el ingreso generado por sus cultivos. Esta situación condujo a una relativa especialización de la producción, dándose énfasis a la producción ganadera, actividad productiva de menor riesgo. La sequía también aumentó la búsqueda de alternativas económicas a través de la migración de los agricultores.

Las instituciones gubernamentales y ONGs establecieron planes de emergencia, lo que estimuló una mayor presencia de instituciones con programas de ayuda en la región. El Programa Campesino Alternativo de Desarrollo (PROCADE) y la Institución de Promoción, Acción Social, Emergencia, y Asistencia de la Conferencia Episcopal de

Bolivia (CARITAS) trabaja en la zona desde 1983 con donaciones de alimentos y otorgación de créditos para la ganadería bovina y la dotación de semilla para forrajes

Desde 1986, el Programa de Autodesarrollo Campesino II (PAC-II), financiado por la Comunidad Económica Europea y la Corporación Regional de Desarrollo de La Paz (CORDEPAZ), otorga apoyo a las comunidades para infraestructura caminera. El programa incluye créditos de fomento (sin tasas de interés) dirigidos a la producción bovina y ovina, y de cultivos forrajeros

En 1989 el PROFOLE creó en Patacamaya módulos lecheros para incentivar la producción lechera. En la actualidad esta actividad involucra a 370 agricultores de 25 comunidades en el área de Patacamaya

El Plan Nacional de Desarrollo Lechero

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el requerimiento anual de leche es de 150 litros per capita. El Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA) ha estimado que en el área urbana el consumo anual de leche es de 59 litros per capita, mientras que en el área rural es de ocho litros per cápita (Franqueville y Vargas 1990)

Estudios realizados en las décadas del cuarenta y cincuenta (Bohan 1942) asociaron los deficientes niveles nutricionales de la población boliviana con el bajo consumo de productos lácteos (Dandler et al 1987). A partir de estos resultados se estableció que el bajo consumo se debía a una insuficiencia en la oferta de leche, y que la producción y el consumo de leche tenían una importancia estratégica para el país. Desde entonces, el Estado inició una política de fomento de la producción lechera. En 1955 mediante un convenio entre la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Infancia (UNICEF) y el gobierno boliviano, se creó la Planta Industrializadora de Leche en Cochabamba

En la década del 70 la FAO y el gobierno boliviano formularon el Plan Nacional de Desarrollo Lechero con el objetivo de establecer una infraestructura industrial lechera y promover la producción de leche (Catacora 1993). La organización de las plantas estuvo a cargo de la Corporación Boliviana de Fomento (CBF) con fondos de créditos internacionales

El Plan Nacional, desde sus inicios, cuenta con la participación del Programa Mundial de Alimentos (PMA). La asistencia del PMA consiste en aprovisionar de leche descremada en polvo y aceite de manteca a las plantas industrializadoras de leche (PIL), para reconstituirlas cuando la oferta de leche cruda sea insuficiente. Estos insumos son monetizados en las PIL, destinándose los fondos generados a los programas de fomento a la lechería (Catacora 1993)

Con la creación de las PIL en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Tarija y Chuquisaca, crece la oferta nacional de leche. La producción se incrementa de 12.2 millones de kilogramos en 1972 a 37.4 millones de kilogramos en 1992 (Dandler et al. 1987).

Si se considera un requerimiento de leche de 150 litros anuales por persona, se tiene que, con una población de 6.4 millones de habitantes (CID 1993), la producción de leche debería alcanzar a 963.1 millones de litros por año, para cubrir el requerimiento nutricional. Sin embargo, la oferta de leche de las PIL está lejos de lograr esta producción, incluso si se incorporara la oferta de leche generada por importaciones, donaciones y contrabando (Franqueville y Vargas 1990). La demanda efectiva de leche es de 219 millones de litros/año. El 50% de esta demanda es cubierta con importaciones y el otro 50% por las PIL y por una red de pequeños productores lecheros que proveen directamente al consumidor (Dandler et al. 1987).

En 1984, dentro de la política de incentivo a la producción de leche, se estableció el Proyecto de Desarrollo Económico y Social para la Promoción de Módulos de Desarrollo Lechero para pequeños productores en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. Estos módulos son centros de acopio de leche en torno a los cuales se organizan los productores para promover la actividad lechera mediante la asistencia técnica y económica del PROFOLE (Catacora 1993).

La producción de leche por departamento ha aumentado significativamente a partir de la creación de estos módulos. Este incremento de la producción de la leche ha generado una fuente adicional de ingreso para 6.434 productores, en cuatro de los cinco departamentos considerados (Cuadro 1).

Sin embargo, las PIL siguen produciendo por debajo de su capacidad por falta de materia prima^{6/}. Una de las principales causas es la política de donación de alimentos (Ramos 1989). Según Dandler et al., las PIL podrían llevar adelante la política agresiva y eficaz de la incorporación de un mayor número de productores lecheros, si se evitaría la donación de leche por parte del PMA.

^{6/} La PIL de La Paz tiene una capacidad instalada de 40.000 lts/día y sólo procesa 18.000 lts/día. Los agricultores de todas las zonas entregan diariamente 13.698 litros. El déficit de leche es cubierto con leche en polvo del PMA.

Cuadro 1 Produccion anual de leche y numero de productores por departamentos, antes y despues de la creacion de los modulos lecheros del PROFOLE

Departamento	Produccion Kg (000)		Numero de Productores ^a	
	1980	1992	1980	1992
Santa Cruz	8 067	22 061	ND	ND
Cochabamba	72 ^b	6 745	724	3 609
La Paz	1 248	5 115	848	2 240
Tarija	440	2 434	52	334
Chuquisaca	188	1 008	85	251
Total	10 015	37 363	1 709	6 434
^a	Incluye a los productores organizados en torno al modulo y a los productores no organizados que entregan leche a la PIL, en su respectivo departamento			
^b	Dato para 1981			
ND	Informacion No Disponible			

El Programa de Fomento Lechero y la Estrategia de Módulos de Desarrollo Lechero en el Altiplano

La región del Altiplano no ha sido tradicionalmente productora de leche debido a su clima seco y frío, no favorables para su producción. Los bovinos, desde la Colonia, eran utilizados como fuerza de tracción. Los agricultores dirigían la producción de leche a la alimentación de crías o a la elaboración de quesos. El consumo familiar de leche era también bastante limitado.

El Altiplano no puede competir con la producción lechera en el valle o el trópico. La ventaja comparativa de las zonas bajas está en la disponibilidad de alimento y la fácil adaptación de las razas lecheras Holstein y Pardo Suizo. El rendimiento promedio de una vaca lechera en el departamento de Cochabamba es de 10 litros/día mientras que en el departamento de La Paz es de 5,8 litros/día (Gallo 1991). Es por esta razón que se ha dado un mayor incentivo al productor lechero en las zonas bajas. El precio promedio pagado por kilogramo de leche al agricultor en Cochabamba es de Bs 1,30 y en Santa Cruz Bs 1,05, mientras que en La Paz el precio es de Bs 0,99.

