

17

IICA-CIDIA IICA 11M-515

**Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura**  
**Oficina en Perú**

Centro Interamericano de  
Documentación e  
Información Agrícola

18 AGO 1986

IICA - CIDIA

11083

# Análisis de Sistemas Agroeconómicos para el Desarrollo del Altiplano Peruano

Teodoro Tonina  
Oscar Chaquilla  
Eleodoro Chahuares  
Victor Otazú

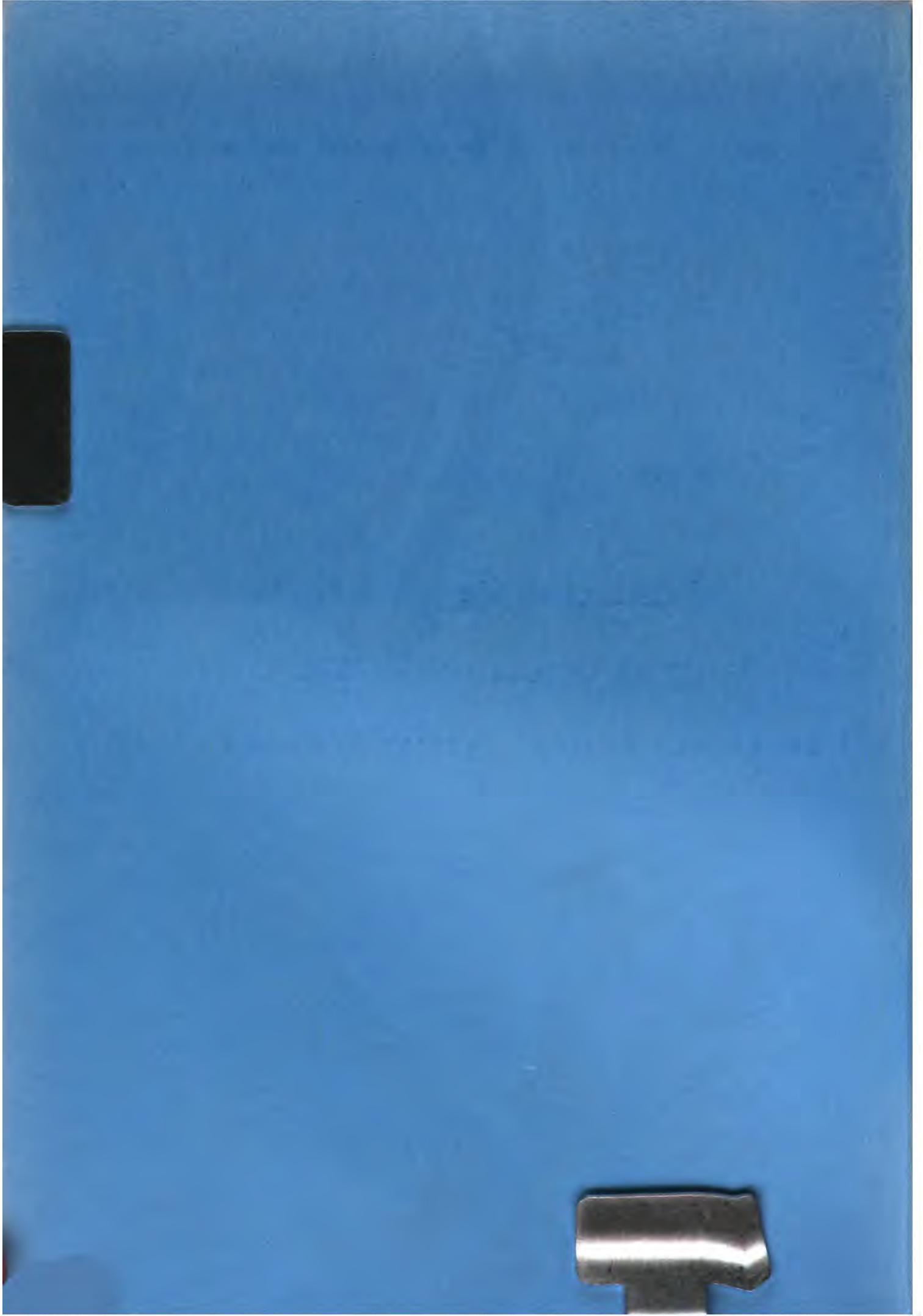
11083

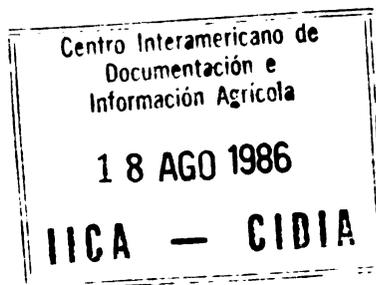
Publicaciones Misceláneas No. 545

ISSN - 0534 - 5391

Lima, Perú

Setiembre 1985





UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNICA DEL ALTIPLANO  
PUNO

INSTITUTO INTERAMERICANO DE  
COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
OFICINA EN PERU

ANALISIS DE SISTEMAS AGROECONOMICOS  
PARA EL DESARROLLO DEL ALTIPLANO  
PERUANO

Por: Tonina, Teodoro A. (IICA)  
Chaquilla, Oscar (UNTA)  
Chahuares, Eleodoro (UNTA)  
Otazú, Víctor (UNTA)

Publicación Miscelánea Nº 545  
ISSN 0534-5391

Lima, Perú  
Setiembre 1985

004750

**00000589**

## INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
Presentación	7
Agradecimiento	8
Compendio	9
Introducción	11
Metodología	12
Agroeconómica	12
Sistémica	14
Resultados publicados o expuestos	18
Productividad de cebada en comunidades campesinas de Puno	18
Modelo del sistema agroeconómico familia-predio en comunidades campesinas del altiplano peruano	24
Alimentación y producción de familias campesinas en Puno	30
Exposiciones en foros y conversatorios	33
Alternativas para el desarrollo del sistema agroeconómico familia-predio	38
Sequías, inundaciones y riesgos de producción	41
Riesgos de comercialización y precios	44
Alternativas de un modelo de pastoreo con alpacas	45
Tecnología autóctona para el desarrollo	49
Enfoques de sistemas en el Callejón de Huaylas	50
Desarrollo rural por sistemas para Puno	55
Estructura de la propiedad agropecuaria en el altiplano de Puno	62
Análisis de tipificación y productividad	64
Información para un modelo de riesgos	68
Flujos y sistemas	71
La Comunidad Campesina Sutuca Urinsaya como agrosistema	73
Teoría general de Sistemas y desarrollo agropecuario	93
Análisis Económico de funciones de respuesta en cebada	103
Conclusiones y recomendaciones	126
Resumen	128
Literatura consultada	130



## INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
1. Frecuencia de rendimientos en cebada	19
2. Rendimientos en función de la superficie cultivada con cebada	20
3. Rendimientos de cebada en función del número de parcelas	21
4. Sistema de explotación agropecuaria y productos obtenidos	25
5. Rendimientos en función de superficie cultivada por familia	26
6. Modelo agroeconómico del sistema familia-predio	28
7. Modelo insumo / producto	35
8. Relación entre función de producción y función de costos	36
9. Modelo de desarrollo endógeno de la unidad familia - predio, dinámico y simplificado	40
10. Alternancia de períodos de inundación y sequía en Puno	41
11. Estacionalidad agrícola	43
12. Forraje de los pastizales, precipitación, cambio del peso vivo en ovinos y faenas ganaderas a través del año en Chuquibambilla. Puno, 1983	48
13. Jerarquización espacial de sistemas en el Callejón de Huaylas	51
14. Fuerzas de configuración de la unidad agropecuaria	52
15. Sistemas mayores en el Callejón de Huaylas	54
16. Desarrollo rural por sistemas: Integración de componentes	57
17. Esquema de flujos para el estudio de sistemas	72
18. Modelo de la unidad familia - predio en Sutuca Urinsaya como sistema	82
19. Esquema para elaborar un plan programado de producción	84
20. Principios económicos básicos para el cálculo económico en agrosistema	85
21. Políticas financieras alternativas del productor	86
22. La unidad agropecuaria como sistema en el circuito económico	87
23. Una visión general de sistemas	95
24. Curvas de producción de cebada con factor variable nitrógeno	114
25. Curvas de producción de cebada con factor variable fósforo	115
26. Curvas de costos de cebada con factor variable nitrógeno	119
27. Curvas de costos de cebada con factor variable fósforo	120
28. Isocuantas "concavas"	123

## INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
1. Rendimiento de cebada comparado con otros indicadores de calidad del suelo	22
2. Estructura de la unidad familia-predio en comunidades campesinas	24
3. Productividad de la mano de obra por cultivos	27
4. Coeficientes de correlación entre calorías y proteínas consumidas con el nivel de escolaridad	31
5. Decisiones ganaderas en la sierra peruana	37
6. Modelo de desarrollo agroeconómico de la región de Puno por sistemas	60
7. Ensayo de tipificación de unidades familia-predio con 66 casos	65
8. Comparación de productividad basada en rendimientos de la papa	67
9. Papa, rendimiento promedio 6 700 kg/ha en un ciclo vegetativo de 150 días	69
10. Quinua, rendimiento promedio 790 kg/ha en un ciclo vegetativo de 180 días	69
11. Requerimiento promedio de agua y promedio de precipitaciones en 20 años de observación (1956-1977). Estación Meteorológica de Lampa, Puno	70
12. Punto de partida macro y desarrollo regional	96
13. Lista de tratamientos de la matriz Plan Pueblo II	104
14. Análisis de variancia	111
15. Valores de producción	112
16. Valores de costos	117
17. Tasas marginales de sustitución y elasticidades de sustitución	122

## PRESENTACION

La Oficina en Perú del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), viene colaborando en forma permanente, con la agricultura de la sierra peruana desde 1953.

De acuerdo con las necesidades e intereses de las instituciones del Sector Público Agrario y conexas, en los últimos años se han concretizado diversas actividades de apoyo directo, estudios, capacitación de personal, intermediación técnico científica, acción directa y cooperación técnica recíproca. Digno es de mencionarse las referidas a cultivos alto andinos (1953-1985), priorización de la investigación (1977-1982), comercialización, proyectos de desarrollo agropecuario (1970-1982), extensión y comunicación agrícola (1960-1982), así como investigaciones agroeconómicas (1981-1984).

A través de la obtención de recursos financieros específicos, como los del Fondo Simón Bolívar y el del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), fue posible trabajar en áreas específicas de la serranía peruana. En el primer caso, en Puno, Cuzco y el Callejón de Huaylas (1981-1984); en el segundo caso, en Arequipa, Ayacucho, Cuzco y Puno (1980 a la fecha).

El presente documento es un resumen de las actividades realizadas en el estudio de sistemas agroeconómicos por un equipo de profesionales de nuestra institución y de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano, desde 1981 hasta 1984, buscando cumplir un doble objetivo: analizar cualitativa y cuantitativamente aspectos económicos de los productores locales; y, conformar un equipo de trabajo en sistemas agroeconómicos de producción. Cabe también citarse que los logros obtenidos por este equipo de trabajo fueron posibles gracias a la colaboración que en todo momento proporcionaron los integrantes de comunidades campesinas del altiplano peruano.

Se logra así en una meta más del proceso de fortalecimiento institucional y apoyo a la producción agropecuaria que cumple el IICA con sus países miembros.

ISRAEL TINEO GAMBOA  
Director del Area Andina  
y Oficina en Perú

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente al apoyo recibido del director del Area Andina y de la Oficina en Perú del IICA durante estos años de actividad.

Asimismo, se reconoce la importancia de los estímulos recibidos, tanto de las autoridades y colegas de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano, como de los directores de las Oficinas Nacionales y Regionales de los Organismos del Sector Público Agrícola con sede en Puno.

Durante parte de los trabajos se recibió la cooperación de colegas del Centro de Desarrollo Rural de la UNTA.

Un agradecimiento preferencial es para los campesinos que han cooperado en la recolección y suministro de información básica, siendo especial deseo de los autores que estos trabajos puedan llegar a serles útiles para su desarrollo en el ambiente agropecuario.

La colaboración del Ing. Luis Salinas Barreto ha facilitado esta edición, por lo que agradecemos su colaboración.

## I.- COMPENDIO

A través del trabajo conjunto y continuo durante tres años en el altiplano de Puno, un equipo profesional UNTA-IICA aplicó la Teoría General de Sistemas al sector agropecuario local.

Este documento reseña el proceso seguido y los resultados obtenidos, en una región con problemas de desarrollo socioeconómico ligados al aislamiento geográfico, a las condiciones naturales extremas, a limitantes de comercialización y precios, a la baja relación entre el suelo productivo y la población, a inadecuada organización de la producción y a insuficiente apoyo político, financiero e institucional.

El empleo de la TGS permite cumplir con su postulado principal, definido por Bertalanffy como "una disciplina de totalidades". Al percibir al altiplano, a las comunidades campesinas y la unidad agropecuaria como totalidades, se facilita la percepción de interrelaciones e interdependencia entre sus componentes.

El análisis agroeconómico permite cuantificar los sistemas, de acuerdo con la información disponible, como un primer paso para su evaluación integral y no solamente financiera.

A su vez, los principios agroeconómicos se concretan administrativamente en las unidades agropecuarias, para cuyo análisis se proponen modelos adecuados, según criterios climáticos, microeconómicos y de gestión ejecutiva.

La formulación de modelos, simples pero completos, resalta otra ventaja de esta metodología, al hacer visibles los vacíos de información, hecho que dificulta toda investigación operativa en términos cualitativos y cuantitativos, así como evaluables económicamente.

El proceso seguido del desarrollo con criterio humano, es decir, como producto del aprendizaje, y no como una acción mecánica consistente en aplicar fórmulas de cálculo.

El equipo UNTA-IICA entiende haber alcanzado, durante este proceso,

la meta que se había propuesto en sus comienzos. A partir de ahora corresponde continuar actividades concretas que llenen vacíos, ordenen programas y resuelvan problemas reales y evaluables en términos agronómicos, económicos y sociales.

La ejecución de estas tareas es una estrategia aceptable para el fortalecimiento institucional y la capacitación ejecutiva de los profesionales participantes.

## II.- INTRODUCCION

A mediados de 1981, por interés mútuo de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano (UNTA) y la Oficina en el Perú del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), se resolvió investigar la problemática del área rural haciendo énfasis en las Comunidades Campesinas, porque se trata de la población agropecuaria más pobre y numerosa, representando más del 70 % de las familias rurales.

A partir de las referencias, tanto de Figueroa (25) quien analiza los componentes del ingreso de los campesinos de la sierra sur, como Ccama (10 y 11) quien hace ver las causas que afectan a la distribución de cultivos y elección de crianzas ganaderas, se consideró necesario profundizar estudios a nivel de familia campesina, por ser ésta la unidad principal de producción y constituir el centro decisivo ejecutor de la comunidad y del agrosistema.

El objetivo del trabajo fue partir del análisis de la realidad en que vive el productor y proponer el desarrollo basado en esta situación, conociendo las aspiraciones de la familia campesina, y utilizando la teoría de sistemas (6), como una metodología que facilita el logro de soluciones.

El proceso de investigación se inició con encuestas puntuales y posteriormente se orientó a encuestas de seguimiento durante un período agrícola. Los resultados se exponen en trabajos publicados y citados en este texto, así como otros redactados para este documento.

El propósito de esta publicación es ofrecer un avance de las principales conclusiones y experiencias, de manera tal que se perciba el proceso de investigación en sistemas agroeconómicos a través de tres años de actividades, orientadas hacia un mismo objetivo: el desarrollo agropecuario del altiplano peruano.

### III.- METODOLOGIA

#### A. AGROECONOMICA

A través del trabajo en el IICA, se ha observado el paso de situaciones relativamente estáticas a dinámicas. La extensión agrícola ha venido incorporando metodologías socio-dinámicas, la planificación se ha transformado en planificación-ejecución, el desarrollo ha sido definido no como un estado a ser alcanzado sino como un proceso permanente y continuo.

Dentro de este marco, las actividades agronómicas habituales pueden ser ubicadas utilizando el trabajo en sistemas promovido por el IICA. De esta manera, se pudieron revalorar las experiencias en economía agrícola, por ejemplo, los diagnósticos de situación, los estudios de administración rural, los peritajes para la valoración y tasación de campos, etc.