Sin embargo, el contenido de grasa de la leche del Altiplano es mayor en comparación a la leche de las zonas bajas. Esta cualidad proporciona un mayor rendimiento en la elaboración de derivados lácteos. En el Altiplano, la PIL paga mayor precio a medida que aumenta el contenido de grasa.

En 1989 comenzaron a construirse módulos lecheros en la región de Patacamaya. Los primeros módulos se construyeron en las comunidades de Carachuyo, Tola Sirca y San José Llanga. En la actualidad, existen 25 módulos que incorporan a 370 agricultores de la región.

La propuesta tecnológica que se plantea a los agricultores consiste en una combinación de cambios biológicos y económicos:

- a) mejoramiento genético, selección e inseminación artificial,
- b) mejoramiento alimenticio, sales minerales y alimento balanceado,
- c) mejoramiento de cultivos y conservación de forrajes, semilla, maquinaria, heno y ensilaje,
- d) capital, entrega de una vaca mejorada a los agricultores bajo el sistema al partir,⁷¹
- e) sanidad animal, asistencia veterinaria y uso de productos farmacéuticos,
- f) crédito en la adquisición de los insumos involucrados en el cambio tecnológico, pagado con leche,
- g) crédito diversificado, dirigido a la construcción de establos y compra de equipo, y
- h) capacitación y asistencia técnica en la implementación del paquete tecnológico.

Actualmente, la lechería constituye la propuesta institucional de desarrollo sectorial más importante en la región. La estrategia de los módulos lecheros ha sido ofrecer a los agricultores mayores ingresos en la producción bovina.

Durante el año de 1993, el agricultor de la zona de Patacamaya obtuvo un ingreso promedio mensual por venta de leche de Bs 194. En 1993, este ingreso representa un incremento del 84% con respecto al ingreso durante 1990 (Cuadro 2).

⁷¹ El PROFOLE entrega una vaca preñada de siete meses y el agricultor debe devolver la cría preñada en las mismas condiciones. Esta cría será entregada a otro agricultor.

Cuadro 2 Ingreso promedio mensual de leche, por gestión y por productor lechero activo en la zona de Patacamaya

Año	Numero de productores lecheros activos	Ingreso promedio de leche (Bs/mes)
1990	169	105
1991	243	160
1992	ND	ND
1993	370	194
ND	Informacion No Disponible	

Fuente PIL-LPZ, 1990-1993

Dentro del objetivo de maximización del ingreso, el agricultor adopta la alternativa que más le conviene entre las opciones que se le presentan. Sin embargo, el agricultor, al introducir un elemento nuevo en su sistema productivo, asume riesgos

El presente estudio se propone explicar y determinar los factores que influyen en la conducta del agricultor en términos de su respuesta a cambios en los elementos que forman sus alternativas en la producción bovina. Además, pretende identificar el proceso económico de la adopción de una propuesta tecnológica, reconociendo que la decisión de adopción es una decisión económica de maximización de la utilidad del agricultor (bienestar)

Por tanto, la pregunta central del estudio es

¿Qué factores (económicos y de comportamiento) determinan la adopción de tecnologías para la producción lechera en la comunidad de San José Llanga?

Materiales y Métodos

Recolección de Datos

El estudio se realizó en la comunidad de San Jose Llanga, ubicada en la provincia Aroma del departamento de La Paz. Esta comunidad fue elegida porque ser una de las mas representativas en la aceptación de la propuesta tecnologica planteada por la Planta Industrializadora de Leche (PIL) y el Programa de Fomento Lechero (PROFOLE)

La PIL compra leche en las comunidades y garantiza un mercado para la producción del agricultor. El 47% de las familias de San Jose Llanga entregan leche a al PIL y generan una producción de 71 314 Kg/año, que es uno de los volumenes mas importantes en la región de influencia de Patacamaya. Por su parte, el PROFOLE transfiere tecnología lechera, a través de un paquete tecnologico, que consiste en mejoramiento genetico, suplementacion alimenticia, producción y conservación de forrajes, capital^{8/}, asistencia veterinaria y asistencia técnica en su implementación

La introducción de tecnología lechera en la comunidad de San José Llanga ha generado transformaciones en su sistema productivo. Tradicionalmente la crianza de bovinos estaba dirigida a la producción de carne y queso. Con la nueva actividad productiva lechera, el agricultor genera una fuente adicional de ingresos.

Para analizar el sistema productivo de San Jose Llanga se recolectaron datos mediante conversaciones, entrevistas y reuniones con los agricultores, desde agosto/1993 hasta abril/1994. El muestreo fue aleatorio simple.

Los agricultores se diferencian por tipo de tecnología. Aquellos que han aceptado la propuesta de producción bovina (lecheros) y aquellos que no la han aceptado (no-lecheros). El tamaño de la muestra fue de 46 agricultores (el 50% de las familias de San José Llanga), de los cuales 28 son lecheros y 18 son no-lecheros.

^{8/} Entrega de una vaca mejorada a los agricultores bajo el sistema al partir. El PROFOLE entrega una vaca mejorada de siete meses de preñez. El agricultor se compromete a devolver la cria preñada en las mismas condiciones.

Perfil de la Muestra

El agricultor típico de San Jose Llanga (Cuadro 3) tiene 41.5 años, es casado y tiene 4.4 hijos, de los cuales 3.3 viven en la comunidad. Además, tiene 6.3 años de educación formal, habita una vivienda propia con 2.4 ambientes. El 70% de los agricultores es católico y el 30% restante es adventista.^{9/}

En cuanto a su nivel de riqueza, el agricultor típico tiene un total de 26.9 ha de tierra, de las cuales 15.47 ha son campos dedicados a la agricultura y 11.43 ha son Campos Nativos de Pastoreo (CANAPAS). Del área total agrícola de que dispone, 2.51 ha las dedica a cultivos agrícolas, 4.35 ha a cultivos forrajeros y 8.61 ha son Campos Agrícolas en Descanso (CADES). Además, posee en promedio 5.8 bovinos y 60.3 ovinos.

Si se compara al agricultor lechero con el no-lechero, existen diferencias significativas en lo que respecta al tamaño de la familia. El agricultor típico lechero tiene 3.5 hijos que viven en la comunidad, mientras que el no-lechero tiene únicamente 2.9 hijos que viven en la comunidad. El jefe de familia lechero tiene 6.3 años de educación formal. En cambio, el agricultor no-lechero tiene solamente 5.2 años de educación formal. No existen diferencias entre productores en lo referente al espacio y calidad de vivienda, ni a la edad del jefe de familia.

El agricultor lechero posee una mayor cantidad de tierra (34.07 ha) en comparación con el agricultor no-lechero (14.21 ha). El recurso tierra es un componente importante en la estrategia productiva del agricultor. La mayor disponibilidad de tierra permite al agricultor transformar, ampliar, o sustituir actividades en su sistema productivo.^{10/}

En lo que respecta al área de forrajes, los agricultores lecheros de San Jose Llanga dedican mayor área que los no-lecheros a la producción de los diferentes forrajes que se cultivan en la comunidad. El productor lechero cultiva, en promedio, 3.49 ha de alfalfa, 1.20 ha de cebada y 0.70 ha de avena. En cambio el productor no-lechero dedica 1.46 ha de alfalfa, 0.45 ha de cebada y 0.19 ha de avena para la alimentación de su ganado (áreas de siembra significativamente diferentes al nivel $\alpha=0.10$).

^{9/} La iglesia adventista tiene una presencia real en la comunidad y una influencia notoria respecto a las prácticas culturales de los agricultores al prohibirles el *akhulliku* (nombre aymara con el que se designa el masticado de hojas de coca) y el consumo de bebidas alcohólicas.

^{10/} En los sistemas del altiplano el agricultor diversifica su producción para minimizar el riesgo. Esta diversificación responde a una estrategia de optimización en el uso de sus recursos (maximización del ingreso). Por ejemplo, el agricultor lechero cria ovejas para aprovechar pastos y rastrojos que son utilizados únicamente por este tipo de ganado.

Cuadro 3 Características económico-demográficas del agricultor típico de San Jose Llanga

Característica	Agricultor (n=46)	Lechero (n=28)	No lechero (n=18)
Numero de miembros de la familia	5 07 (2 31)	5 46 (2 17)	4 41 (2 45)
Numero de hijos que viven en SJL	3 30 (2 21)	3 50 (2 20)	2 94 (2 24)
Numero de hijos que viven fuera	1 09 (1 72)	1 29 (1 76)	0 73 (1 62)
Edad del jefe de familia	41 49 (12 50)	41 96 (10 28)	40 72 (15 80)
Educacion del jefe de familia ^b	6 26 (3 11)	6 77 (3 20)	5 23 (2 74)
Numero de ambientes en la vivienda	2 44 (0 69)	2 52 (0 71)	2 27 (0 65)
Religion	0 70 (0 46)	0 70 (0 47)	0 69 (0 48)
Tenencia de tierra (ha)	26 90 (27 60)	34 07 (32 01)	14 21 (8 40)
Area agricola (ha) ^d	2 51 (1 90)	2 58 (2 20)	2 38 (1 29)
Area de forraje (ha) ^d	4 35 (3 18)	5 34 (3 41)	2 60 (1 73)
Campos en Descanso [CADES] (ha)	8 61 (8 64)	11 27 (9 72)	3 90 (2 66)
Campos Nativos de pastoreo [CANAPAS] (ha)	11 43 (20 24)	14 88 (24 50)	5 33 (5 59)
Numero total de bovinos	5 78 (1 95)	6 36 (1 87)	4 89 (1 84)
Numero de bovinos mejorados	3 69 (2 51)	4 82 (2 28)	1 94 (1 86)
Numero total de ovinos	60 33 (46 13)	60 41 (40 81)	60 20 (56 03)
Numero de ovinos mejorados	38 55 (42 86)	43 96 (41 70)	28 80 (44 64)
Ingreso bovino (Bs/año)	3972 19 (2030 02)	4741 37 (2135 71)	2775 68 (1083 46)
Ingreso ovino (Bs/año)	1396 00	1396 00	1396 00
Ingreso agricola (Bs/ano)	1277 54 (1551 78)	1581 29 (1799 04)	805 06 (919 48)
Ingreso fuera de la comunidad (Bs/año) ^f	299 57 (941 78)	220 36 (797 83)	422 78 (1176 86)

a	Incluye padres hijos abuelos y otros familiares
b	Años de educacion formal (0 13)
c	1 si es católico 0 si es adventista
d	Promedios ponderados por el numero de agricultores que siembran un determinado cultivo
e	Fuente Massy 1994
f	Es el ingreso por actividades eventuales de comercio transporte construccion
n	Tamaño de la muestra
*	Significativamente diferentes al 90% de confianza

Los numeros entre parentesis son desviaciones estandar

El 89% de los agricultores no-lecheros y el 100% de los agricultores lecheros cultivan alfalfa

La aceptación de la propuesta lechera está reflejada en la mayor área que los productores de leche dedican al cultivo de forrajes. En el año agrícola 1992-1993, el agricultor lechero sembró 0,92 ha adicional de alfalfa con respecto al área sembrada en años anteriores. La ampliación de la frontera agrícola también se observa en el área dedicada a los cultivos de cebada y avena.

Respecto al ganado, existen diferencias significativas ($\alpha=0,10$) en cuanto al tamaño y composición del hato de estos dos grupos de productores bovinos. El agricultor lechero posee un hato promedio mayor que el del no-lechero (6,4 vs 4,9), mayor número de vacas (3,0 vs 2,1) y produce, como consecuencia, mayor número de crías (2,5 vs 1,9). El porcentaje de mejoramiento del hato también muestra una diferencia significativa entre productores. El 76% del hato del productor lechero es mejorado, mientras que el agricultor no-lechero posee solamente el 40% de mejoramiento.

Para cuantificar el ingreso bovino se establecieron índices productivos, teniendo en cuenta que, en las condiciones difíciles de alimentación para el ganado lechero en esta comunidad, el agricultor sustituye crías por leche. Este agricultor, que en condiciones de producción tradicional tenía una producción de una cría/vaca/año, ahora únicamente tiene la producción de 0,68 cría/vaca/año (una cría cada 15 meses y 14,2% de mortalidad). En cambio el agricultor que no produce leche tiene una producción de 0,94 cría/vaca/año (una cría al año y 5,8% de mortalidad).

Con una producción total de 2,03 crías el agricultor lechero recibe en el mercado de Patacamaya un precio unitario promedio por cría de Bs 1.530, con el que genera un ingreso anual por crías de Bs 3.105. Pero, además, él vende 1.652 kg/año de leche a un precio promedio establecido por la PIL de Bs 0,99 por kg, con lo que obtiene un ingreso de Bs 1.635. Esto significa un ingreso total anual de Bs 4.740. En cambio el agricultor no-lechero obtiene en el mercado un precio menor por crías (Bs 1.433 por cría), debido al menor porcentaje de mejoramiento de sus animales, y produce 1,94 crías/año con lo que su ingreso total anual es de Bs 2.780. El ingreso del productor lechero es aproximadamente el doble que el del no-lechero.

Pero, además, el agricultor típico de San José Llanga genera otros ingresos. El productor lechero tiene un ingreso anual por producción agrícola mayor (Bs 1.581) que el agricultor no-lechero (Bs 805). En cuanto a la producción de ovinos, no existen diferencias significativas entre los ingresos anuales de ambos tipos de agricultores (Bs 1.396).

Finalmente, las actividades eventuales fuera de la comunidad (comercio, transporte, construcción) le reportan al productor lechero un ingreso anual de Bs 220 y al no-lechero de Bs 422.