En algunos casos, por ejemplo en los diagnósticos, debieron observarse los procesos históricos e intentar comprender las relaciones causa-efecto que los motivaron. En otros casos, por ejemplo en la formulación de unidades agropecuarias tipo y en sus tasaciones, la comparación entre unidades agropecuarias favoreció la percepción de la realidad. La formulación de proyectos de colonización, orientó al profesional hacia el pensamiento constructivo y creativo, que se traducía en modelos dinámicos de crecimiento empresarial. En consecuencia, al trabajar en sistemas se adquiere una visión histórica, de comparación con el presente y con proyecciones hacia el futuro.

La experiencia en economía agrícola ha sido, también, importante para percibir totalidades, al comprender los estudios de circuitos económicos y financieros.

De igual manera, los estudios realizados por profesionales peruanos en Colombia, Estados Unidos de Norteamérica y México, con especial énfasis en sistemas, técnicas estadísticas, proyectos agrícolas y planes de desarrollo agropecuario han sido fundamentales para llevar a cabo

estas tareas. Además los técnicos peruanos tienen el indispensable conocimiento de la realidad agropecuaria nacional.

La sucesión de experiencias y actividades de Tonina, uno de los autores, se continuó en el IICA, asistiendo a un seminario sobre Sistemas de Producción realizado en Balcarce, Argentina, en 1974 y estudiando los resultados de otro seminario realizado en Montevideo. Durante su cooperación con la Oficina del IICA en Chile, expuso los principios de sistemas aprendidos en Alemania (54) y participó en trabajos de aplicación con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Desde 1980, la Oficina del IICA en Perú estuvo cooperando con las universidades nacionales, Técnica del Altiplano primero y la Agraria de la Selva después. Los trabajos realizados con técnicos de la Universidad Nacional de Puno constituyen el fundamento de esta exposición.

Cuando se constituyó la Oficina de Agroeconomía en el Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA), la Oficina del IICA en Perú prestó su apoyo en tareas de la especialidad, hasta concretar trabajos en Sistemas de Producción (67), al constituirse el Programa Nacional de Agroeconomía.

En consecuencia, al trabajar en sistemas agroeconómicos de producción se lleva a cabo un proceso de "enseñaje" (enseñanza-aprendizaje) que debe, indefectiblemente, concretarse sobre una realidad. En este caso, la realidad está constituida por el altiplano puneño, un equipo de trabajo y un período de acción permanente y continuo.

Es así que la Universidad Nacional Técnica del Altiplano (UNTA), decidió crear el Centro de Desarrollo Rural, institucionalizando así un equipo integrado con un objetivo concreto e infraestructura organizada, de manera tal que se facilita la captación de recursos humanos y financieros.

Esta ha sido la metodología seguida durante tres años de labor de la cooperación de la Oficina del IICA en Perú con la Universidad Nacional Técnica del Altiplano y este documento resume los resultados o

productos correspondientes.

## B. SISTEMICA

La utilización del concepto de sistemas ha venido recibiendo un énfasis inusitado, partiendo de su significado original como orden, aplicándose luego a todo conjunto de elementos o componentes interrelacionados e interdependientes, para llegar a su máxima expresión en la Teoría General de Sistemas (6). Una parte de este documento, intenta reflejar el proceso seguido durante el aprendizaje que tuvo lugar al buscar la conciliación entre las citadas etapas y los múltiples "enfoques".

La experiencia en la Universidad Geor-August de Gotinga, República Federal de Alemania, permitió a Tonina incrementar la percepción totalística enfaticada por Bertalanffy y que fuera aplicada por el profesor Walter Schaeffert-Kehnert en Argentina, durante un seminario sobre administración rural (50).

Las investigaciones en administración rural tuvieron su época de oro entre los años 1955 y 1965, en la que la explotación agropecuaria se considera como una unidad con cierto tamaño o volumen. Dentro de ella se observa la orientación de su producción; la combinación de actividades, tales como cultivos y ganadería; la intensidad de los mismos cultivos y ganadería; la composición de los gastos (relación insumo-insumo); y, las posibilidades de adaptación y crecimiento empresarial. Estas investigaciones de la realidad del productor fueron promovidas, muy especialmente, por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Al realizar un trabajo sobre los sistemas de explotación agropecuaria en Argentina (54), Tonina partió desde un punto de vista macro y no micro como en el caso anterior de administración rural.

Cualquiera que sea el punto de partida para el estudio de sistemas, hay un criterio general para su consideración: el carácter de organismo, que Aeroboe (2) definió para la unidad agropecuaria; si se modifica alguna parte se modifica el todo. Esta percepción de la realidad se presentó en diversas disciplinas y países, originando los enfoques de sistemas en educación,

investigación, economía, biología, etc. Dentro de ellos está una obra de Wieser (72), cuya ventaja reside en conectar los organismos con las computadoras. Estos distintos enfoques motivaron a Ludwig von Bertalanffy a unificar experiencias y principios de una teoría general de sistemas (6), con una concepción orgánica que hiciera hincapié en la consideración del organismo como un todo y en el descubrimiento de los principios de organización a sus diversos niveles.

El concepto de sistemas como disciplina de totalidades, es decir, con el criterio de Bertalanffy se ha venido incorporando al IICA en seminarios y publicaciones, promoviéndose por PROPLAN como enfoque sistémico en administración, utilizando para ello una publicación de Carlos Germán Paniagua (41).

Durante este proceso de investigación, el equipo interdisciplinario e interinstitucional conformado por los autores de este trabajo, prestó preferente atención a la utilización a la Teoría General de Sistemas (TGS) en el campo agropecuario, debido a las conocidas dificultades de otras metodologías para aportar soluciones a los problemas del Collao.

Además de la TGS, se reconoció la importancia de los riesgos, tanto climáticos (de producción), como de comercialización y precios atendiendo a las enseñanzas de Carlo O. Heady en su clásica obra sobre economía de la producción y uso de los recursos.

Finalmente, se tuvieron en cuenta aspectos culturales relacionados con las poblaciones Aymara y Quechua, junto con aspectos sociales que se manifiestan en una elevada presión por la superficie agropecuaria y en la consiguiente generación de minifundios. Esta situación general se complica administrativamente por la coexistencia "no precisamente pacífica" de las denominadas "empresas" y de la organización básica del Ayllu.

Esta misma situación condujo a integrar el equipo multidisciplinario e interinstitucional, el que recién se ha conformado oficialmente en agosto de 1984. Mientras tanto se vivieron períodos de ampliación y de reducción del equipo básico, cuyas causas merecerían un análisis especial para acelerar proyectos futuros que requieran integración de equipos interdisciplinarios unificados en función del objetivo común.

Durante estos tres años, el equipo básico utilizó la estrategia de investigación-acción, buscando generar un ejemplo de trabajo ordenado y operativo, que fuera aportando soluciones y no enunciando problemas.

Esta metodología de trabajo puede denominarse de aproximaciones sucesivas, tanto a la realidad como a la formulación de teorías, modelos e hipótesis de trabajo. Además, se adecuaba al trabajo discontinuo, único posible entre participantes con otros compromisos contractuales, distanciados geográficamente y con dificultades financieras. Una ventaja adicional se derivó del hecho que cada nueva reunión había permitido reflexionar sobre lo anterior y tratar temas y técnicas que profundizaban en dirección al sistema agropecuario.

Al comenzar el trabajo hubo coincidencia en promover la participación máxima posible de los campesinos. A tal efecto, los encuestadores fueron seleccionados entre los mismos pobladores, haciendo así más confiable a los datos de base. Al mismo tiempo, la Universidad Nacional del Altiplano llevaba asesoramiento técnico y ofrecía servicios de consultoría, así como algunos insumos a bajo costo, ganando así la confianza de los productores.

En realidad, continuando con esta estrategia, se había planeado una encuesta periódica para el ciclo 1982/83, la que no pudo concretarse por razones climáticas. A través de estas encuestas se pensaba lograr la mayor participación del productor en la obtención de datos confiables, en la crítica constructiva del modelo y en la validación de las soluciones propuestas.

Este trabajo por etapas permitió percibir la realidad tal como es, siempre cambiante y constantemente dinámica, hecho que lleva a darse

cuenta de las dificultades de formular un modelo completo y perfecto aquí y ahora. De allí que el equipo profesional es totalmente consciente que está comprometido en un proceso evolutivo con sentido positivo, constructivo y creativo que debe seguir.