El Modelo de Análisis

El principio de análisis de la toma de decisiones está basado en la teoría del consumidor. Esta teoría permite explicar el comportamiento maximizador del agricultor. El agricultor, en su sistema de producción y de vida, tiene un sinnúmero de objetivos que alcanzar (alimentar a su familia, educar a sus hijos, recrearse). Las decisiones que el agricultor realiza dentro del ambiente económico en que se desenvuelve son el resultado de la evaluación de dos aspectos: a) las alternativas disponibles y alcanzables, y b) sus preferencias con respecto a esas alternativas. El agricultor no puede alcanzar todos los objetivos, por lo que debe sacrificar algunos en desmedro de otros.

En el estudio, se asume que existe una función de utilidad para cada agricultor y se utiliza el concepto de función de utilidad para analizar y predecir las decisiones del agricultor (Stokey y Zeckhauser 1984). Los objetivos del agricultor, en el contexto del mercado, son sinónimos de bienes y servicios, los cuales pueden ser cuantificados en términos de consumo (x_t). Al demandar nueva tecnología el agricultor incorpora en su consumo (x_{n+1}). Entonces la función de utilidad que el agricultor maximiza es

$$U = u(x_t, x_{n+1}) \quad (1)$$

donde,

U es la función de utilidad del agricultor,
 x_t es el vector de bienes consumidos por el agricultor, y
 x_{n+1} es la demanda de tecnología (estructura productiva),

sujeta a la restricción de su ingreso

$$Y = \sum_{i=1}^{n+1} P_i x_i \quad (2)$$

donde,

Y es la restricción presupuestaria, y
 P_i son los precios de los bienes x_i

Al maximizar su utilidad el agricultor obtiene las cantidades óptimas a demandar de los bienes a ser consumidos

$$X_i^* = x_i^* (P_{x_i}, Y) \quad (3)$$

$$X_{n+1}^* = x_{n+1}^* (P_{n+1}, Y) \quad (4)$$

Si se reemplazan las ecuaciones (3) y (4) en (1), se tiene la función de utilidad indirecta (Cuesta 1993). Esta función muestra el nivel de utilidad de variables observables al investigador (exógenas), tales como precios e ingresos

$$U = v (x_i^* [P_{x_i}, Y], x_{n+1}^* [P_{x_{n+1}}, Y]) \quad (5)$$

Conceptualmente, esta utilidad indirecta significa que, para elegir una nueva tecnología, el agricultor asume riesgos y por ello compara su utilidad en el tiempo, en términos monetarios resultante del cambio en su ingreso actual (Y_0), con respecto al ingreso futuro (Y_1),

$$v (P, Y_1) \geq v (P, Y_0) \quad (6)$$

donde,

Y_0 = es el ingreso actual, y
 $Y_1 = Y_0 + A$ es el ingreso futuro

Es en este contexto que el agricultor evalúa sus alternativas ¿es el bienestar que me ofrece la nueva tecnología lo suficientemente alto para que compense y supere el sacrificio que debo hacer en el presente?

El ingreso adicional propuesto por el PROFOLE, conocido por el investigador, es A , que es el ingreso que el agricultor recibiría si decidiese transferir sus recursos (mano de obra, tierra, administración) hacia la producción lechera. Sin embargo, este nivel de ingreso es descontado en la mente del agricultor por riesgo, incertidumbre, inflación y uso de sus recursos

El agricultor obtiene un nivel de ingreso adicional C , que es el nivel de ingreso en el que el agricultor es indiferente entre mantener su estructura productiva actual o aceptar el cambio. El precio del agricultor por asumir el riesgo es C , el que está determinado por las características personales de este. Entonces,

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_0 + A \Rightarrow \text{PROFOLE/Investigador} \\ Y_1 &= Y_0 + C \Rightarrow \text{Mente del Agricultor} \end{aligned} \quad (7)$$

Esto quiere decir que la toma de decisiones no solo es un proceso objetivo monetario, sino también un proceso subjetivo, donde intervienen las características personales del tomador de decisiones, s (edad, educación, familia, religión). Se tiene entonces,

$$v_1 (P_{X_{n+1}}, Y_1, s) \geq v_0 (P_{X_t}, Y_0, s) \quad (8)$$

donde,

s son las características personales del agricultor

Desde el punto de vista econométrico, v_1 y v_0 son variables aleatorias, pues contienen elementos no observables al investigador. Estos elementos aleatorios tienen una distribución de probabilidad con medias $v(0, Y, s)$ y $v(1, Y, s)$, las que dependen de las características observables del individuo,

$$u(j, Y, s) = v(j, Y, s) + \epsilon_j, \quad j=0,1 \quad (9)$$

donde,

$u()$ es la utilidad no observable,
 $v()$ es la utilidad indirecta observable al investigador, y
 ϵ_j son variables aleatorias con media cero

El agricultor acepta la tecnología si la diferencia de utilidades, presente y futura, es mayor o igual a 0, en caso contrario, la rechazará

$$\begin{aligned} v(1, Y+A, s) + \epsilon_1 - v(0, Y, s) - \epsilon_0 &\geq 0 \\ \Delta v &\geq 0 \end{aligned} \quad (10)$$

La respuesta del individuo es una variable aleatoria con una distribución de probabilidad dada por

$$P_{si} \equiv P \left(\begin{array}{l} \text{Ingreso de la} \\ \text{produccion bovina} \\ \text{no tradicional} \end{array} \right) \\ \equiv P (\Delta v \geq 0) \quad (11)$$

donde,

P_{si} es la probabilidad de que el individuo acepte la oferta de la nueva tecnología

Entonces,

$$P_{si} = F_{\eta}(\Delta v) \quad (12)$$

donde,

$F_{\eta}()$ es la función de densidad acumulativa (*fda*) de η donde

$$\eta = \epsilon_1 - \epsilon_2$$

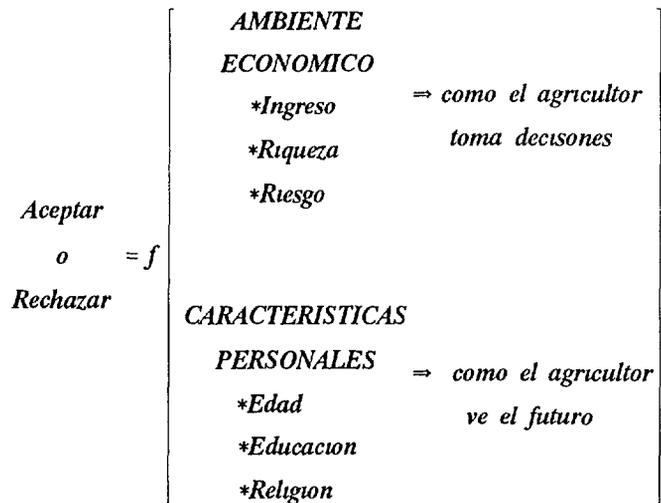
Conceptualmente, se busca el ingreso mínimo que el agricultor exigiría para aceptar la propuesta bovina. Para un agricultor con ingreso Y y características s , la cantidad (C) satisface

$$u(1, Y+C, s) = u(0, Y, s) \quad (13)$$

Esta cantidad (C) es un número fijo para el agricultor, quien conoce su nivel (C) de aceptación o rechazo. Sin embargo, para el investigador es una variable aleatoria puesto que (u) en la ecuación (8) se puede estimar solamente en base a su componente aleatorio (ϵ_j)

El Modelo Logit

El agricultor toma la decisión de aceptar o rechazar la nueva tecnología mediante el análisis de preferencia. Esta decisión es función del ambiente económico en que el agricultor se desenvuelve y de las características personales.