#### IV.- RESULTADOS PUBLICADOS O EXPUESTOS

A través de tres años de labor, se han logrado una serie de resultados que fueron publicados o presentados en exposiciones y reuniones.

Estas actividades permitieron a los autores asimilar experiencias, aumentar conocimientos metodológicos y teóricos, publicar documentos, participar activamente en reuniones y, especialmente, integrar al propio equipo.

Como consecuencia de estos hechos, se ordenó y completó información agropecuaria sobre el departamento de Puno, de manera tal que pudiera servir como ejemplo para el análisis de sistemas en la región de la sierra del Perú. Estos trabajos se resumen a continuación.

Como la realidad agrícola es multifacética, la comprensión de los fenómenos de localización se inició a partir del modelo del estado aislado, que originara Von Thünen (citado por Abel, 1) y desde allí varios autores se ocuparon en buscar metodologías que permitieron sistematizar esa diversidad observada. En Alemania Federal, Woermann (73) y Bush (7) se ocuparon muy especialmente de este tema y sus criterios fueron resumidos por Tonina (54), aplicándolos al caso argentino.

El énfasis ecológico y económico, que suelen tener las metodologías de tipificación de unidades agropecuarias, adquiere mayor dimensión cuando se consideran aspectos sociales (20 y 67) y políticos (1 y 65). Esta consideración política es importante en todo proceso de desarrollo concertado, observado y orientado.

##### A. PRODUCTIVIDAD DE CEBADA EN COMUNIDADES CAMPESINAS DE PUNO

En junio de 1981 se realizaron 64 encuestas aleatorias en 4 comunidades para determinar los niveles de productividad de los principales cultivos de la familia campesina, consistentes en papa, cebada, quinua, avena y otros (56).

El análisis predial permitió determinar tres tipos de unidades agropecuarias: de ellas, el 53 % combinan agricultura con ganadería, 25 %

son fundamentalmente agrícolas y el 22% tienen vocación ganadera (16)

El suelo agrícola fue asignado por los productores, a los siguientes cultivos durante este año.

Papa	31 %
Cebada y avena forrajera	25 %
Cebada y grano	21 %
Quinoa	16 %
Otros	7 %

El 70% de los casos que cultivaban cebada, obtuvieron un rendimiento promedio centrado en 884 kg/ha y que oscila entre 475 y 1293 kg/ha, mostrada una fuerte dispersión estadística.

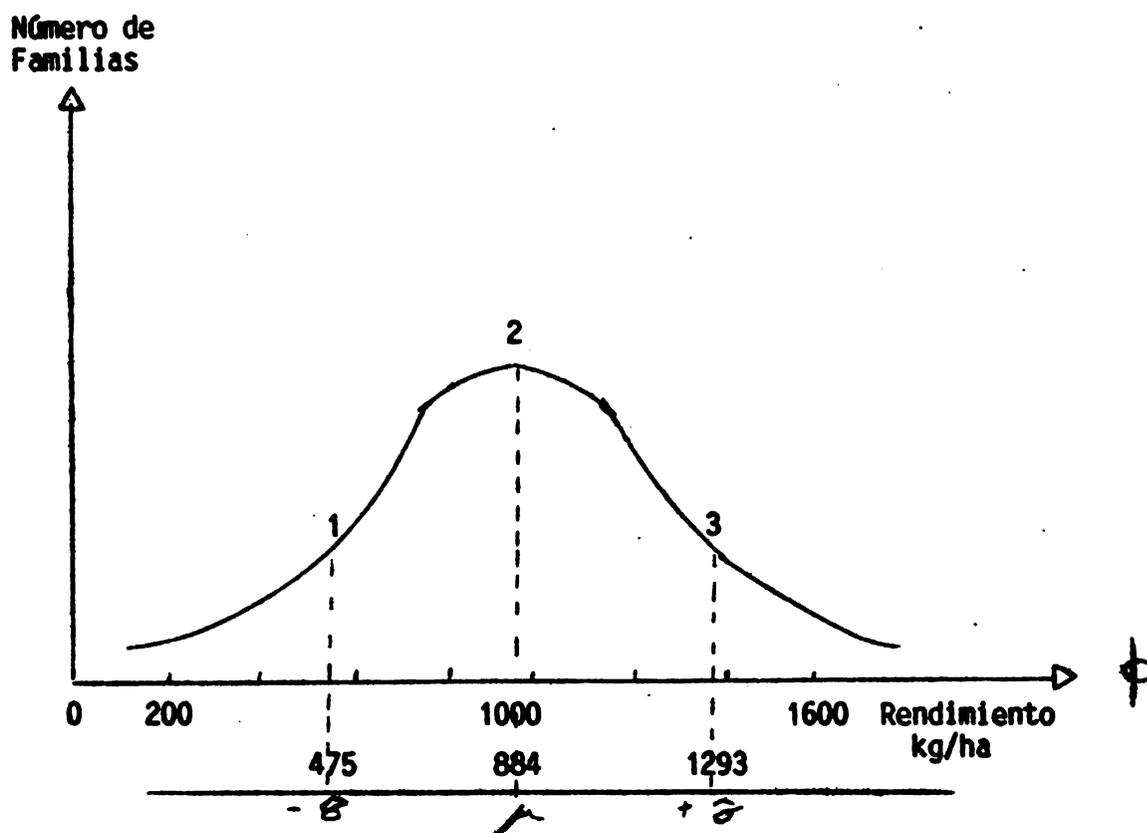


Figura 1.- Frecuencia de Rendimientos de Cebada

A los efectos de verificar relaciones entre componentes o relaciones insumo-producto, se utilizó la información disponible, algunos de cuyos resultados son los siguientes.

La correlación negativa encontrada entre el aumento de superficie y el rendimiento, llamó la atención al referirse a unidades de pequeña superficie cultivada, con menos de 1.5 hectáreas por caso. Ello indicaría que la mano de obra familiar llega a ser un factor limitante, hecho difícilmente explicable en este tipo de finca.

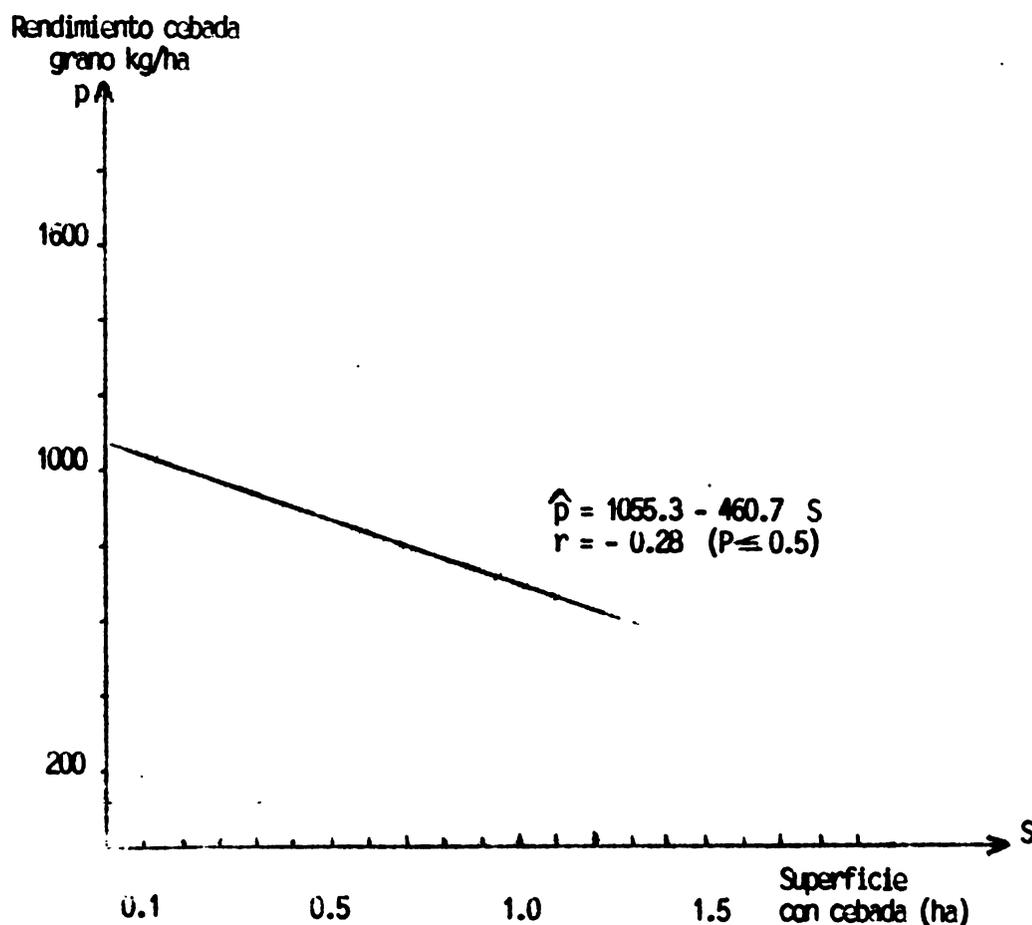


Figura 2.- Rendimiento en Función de la Superficie cultivada con cebada.