El agricultor maximiza su utilidad (bienestar) al tomar una decisión. La función objetivo del agricultor (ecuación 9) está compuesta de una parte no-aleatoria $v(\cdot)$, la cual es función de características observables, y de otra parte aleatoria ϵ_j .

La parte aleatoria de la función objetivo es la que permite definir la probabilidad de que el agricultor acepte cada una de las alternativas, mediante una distribución de frecuencia acumulada (*dfa*). Si se asume que esta *dfa* es una función logística, entonces la distribución de η , en la ecuación (12), toma la forma de

$$P \equiv P_{si} = [1 + e^{-\Delta v}]^{-1} \quad (14)$$

donde,

P_{si} es la probabilidad de aceptar la tecnología, y

Δv es la diferencia de utilidades en los dos estados de producción

El modelo desarrollado se adecua a aquellas situaciones en las que la variable dependiente es binaria, o sea, la variable adopta solo dos valores. Por convencion, en este modelo (de eleccion discreta), se asigna a la variable los valores 0/1. Se asigna (0) si el agricultor no adopta la tecnologia, se asigna (1) si adopta la tecnologia.

Utilizando una especificacion lineal para la forma utilidad, la diferencia de utilidades indirectas en (13), puede ser estimada como

$$\begin{aligned}
 \Delta v &= v(1, Y+INBO, s) + \epsilon_1 - v(0, Y, s) - \epsilon_0 \\
 &= [\alpha_1 + \beta(Y+INBO) + \gamma_1 s + \epsilon_1] - [\alpha_0 + \beta Y + \gamma_0 s + \epsilon_0] \\
 &= (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta INBO + (\gamma_1 - \gamma_0) s + (\epsilon_1 - \epsilon_0) \\
 &= \alpha + \beta INBO + \gamma s + \eta \qquad (15)
 \end{aligned}$$

donde,

INBO es el ingreso bovino que ofrece el PROFOLE, y
 $\alpha \equiv \alpha_1 - \alpha_0$, $\gamma \equiv \gamma_1 - \gamma_0$, y $\eta \equiv \epsilon_1 - \epsilon_0$ son parametros a ser estimados ^{11/}

Reemplazando (15) en (14), la probabilidad de aceptacion del agricultor, ante una propuesta de ingreso adicional (*INBO*), es

$$P_{st} = [1 + e^{(\alpha + \beta INBO + \gamma s)}]^{-1} \qquad (16)$$

donde,

^{11/} α_j y γ_j no pueden ser identificadas separadamente, solo su diferencia es identificable



Para obtener el valor del ingreso adicional que está en la mente del agricultor (C en la ecuación 7), se calcula la media de la distribución de C en la ecuación 9. La media es el ingreso adicional que el agricultor esperaría recibir para adoptar la propuesta tecnológica y sentirse en el mismo nivel de bienestar, como si estuviera produciendo bovinos con su sistema tradicional.

$$E(C) = C^* = -\frac{1}{\beta} \ln(1 + e^{-\alpha - \gamma s}) \quad (17)$$

De la misma manera, se puede calcular la mediana (C^{**}) que representa el ingreso mínimo con el que el agricultor es indiferente entre producir únicamente crías u obtener un ingreso adicional con la producción de leche.

$$C^{**} = -\frac{\alpha + \gamma s}{\beta} \quad (18)$$

Esta es la probabilidad 50/50 (equiprobabilidad) de que el agricultor acepte o rechace si se le ofrece C^{**} , y representa el ingreso mínimo que por lo menos el 50% de los agricultores estarían dispuestos a aceptar.

Resultados y Discusión

Estimación del Modelo Logit

Las variables explicativas de la adopción de la propuesta lechera, incluidas en la estimación del Modelo Logit planteado en la ecuación 16, son variables económicas (ingreso y riqueza) y variables de conducta (características personales)

Las variables de ingreso explican el nivel mínimo de ingreso adicional que el agricultor exigiría para aceptar la propuesta. A mayor ingreso que el agricultor perciba, mayor será la probabilidad de que el agricultor acepte la propuesta. Las variables de ingreso a considerarse en el modelo son a) agrícola, b) ganadero, c) artesanal, y d) fuera de la comunidad

Aceptar un cambio implica el reordenamiento de unos recursos y la adición o sustitución de otros. El agricultor encara esta situación con incertidumbre, ya que su decisión implica riesgos. Sin embargo, a mayor nivel de riqueza, mayor es su capacidad de enfrentar pérdidas y, por tanto, mayor la probabilidad de aceptar una propuesta de cambio

Las variables de riqueza incluidas en el modelo son a) tierra, b) ganado bovino y ovino (cantidad y calidad), y c) disponibilidad de mano de obra

Las variables de conducta proporcionan un indicio del aporte de los procesos mentales en la toma de decisiones. Las características personales y la forma en que vive el agricultor son factores que determinan como el tomador de decisiones ve el futuro

Sacrificar el consumo hoy $U_0(C_0)$ en espera de obtener un nivel de consumo mayor mañana $U_1(C_1)$, es una decisión que depende del tiempo de espera para llegar a $U_1(t)$ y del ingreso adicional ($\$A$) que se está dispuesto a aceptar. En el intercambio de (U_1) mañana, por el sacrificio de hoy (U_0), existen infinitas combinaciones de $\$A_t$ en t , periodos de espera

Las características personales influyen en cuán grande (A) y cuán corto (t) deben ser para decidirse por una propuesta que presenta incertidumbre

Las variables de conducta consideradas en el modelo son a) tamaño de la familia, b) educación, c) edad, d) número de hijos, e) calidad de vivienda, y f) religión

Por tanto, la probabilidad de aceptación de la propuesta lechera es función del nivel actual de ingresos del agricultor, de cuánta riqueza dispone y de sus expectativas respecto al futuro, determinadas por la posición que ocupa dentro del ciclo de vida