Cuanto mayor es el número de parcelas dedicadas al cultivo, se comprobó un aumento del rendimiento por superficie. Hecho que se explicaría por la disminución de riesgos por factores agroclimáticos, al estar las parcelas especialmente dispersas.

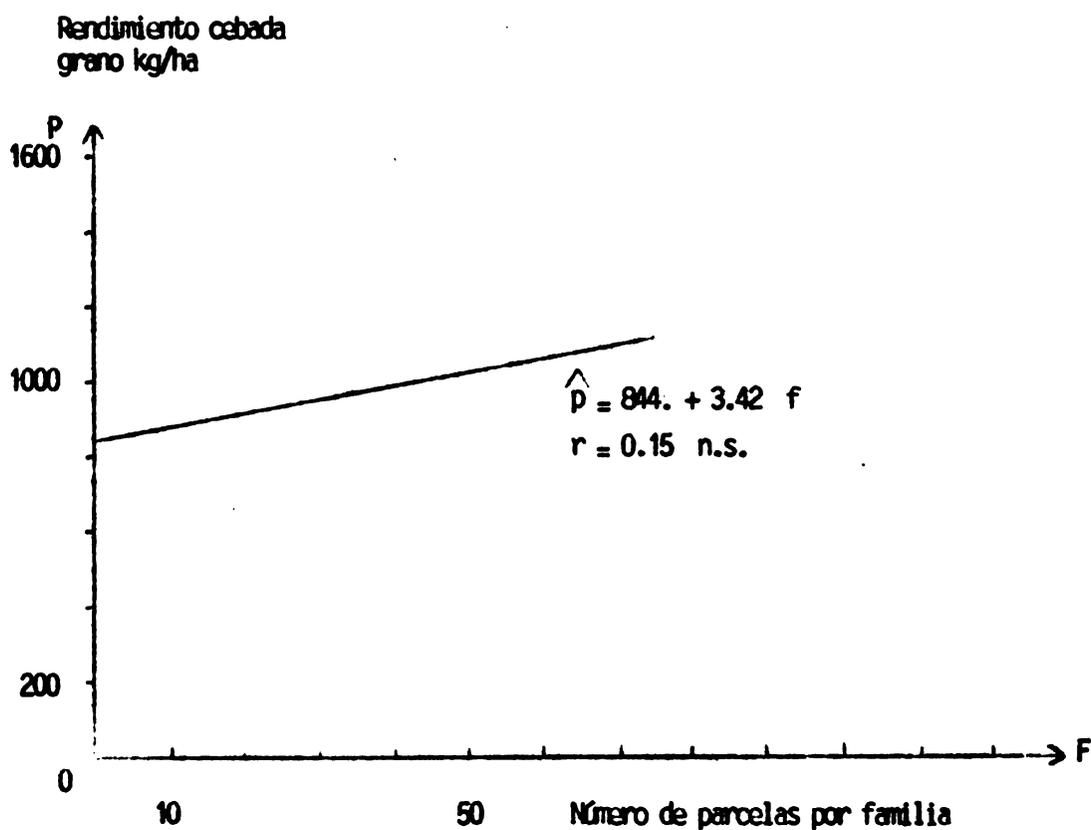


Figura 3.- Rendimiento de Cebada en Función del número de parcelas.

Al carecer de una clasificación operativa de los suelos y de su relación con los fenómenos climáticos adversos (heladas, sequías, inundaciones y otros), se optó por analizar los 10 mejores rendimientos de cebada y los 12 peores, comparándolos con los rendimientos de papa y carga animal de las mismas unidades productivas.

Se partió del supuesto que estos datos eran indicadores de la calidad de suelos. El valor de las diferencias observadas ratifica la hipótesis.

Cuadro 1.- Rendimiento de Cebada Comparado con otros Indicadores de Calidad del Suelo.

CASOS	CEBADA	%	PAPA	%	CARGA ANIMAL	%
10 Mejores	1 439	315	4 422	207	25.74	126
12 Peores	454	100	2 140	100	20.40	100

Se comprobó que los rendimientos de cebada aumentan en aquellos casos en que esta especie seguía al cultivo de la papa, debido posiblemente al efecto residual.

El análisis del uso del suelo permitió definir el arreglo espacial y cronológico siguiente:

1er. año	Papa	100%
2do. año	Cebada Grano	50%
	Quinoa	50%
3er. año	Cebada forrajera	100%
4to. año	Descanso	
	(barbecho negro)	100%

Además, los datos de alimentación de la familia campesina, recogidos mediante la encuesta, muestran la siguiente proporción entre componentes de su dieta básica durante el mes en que se realizó la encuesta:

Papa	1	kg
Cebada	0.64	kg
Quinoa	0.54	kg

En este caso, el estudio de la producción de cebada permitió penetrar en el régimen alimenticio de la familia y ver sus principales componentes, es decir fue la puerta de entrada al sistema.

La importancia de la cebada en Puno ha determinado una serie de investigaciones tendientes a elevar sus rendimientos, motivando investigaciones clásicas en microeconomía, como la de Chaquilla (13) y la de Callohuanca (14). Ellas demuestran la posibilidad de triplicar los rendimientos actuales promedio, de 700 kg/ha, mediante la fertilización, dependiendo-siempre- de las condiciones favorables o desfavorables del clima. De allí que los mismos autores presentarán un análisis económico del efecto del granizo (15).

Se cumple así el propósito de iniciar la percepción de agrosistemas reales y cuantificarlos hasta cierto nivel de resolución posible, de acuerdo con la información disponible y el objetivo del estudio.

Las principales recomendaciones que surgieron de esta investigación mediante el trabajo en sistemas, se exponen a continuación.

- Estudiar los componentes del sistema de producción en comunidades campesinas.
- Investigar la identificación de tipos de unidades familia-predio.
- Reconocer la existencia de rotaciones o arreglo espacial y temporal, así como las relaciones entre los fertilizantes aplicados a la papa y los cultivos que le siguen.
- Recomendar el mantenimiento y estudio estadístico de la técnica del productor, consistente en mantener parcelas especialmente dispersas, como una manera de controlar riesgos climáticos.
- Percibir la unidad familia-predio como una totalidad integrada por el complejo suelo-clima, los cultivos, el ganado, las herramientas y la familia como consumidora, directora y ejecutora de la unidad de producción.

**B. MODELO DEL SISTEMA AGROECONOMICO FAMILIA-PREDIO EN COMUNIDADES CAMPESINAS DEL ALTIPLANO PERUANO**

Los datos recogidos en 66 encuestas realizadas a familias productoras, las que formaban parte de cuatro comunidades campesinas, permitieron la identificación, descripción y cuantificación a un primer nivel de resolución de las unidades agropecuarias menores y finales del agro alto-plánico (16).

La información básica que caracteriza dicha unidad agropecuaria se ha resumido en el Cuadro 2. Se observan en este cuadro sus principales componentes:

- La familia, integrada por 5 personas
- El complejo suelo - clima, con 4.2 ha
- El capital ganadero, con 4.4 vacunos y 18 ovinos y
- El capital en herramientas, que se detalla en el original.

Cuadro 2.- Estructura de la Unidad Familia-Predio en Comunidades Campesinas.