O sea, la probabilidad de aceptación de la nueva tecnología lechera se representa como la función

$$P_a = f (\text{ingreso, riqueza, y características personales}) \quad (19)$$

donde,

$$\text{Ingreso} = f \left(\begin{array}{c} \text{Produccion} \\ \text{agricola,} \\ \text{ganadera,} \\ \text{artesanal,} \\ \text{e} \\ \text{ingreso} \\ \text{fuera de la} \\ \text{comunidad} \end{array} \right) \quad (20)$$

$$\text{Riqueza} = f \left(\begin{array}{c} \text{Inventario} \\ \text{tierra,} \\ \text{ganado,} \\ \text{y} \\ \text{mano de} \\ \text{obra} \end{array} \right) \quad (21)$$

$$\text{Características} \\ \text{personales} = f \left(\begin{array}{c} \text{familia,} \\ \text{educacion,} \\ \text{edad,} \\ \text{numero de} \\ \text{hijos,} \\ \text{calidad de} \\ \text{vivienda,} \\ \text{y} \\ \text{religion} \end{array} \right) \quad (22)$$

Las variables que el modelo considera son

INBO	Ingreso bruto de bovinos (Bs/año), donde $INBO = INLE + INCR$ <i>INLE</i> ingreso bruto por venta de leche (Bs/año), e <i>INCR</i> ingreso bruto por venta de crias (Bs/año),
INAG	Ingreso agrícola (Bs/año),
INFU	Ingreso fuera de la comunidad (Bs/año),
FORA	Area cultivada de forraje (ha), donde $FORA = ALAR + CFAR + AVAR$ <i>ALAR</i> Superficie cultivada de alfalfa (ha), <i>CFAR</i> Superficie cultivada de cebada (ha), y <i>AVAR</i> Superficie cultivada de avena (ha),
PAST	Area disponible de campos de pastoreo (ha), donde $PAST = CADE + CANA$ <i>CADE</i> Campos Nativos en Descanso (ha), y <i>CANA</i> Campos Nativos de Pastoreo (ha),
BOVI	Tamaño del hato, donde $BOVI = VACA + VAQI + TERN + TORO$ <i>VACA</i> Número de hembras mayores a dos años, <i>VAQI</i> Numero de hembras entre uno y dos años, <i>TERN</i> Número de machos y hembras menores a un año, y <i>TORO</i> Numero de machos mayores a un año,
OVIN	Numero de ovinos,
HIJO	Numero de hijos,
HIAQ	Numero de hijos que viven en la comunidad,
EDAD	Edad del jefe de familia en años,
EDUC	Años de educacion formal (0-13) del jefe de familia,
DENS	Número de miembros de la familia por habitación, donde $DENS = FAMI/HABI$ <i>HABI</i> Número de habitaciones en la vivienda del agricultor, y
RELI	Religion del jefe de familia, donde 1 = catolico, y 0 = adventista

La estimacion de la probabilidad de aceptacion del agricultor, de la propuesta que genera ingreso adicional (ecuacion 16), se presenta en el Recuadro [1]

RECUADRO [1]

$P_{si} =$	- 5 1951** (4 83)	+ 0 00147 INBO* (1 83)	- 0 00167 INFU** (2 87)
	- 1 0809 BOVI (2 18)	+ 0 0214 OVIN* (2 76)	+ 1 0516 FORA** (4 16)
	+ 0 0590 PAST (1 41)	+ 0 3006 EDUC* (1 63)	

Relacion de
maxima
verosimilitud

Chi-cuadrado = 30 29

Valor P = 0 8091

Los numeros en paréntesis son valores Chi-cuadrado

* significativas al nivel $\alpha=0 2353$

** significativo al nivel $\alpha=0 10$

En la determinación de las variables significativas de adopción de la propuesta lechera, se utilizaron estimaciones por medio de la rutina de regresión logística (CATMOD) del programa estadístico SAS (SAS 1994) La validación del modelo se realiza con la prueba de hipótesis

$$H_0 \quad \alpha = \beta = \gamma = 0$$

$$H_1 \quad \text{por lo menos un parámetro es } \neq 0$$

Se acepta H_1 , hipótesis alternativa, con $\alpha=80 91$

De la estimación se establece que el ingreso bovino (*INBO*) tiene una relación directa con el nivel de adopción. La propuesta económica del PROFOLE es la producción de leche. Sin embargo, el agricultor no produciría leche si no contaría con el ingreso de crías. Las variables de ingreso por leche (*INLE*) e ingreso por crías (*INCR*) no se toman separadamente.

La variable *INFU* tiene un coeficiente negativo. A medida que el agricultor tiene mayores ingresos fuera de la comunidad, disminuye la probabilidad de aceptación de la propuesta del PROFOLE. Estos ingresos fuera de la comunidad son un incentivo para salir.

El tamaño del hato (*BOVI*) constituye parte importante de la riqueza del agricultor. Sin embargo, a medida que el hato es más grande, menor es la probabilidad de que éste sea lechero. Esto se debe a que el agricultor lechero disminuye el número de sus animales (toros, vaquillonas, crías) para mejorar la calidad de sus vacas. El agricultor que dispone de un mayor número de animales mejorados (menor valor de *BOVI*), es poseedor de mayor riqueza.

La riqueza del agricultor también está formada por ganado ovino (*OVIN*). Sin embargo, en este caso interesa la cantidad de animales. A medida que el agricultor dispone de más ovinos (mayor riqueza), su decisión reflejará menor aversión al riesgo, por lo tanto, incluirá en su sistema de producción la propuesta del PROFOLE.

La disponibilidad de forraje (*FORA*) constituye otra variable de riqueza importante que explica la adopción. Una mayor área de forraje cultivado permite disponer de una mayor cantidad de alimento para el ganado. Lo mismo se puede afirmar de la disponibilidad de campos de pastoreo (*PAST*). A mayor disponibilidad de CADES y CANAPAS, mayor la probabilidad de adopción.

En cuanto a las características personales del adoptador, la variable de mayor relevancia y que contribuye significativamente a explicar la probabilidad de adopción es educación (*EDUC*). Un agricultor con mayor educación posee una mentalidad más abierta y mayores referencias para la aceptación de cambio.

Utilizando la ecuación (16), y de acuerdo a las ecuaciones (17) y (18), se determina el ingreso mínimo (Y_1 en 7) que el agricultor estaría dispuesto a aceptar, con una probabilidad del 50%, para adoptar la producción bovina bajo las recomendaciones del PROFOLE. Del cálculo del ingreso promedio estimado, utilizando valores promedio de las variables significativas del modelo en el Recuadro [1], resulta que el agricultor de San José Llanga exigiría un ingreso mínimo de Bs 2 443,04 por año para aceptar la propuesta lechera, mientras que la media observada es de Bs 3 972,19 (Cuadro 4).

Cuadro 4 Ingreso mínimo promedio y mediana del ingreso mínimo (estimado y observado) de la producción bovina, que el agricultor estaría dispuesto a aceptar en San José Llanga

Estimado* (Bs/año)		Observado (Bs/año)	
Media	Mediana	Media	Mediana
2,443 04 (0-8,092)	3,296 30 (0-10,276 7)	3,972 19 (1,350-11,077)	3,653 66 (0-11,077 33)
<p>a Estimaciones utilizando los coeficientes significativos del modelo (Recuadro [1])</p> <p>Numeros en parentesis son rangos de ingreso bovino</p> <p>No existen diferencias significativas entre lo observado y lo estimado Chi-cuadrado para H_0 datos observados=datos estimados y H_1 datos observados≠datos estimados</p> <p>Chi-cuadrado calculado=3 227</p>			

La discrepancia entre lo observado y lo estimado se debe a la variabilidad de la muestra (altos valores para la desviación estándar de las variables *INFU*, *BOVI*, *OVIN*, *FORA*, *PAST*, y *EDUC*) Debido a la gran dispersión que presentan estas variables para la estimación del ingreso mínimo que el agricultor estaría dispuesto a aceptar, se utilizan los valores de la mediana de las variables que intervienen en la decisión

Si se compara el ingreso promedio estimado y observado utilizando los valores de la mediana se observa que los valores encontrados, para la información de la comunidad de San José Llanga, no muestran una diferencia significativa (Bs 3 296,3 estimado vs Bs 3 653,66 observado) (Figura 1) Por tanto, se podría concluir que la mediana del ingreso que reciben los agricultores típicos de San José Llanga coincide con la estimación del modelo

SAN JOSE LLANGA

INGRESO DE BOVINOS (INBO)

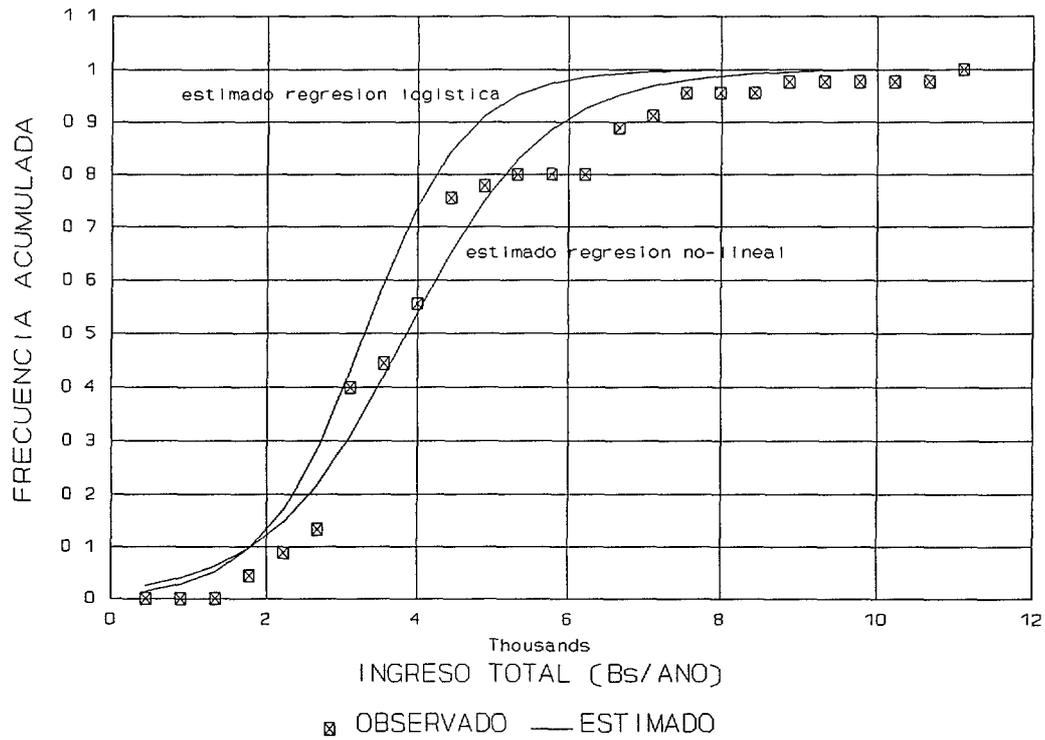


Figura 1 Distribucion de frecuencia acumulada de datos observados y estimados mediante regresion Logistica y regresion no-lineal para ingresos de produccion bovina (INBO) de agricultores de San José Llanga

Conclusiones y Recomendaciones

Se verifica la hipótesis planteada en la investigación. Las variables de ingreso que explican la adopción de la tecnología lechera en San José Llanga son el ingreso bovino (*INBO*) y el ingreso fuera de la comunidad (*INFU*). Las variables de riqueza más significativas son la tenencia de tierra [forraje (*FORA*) y pasturas (*PAST*)], bovinos (*BOVI*), y ovinos (*OVIN*). Finalmente, la única variable de comportamiento que explica la adopción es la educación del agricultor (*EDUC*).

También se verifica la hipótesis secundaria, de que los agricultores de San José Llanga transformaron su sistema productivo hacia la lechería. Este cambio representa costos monetarios y de bienestar. El agricultor asume los cambios en espera de mayores ingresos (en términos monetarios y de bienestar) que compensen los riesgos e incertidumbre que representa el cambio hacia una forma de producción, la que es diferente a su forma tradicional.

El productor bovino lechero obtiene un ingreso mayor por venta de crías, a pesar de que su producción es menor que la producción del productor no-lechero. Esto se debe a que el agricultor lechero posee mayor porcentaje de animales mejorados por los cuales el mercado paga mejor precio que por los criollos.

La tenencia de CADES y CANAPAS constituye una fuente de alimentación importante para la manutención (sobrevivencia) del ganado en la época seca. El adoptador (agricultor lechero) del paquete de producción del PROFOLE dispone de mayor cantidad de tierra que el no-lechero (34,1 ha vs 14,2 ha). Esta cantidad de tierra le permite habilitar nuevas áreas para la producción de forrajes.

El agricultor lechero tiene en promedio 6,4 bovinos de los cuales el 76% de los animales son mejorados. Esta composición del hato permite lograr mayores rendimientos de leche y alcanzar mejor precio de crías en el mercado. Otra parte de su riqueza está formada por 60,41 ovinos.

Existen aspectos del paquete tecnológico del PROFOLE que amenazan la aceptación adicional y la continuidad de la producción lechera. El mayor riesgo que encara el agricultor al cambiar su estructura productiva es el costo adicional en el que tiene que incurrir por alimentación del hato ganadero (167% mayor al del no-lechero Bs 2 037,42 vs Bs 763,48, por vaca es 86% mayor Bs 688,32 vs Bs 370,62). Este gasto de alimentación, en mayor porcentaje, es el costo adicional del forraje requerido para la producción lechera. El costo de forraje constituye el 88% del costo total y representa una necesidad adicional de inversión anual de Bs 263,17 por vaca, destinado únicamente a la alimentación.

Otro riesgo que enfrenta el agricultor es la falta de conocimientos e infraestructura para el manejo de la leche y el ordeño. Esto genera riesgos de pérdida del ingreso esperado por pérdida de la producción debido a acidez de la leche, enfermedades de la vaca, etc. Otra condición generadora de riesgo para el agricultor es su dependencia del comprador (fechas de compra, precio de compra, rechazos, transporte, etc.)