Referencias	Familia		Superficie Agropecuaria					Población		Herramientas		
	Nº de Personas	Fuerza Laboral Nº	Total	De ella con (%)			Ganadera Nº					
Casos	Total	Adulta	Cultivos	Pastos	Descanso	Vacunos	Ovinos	Burros				
Total	66	333	280	195	276	43	41	16	291	1 168	119	--
Promedio por caso	5	4.2	2.9	4.2	43	41	16	4.4	18	1.8		Ver detalle en: Sutuca Urinsaya

No se pudo cuantificar, mediante encuestas puntuales, el capital financiero operativo anual. Además el cuadro permite evaluar la importancia relativa de las actividades agrícolas y pecuarias, las que son casi de igual magnitud, si se considera que utilizaban 43 y el 41%, respectivamente del suelo. Esta información define a la unidad como agrícola y pecuaria, en un sistema integrado y de relaciones complementarias..

Al recoger la información correspondiente a insumos, llamó la atención el bajo nivel utilizado, de manera tal que la unidad agropecuaria podría definirse como de explotación-extracción y no de transformación. Es decir, no se cumple un ciclo económico de compra de insumos que se transforman en productos comerciales al ser procesados dentro de la unidad agropecuaria.

La figura 4 refleja esta condición básica, al mismo tiempo que define y cuantifica, con las restricciones de datos disponibles, los productos procedentes del proceso productivo (\*).

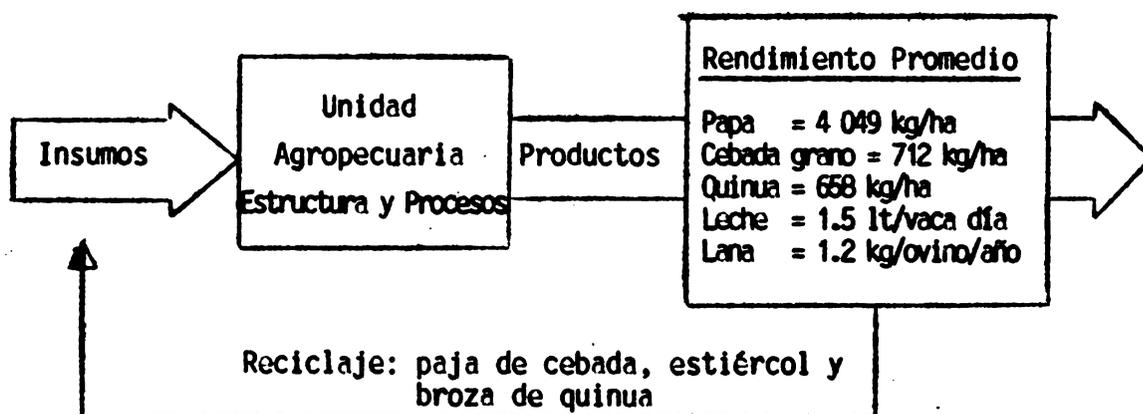


Figura 4.- Sistema de Explotación Agropecuaria y Productos Obtenidos.

(\*) Nota: Las diferencias de rendimientos que puedan observarse entre documentos se debe al tamaño de la muestra y a verificaciones de datos.

Se encontró una relación muy significativa entre el componente mano de obra utilizado y los productos obtenidos, tal como muestra la Figura 5.

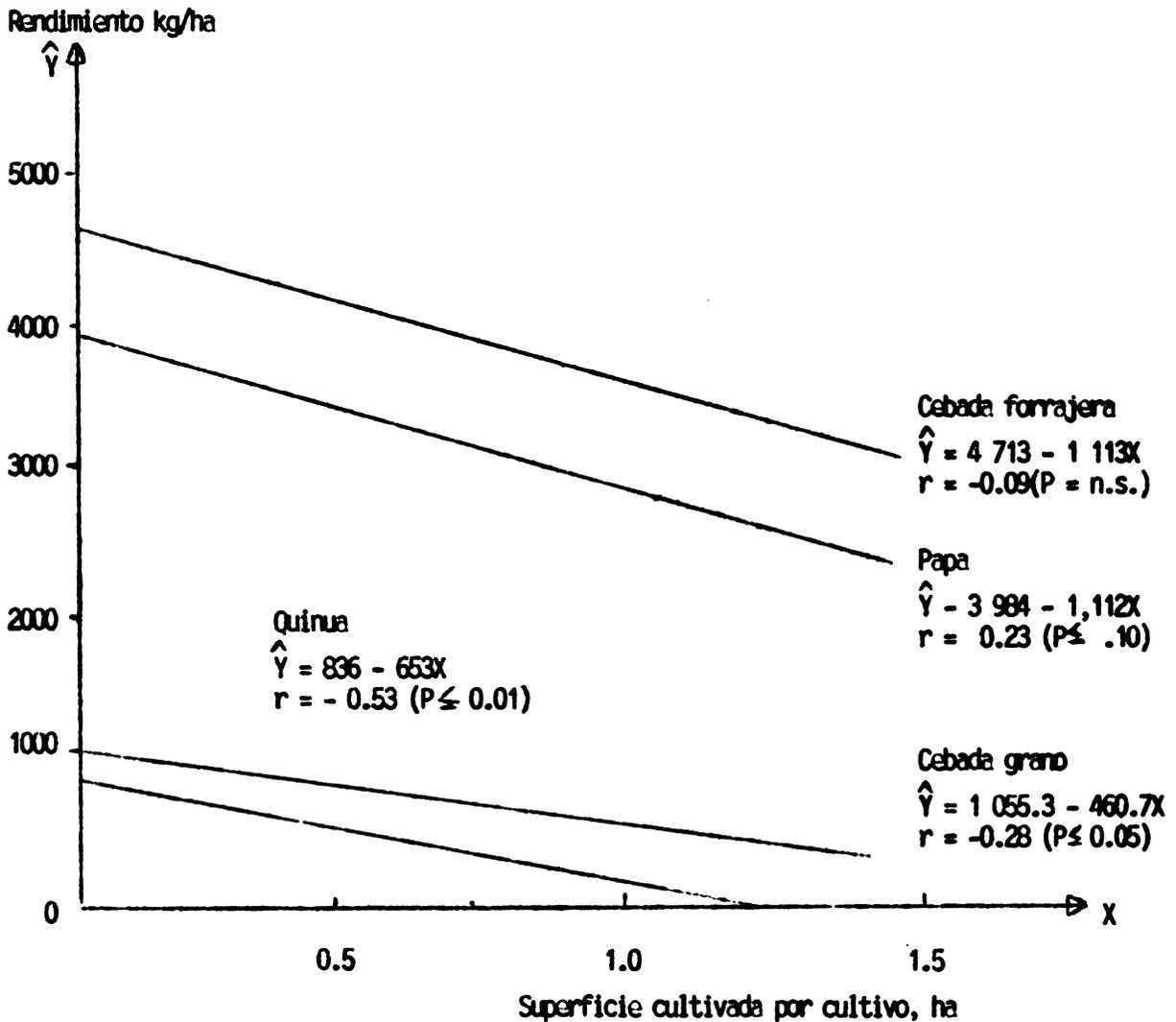


Figura 5.- Rendimientos en Función de Superficie Cultivada por Familia.

Las condiciones generales del altiplano son de alta densidad de población por superficie agropecuaria, la que alcanza a 4 habitantes por hectárea, es decir, 0.25 ha/hab. Esta información hacía suponer que la mano de obra no sería un recurso escaso para la producción agropecuaria, sin embargo, los datos recogidos permitieron hacer evidente la correlación que

se muestra en la figura 5. Esta relación también fue encontrada en parcelas agropecuarias del callejón de Huaylas (59). Al encontrar esta aparente anomalía", se formuló la siguiente hipótesis: la necesidad de tener ingresos en efectivo determina que el productor descuide la atención de su propia unidad, ya que utiliza sólo el 25% de la fuerza laboral adulta con su plan actual de actividades. Al mismo tiempo esta observación dio origen a la siguiente pregunta, ¿puede convenir económica y financieramente al productor el volver a asignar su capacidad de trabajo a su propia parcela? La respuesta positiva parecería obvia, si se tiene en cuenta que el objetivo de esta unidad familia-predio es el autoabastecimiento alimenticio.

Como una primera información para el análisis correspondiente, se cuantificaron los insumos promedios de mano de obra para cada cultivo, tal como refleja el Cuadro 3, incluyendo índices de productividad.