De acuerdo al modelo, un agricultor de las características productivas de San José Llanga estaría dispuesto a aceptar producir leche a un ingreso anual de Bs 3 296,3 en la producción bovina (venta de crías más venta de leche). Por tanto, se podría concluir que la PIL y el PROFOLE están ofreciendo posibilidades de obtener el ingreso mínimo para que por lo menos el 50% de los agricultores de la zona adopte la nueva tecnología y se dedique a la producción lechera.

Para determinar la adopción de la propuesta lechera realizada por el PROFOLE el modelo considera variables endógenas al sistema económico del agricultor. Sin embargo, la adopción de tecnología depende también de elementos exógenos como ser el financiamiento externo (PMA y Danchurchaid), la política gubernamental (política de tierras y de precios), el mercado de la leche (balance oferta-demanda), la asistencia técnica y crediticia, y la infraestructura de producción (riego y caminos). También se debería incluir en los análisis variables explicativas de riesgo, incertidumbre, horizonte de tiempo, liquidez y variables ambientales. La consideración de estos factores permitiría lograr una mayor precisión en las estimaciones del presente modelo y una mejor aproximación a la realidad.

Bibliografía

- AIKENS, M T , A E HAVENS, y W L FLINN 1975 *The Adoption of Innovation The Neglected Role of Institutional Constrains* Mimeografiado Department of Rural Sociology, Ohio State University, Columbus, Ohio
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) 1986 Productividad y Tecnología Agropecuaria En *Progreso Económico y Social en América Latina* Tema especial Desarrollo Agropecuario, pp 95-126
- _____ 1988 Biotecnología Perspectiva General y Desarrollos en América Latina En *Progreso Económico y Social en América Latina Tema Especial Ciencia y Tecnología* pp 207-215
- BOHAN, M 1942 *Mision Bohan o Informe Economico Sobre Bolivia* Embajada de los Estados Unidos de Norteamérica La Paz (Mimeo)
- BORDENAVE, J D 1985 La Transferencia de Tecnología y la Teoría General de los Sistemas En *En Busca de Tecnología para el Pequeño Agricultor* A Marzorcca (Ed) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
- CATACORA, A 1993 La Cooperacion del Programa Mundial de Alimentos al Desarrollo Lechero Nacional En *Revista Pro Campo* Agosto/Septiembre La Paz, Bolivia
- CIBOTTI, R y J LUCANGELLI 1980 *El Fenómeno Tecnológico Interno* Revista de la CEPAL (Comision Economica para América Latina y el Caribe), No 11 Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas, Agosto
- CID (Centro de Información para el Desarrollo) 1993 *Anuario Estadístico del Sector Rural* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Misión de Cooperacion Tecnica Holandesa, Coperación Tecnica Suiza y Club de Economía Agrícola y Sociología Rural La Paz
- CUESTA, M 1993 *Time Discount Rates Measurement and Effects on Soil Erosion Control* Tesis de doctorado, no publicada North Carolina State University
- CUESTA, M y N MASSY 1994 *Capacidad de Carga en Campos de Pastoreo* Programa de Colaboracion y Apoyo a la Investigacion en Rumiantes Menores (SR-CRSP)/Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) La Paz

- DANDLER J , J BLANES, J PRUDENCIO y J MUÑOZ 1987 *El Sistema Agroalimentario en Bolivia* Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social EDOBOL La Paz
- DAY, R 1971 Rational Choice and Economic Behavior En *Theory and Decision I An International Journal for Philosophy and Methodology of the Social Sciences* Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland, pp 229-251
- DUARTE H , L COLBERT y B BARBERY 1987 *Articulacion e Integracion en las Comunidades Andinas Casi Iñacamaya* Tesis no Publicada para Licenciatura en Economía Universidad Católica Boliviana La Paz
- DURAN, J 1990 *La Agroecología el Nuevo Paradigma El Debate de las Tecnologías* Servicios Múltiples de Tecnologías Apropriadas Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales La Paz
- FERNANDEZ, M A 1986 *Oferta Tecnológica en el Contexto de Economías Campesinas Dos Estudios de Caso* Tesis no Publicada para Licenciatura en Economía Universidad Católica Boliviana La Paz
- FLORES, X 1992 *Valoración Económica de los Recursos Naturales* Centro de Economía y Recursos Naturales La Paz, Bolivia
- FRANQUEVILLE, A y E VARGAS 1990 *La Cuenca Lechera de La Paz-Bolivia* Instituto Nacional de Alimentacion y Nutrición, Instituto Frances de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM) La Paz, Bolivia pp 15-70
- GALLO, A 1991 El Desarrollo Lechero en el Altiplano Paceño En *Revista Pro Campo* Octubre La Paz
- HAYAMI, Y y V RUTTAN 1985 *Agricultural Development An International Perspective* The Johns Hopkins University Press Baltimore
- HAVENS, A E y W L FLINN 1976 Green Revolution Technology and Community Development The Limits of Action Programs En *Economic Development and Cultural Change* 23 469-481
- KMENTA, J 1986 *Elements of Econometrics* Macmillan New York
- MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios) y CNIEA (Consejo Nacional de Investigación y Extensión Agropecuaria) 1991 *Política Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria Huellas* La Paz, pp 43-49, 103

- ORELLANA N 1983 *Impacto del Proyecto Ingavi en el Desarrollo Rural* Tesis no Publicada para Licenciatura en Economía Universidad Católica Boliviana La Paz
- PAZ, D 1992 *Region y Desarrollo Agrario* Tomo II Academia Nacional de Ciencias, PL-480 La Paz
- RAMOS, P 1989 *Proyecto Nacional Popular* Editorial Adegrafía La Paz
- SAS Institute, INC 1988 *SAS/STAT User's Guide, Release 6 08 TS408* Cary, NC, USA, SAS Institute Inc
- SCHEJTMAN, A 1994 *Agroindustria y Transformación Productiva de la Pequeña Agricultura* Revista de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), No 53 Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas, Agosto
- SCHULTZ, T 1968 *Modernización de la Agricultura* Editorial Aguilar Madrid
- SIEGEL, S 1956 *Nonparametric Statistics for the Behavioral Science* McGraw Hill
- SIMPSON, J 1989 *Economía de Sistemas de Producción Ganadera en América Latina* Agropecuaria Latinoamericana Gainesville, Florida
- STOKEY E y R ZECKHAUSER 1984 *El Modelo de Elección En Política de Precios para la Gestión del Desarrollo* Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial Tecnos Madrid, España
- TICHIT, M 1991 *Los Camélidos en Bolivia* Fundación para Alternativas de Desarrollo La Paz
- USAID (United States Agency for International Development), USU (Utah State University) and Government of Bolivia 1975 *Bolivia and Utah State University A Decade of Contracts* En *Utah State University Bulletin* Volume 75, Number 12 Utah
- YAPA, L S y R C MAYFIELD 1978 *Non-adoption of Innovations Evidence from Discriminant Analysis* En *Economic Geography*, 54 145-156
- ZEBALLOS, H 1993 *Agricultura y Desarrollo Económico II* Centro de Información para el Desarrollo La Paz, Bolivia