Cuadro 3.- Productividad de la mano de obra por cultivos.

Especie	Días-hombre por hectárea	Productividad	
		kg/ha	kg/día hombre
Papa	129	4.049	31
Quinoa	60	658	11
Cebada grano	51	712	17
Cebada forraje	41	3.698	90

El reconocimiento de la unidad familia-predio permitió percibir a un primer nivel de aproximación, las relaciones económicas de producción siguientes:

- Relación producto/producto, entre los componentes agrícola y pecuario, mostrando su complementariedad mediante forraje y estiércol. La relación producto/producto tiene varios niveles de análisis posible:

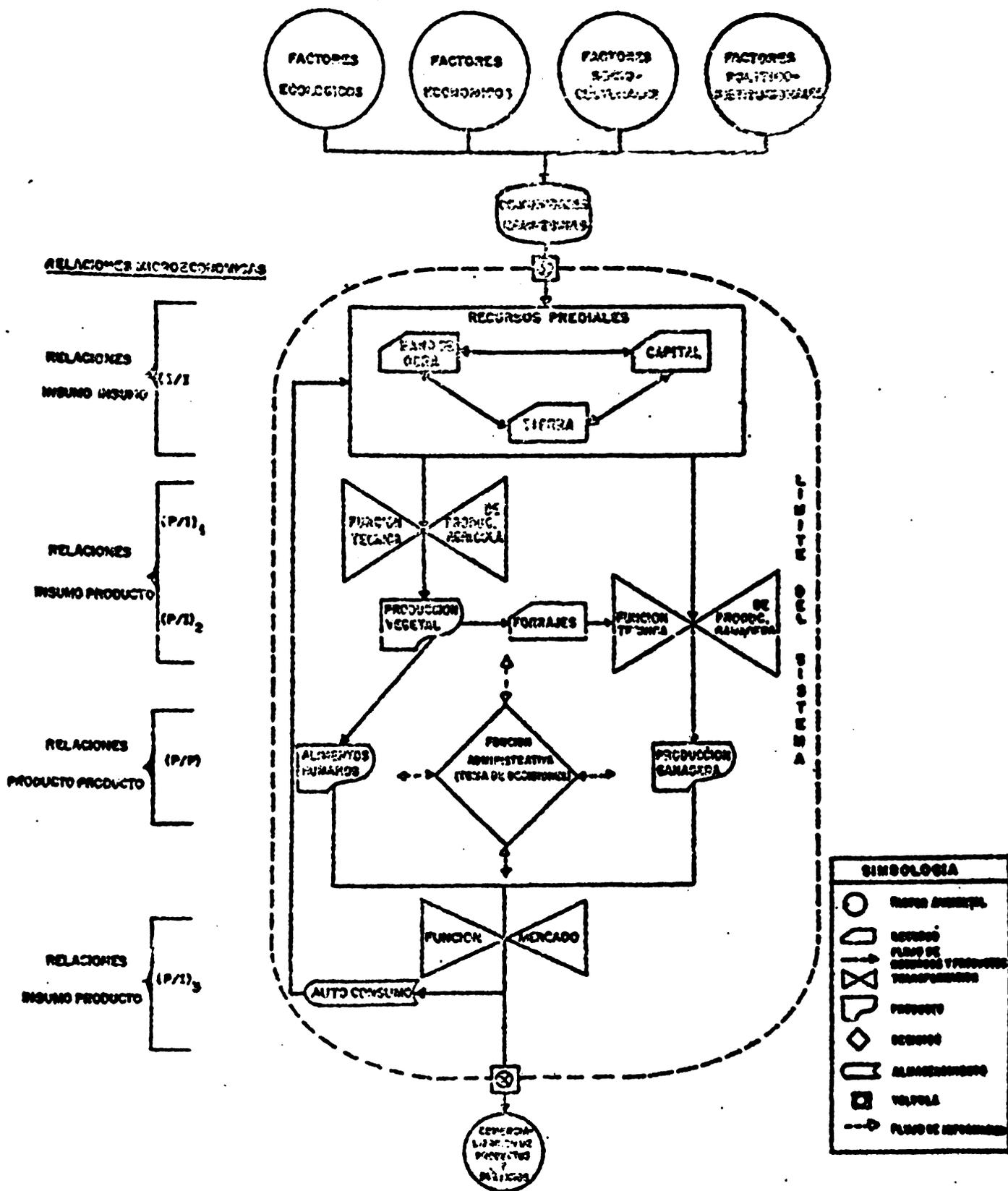


Figura 6. .MODELO AGROECONÓMICO DE SISTEMA FAMILIA-PREDIO

- . agrícola versus pecuario;
- . especies agrícolas o cultivos entre sí;
- . especies ganaderas entre sí;
- . producto de cada especie, por ejemplo: maíz para la chala, para choclo o para grano;
- . productos ganaderos, por ejemplo: vacunos para carne o para leche.

El análisis de la relación producto/producto condujo a proponer investigaciones sobre la productividad ganadera en Puno, comparando las especies más importantes actualmente: alpacas, vacunos y ovinos. Este trabajo no pudo concretarse por razones presupuestarias, pero facilitó el intercambio de experiencias, siempre en busca de mayor productividad como las propuestas sobre el plan de saca en alpacas presentadas por el colega Romeo Paca (46) y características de la producción en vicuñas por Víctor Bustinza (8 y 9).

- Relación insumo/producto, tanto con el ambiente al utilizar fertilizantes, pesticidas, totora y llacho como dentro del propio sistema, donde el estiércol pasa a ser insumo del componente agrícola. La relación insumo/producto expresa el nivel de productividad y se traduce en los conjuntos o paquetes tecnológicos tendientes al aumento de los rendimientos e ingresos netos. La importancia de la totora en la alimentación del ganado fue destacada por C. Rivera (45).

- Relación insumo/insumo, que generalmente es presentada en términos de tractorización versus tracción animal, resultando la relación menos significativa en este caso, tanto por razones topográficas, como por abundancia de población laboral. También, se plantea en términos de tierra versus trabajo, capital y administración. Otro caso es desyerbado manual o químico.

El trabajo en sistemas condujo a diagramar el modelo de la familia-predio, representado por la Figura 6. Este modelo identifica cuatro conjuntos de factores externos a la unidad agropecuaria, los que por definición influyen sobre el comportamiento de ésta, pero no son influidos por la misma.

Estos conjuntos se identifican comp: ecológico o de los recursos na turales; económico y financiero; socio-cultural; y, político-institucio-  
nal. A los efectos del trabajo en el altiplano, se consideró conveniente  
diferenciar los conjuntos socio-cultural y político-institucional, que  
figuran como un solo grupo de factores en el modelo original (61).

A continuación, el modelo incorpora, a un primer nivel, uno de los  
principios básicos del trabajo de sistemas: la jerarquización (16), en  
cuanto considera a la comunidad campesina como sistema mayor que contiene  
al sistema menor familia-predio, estableciendo niveles.

Dentro de la unidad agropecuaria familia-predio, se han ordenado fun  
cionalmente los componentes que toman parte en el proceso productivo,  
partiendo de los insumos y su característica de intercambiables (dentro  
de ciertos límites), pasando por la clásica función de producción o rela  
ción insumo/producto, hasta llegar a las relaciones competitivas entre  
productos, de manera tal que se finaliza el proceso en la comercialización.

En el centro del modelo se ubica la función de administración, direc  
ción, gestión, manejo o control que ejerce la unidad operativa del sis  
tema. De esta manera se ha percibido como totalidad integrada y organi  
zada a la unidad familia-predio, que constituye la base del sistema de  
producción agropecuaria en las comunidades campesinas del altiplano del  
Perú.

Esta visión totalística condujo a resumir al sistema como una manera  
de percibir y pensar en totalidades ordenadas e integradas bajo control  
(63), diferenciando sistemas cerrados y abiertos (65).

### C. ALIMENTACION Y PRODUCCION DE FAMILIAS CAMPESINAS EN PUNO

Esta investigación partió bajo el supuesto de que el poblador rural de  
los Andes presentaba un estado de desnutrición cuantificable. La infor  
mación básica se obtuvo de una encuesta a 66 familias, referente al con  
sumo realizado durante una semana de julio de 1981.

La primera conclusión a la que se arribó, fue que la familia campesina intentaba asegurar prioritariamente la alimentación familiar para todo el año, mediante el cultivo de su parcela.

También se pudo sacar en claro que el campesino basa su alimentación en la utilización de los cultivos andinos, autoproduciéndolos. Hay un 90% de casos en que están incorporando el consumo de arroz y fideos como sustitutos de la papa (*Solanum tuberosum* sub sp. andigenum) originaria de la región. Existen referencias estadísticas que señalan la venta de productos agropecuarios proteícos (chalona, queso, carne fresca, quinua, cañihua) originados en Puno a sus departamentos vecinos, disminuyendo así la nutrición de su población.

Se ha verificado la correlación positiva entre el nivel de consumo nutritivo proteíco y calórico con el grado de escolaridad, como muestra el Cuadro 4. También existe una correlación directa entre el consumo de alimentos calóricos y proteícos y el número de miembros por familia, pero la correlación es mayor con los alimentos autoproducidos que con los comprados.

Cuadro 4.- Coeficientes de correlación entre calorías y proteínas consumidas con el nivel de escolaridad

	Niveles de Escolaridad	Probabilidad
Calorías producidas	0.44	( $P \leq 0.01$ )
Calorías compradas	0.25	( $P \leq 0.05$ )
Proteínas producidas	0.36	( $P \leq 0.01$ )
Proteínas compradas	0.28	( $P \leq 0.05$ )

Las calorías consumidas sólo cubren entre el 65 y el 79% del nivel mínimo recomendado. A su vez, sólo el 64% de dichas calorías consumidas resultan de lo producido en el predio y sólo el 68% de las proteínas autoproducidas.

En otras palabras, para abastecer el mínimo requerido, la superficie productiva real debiera aumentarse en 40% o los rendimientos elevarse en 40% para asegurar el nivel mínimo de consumo.

Si se relaciona esta información con la expuesta en los trabajos precedentes, se encontrarán sugerencias para mejorar el sistema.

Dado que el productor utiliza sólo el 25% de la capacidad laboral disponible en los cultivos que realiza actualmente y considerando que los rendimientos debieran aumentarse en proporción directa con los insumos de mano de obra, se podría cubrir el déficit de producción registrado dedicando más trabajo a los cultivos.

Sería útil y necesario verificar si el campesino percibe la importancia de una buena alimentación, como base para la propia capacitación de su descendencia. Hecho que repercutirá a nivel nacional, tanto en el índice de población económicamente activa, como en el nivel de escolaridad y educación formal alcanzable, tal como muestra el cuadro 4.

Es evidente que esta información, limitada a una sola semana durante el año tiene que ser mejorada utilizando encuestas de seguimiento, que se habían programado para el período 1983/84 y no pudieron cumplirse por fenómenos climáticos (sequía e inundaciones).

Una primera interpretación de esta unidad familia-predio, donde las decisiones de producción responden a las necesidades del autoabastecimiento, podría inducir a considerarlo un sistema económicamente "cerrado". Sin embargo, el productor vende los productos de origen animal (leche, lana y carne) que son los que mayores oportunidades de transacción financiera le ofrecen. Es más, la leche tiende a venderla como queso y la lana en artículos de artesanía local (mantas, alfombras, etc.), incorporándole el mayor valor agregado que puede.

Esta información del régimen alimenticio del productor permite penetrar con mayores conocimientos en el sistema y formular hipótesis o soluciones más ajustadas a la realidad, aumentando la tasa de adopción correspondiente. Este análisis del nivel alimenticio en familias campesinas, tuvo mucha aceptación para su publicación, apareciendo en diversas revistas (18, 19 y 22).

#### D. EXPOSICIONES EN FOROS Y CONVERSATORIOS

La experiencia adquirida mediante el trabajo en equipo integrado, facilitó la participación de la Oficina del IICA en diversas actividades conexas y relacionadas con la región.

Se presentó una ponencia al I Forum Regional sobre Desarrollo Rural (57), organizado por la Universidad Nacional Técnica del Altiplano, del 31 de marzo al 4 de junio de 1982, enmarcada en conceptos de Política Agraria (1).

La "Propuesta metodológica para el desarrollo rural integral de Puno centrado en el hombre", destacó el enfoque de las necesidades básicas como una estrategia operativa clara y concreta. Se expresó la fuerte presión social que existe respecto al área productiva y el desmejoramiento de la productividad ganadera, debido a la degradación de las pasturas derivadas del sobre pastoreo.

La propuesta metodológica se basa en tres puntos:

- 1.- Constitución de un grupo transformador
- 2.- Creación de un elemento unificador
- 3.- Definición y difusión del objetivo, buscando la participación generalizada.

Con el propósito de facilitar acciones concretas y dirigidas hacia el mismo fin, se propuso la utilización de técnicas de proyección tal como las empleadas en las prospectivas de Kahn y Wiener (35), como ser:

- Primera Proyección: sin cambios
- Segunda Proyección: con tecnología verificada
- Tercera Proyección: con supuestos de tecnología en investigación (probabilística).
- Cuarta Proyección: denominada verosímil, tiene en cuenta las restricciones conocidas, la experiencia histórica y las expectativas de cambio programadas para todo el país.

El tema está encuadrado en la futurología y la prospectiva (26), que otros autores consideran como megotendencias.

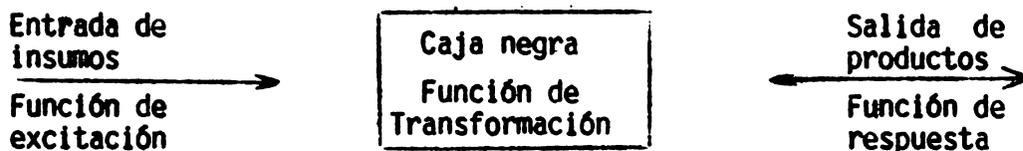
Asimismo, el empleo de técnicas de análisis administrativo, como ser la red causalidad, permite comprobar si un proyecto es solamente puntual o disperso; si puede calificársela como integrado en función del objetivo, aunque no actúe sobre todas las variables; o si finalmente, es integral porque actúa sobre todas las variables relacionadas con el logro del fin propuesto, dentro de un marco de toma de decisiones (31).

La acción eficaz y eficiente estaría garantizada al responder a las motivaciones básicas del individuo enunciadas por Thomas y citado por Tonina (69): seguridad del individuo; necesidad de experiencias nuevas; reconocimiento de su persona por el grupo; y, respuesta positiva a situaciones nuevas.

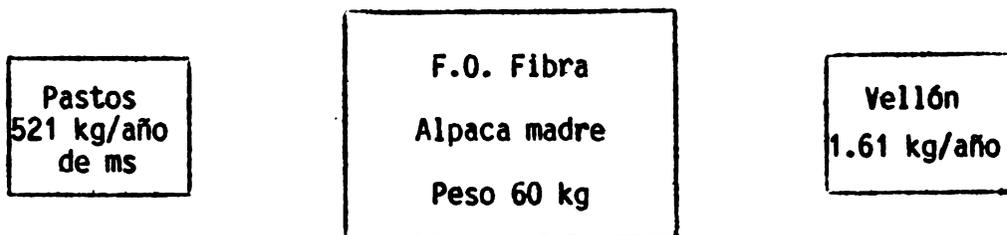
Luego de este foro, se tuvo ocasión de exponer el tema "Evaluación de eficiencia en procesos ganaderos", presentado en el II Conversatorio Multisectorial sobre Desarrollo de Camélidos Sudamericanos, organizado por el INIPA y que tuvo lugar en Lima del 23 de Agosto al 27 del mismo mes de 1982. El documento presenta el enfoque de sistemas en ganadería, orientado hacia la función de respuesta. Se expone un esquema de flujos del estudio de sistemas tomado de Morley (37), acompañándolo con modelos insumo/producto en alpacas, cuantificados conforme la información publicada por el IVITA (32) y que se representa en la figura 7.

Un modelo dinámico permite estimar la situación de partida y la esperada después de asesoramiento técnico durante un cierto tiempo.

A. DIAGRAMA BASICO DE INSUMO/PRODUCTO:



B. MODELO CON UN OBJETIVO EN ALPACA:



C. MODELO CON DOS OBJETIVOS EN ALPACA:

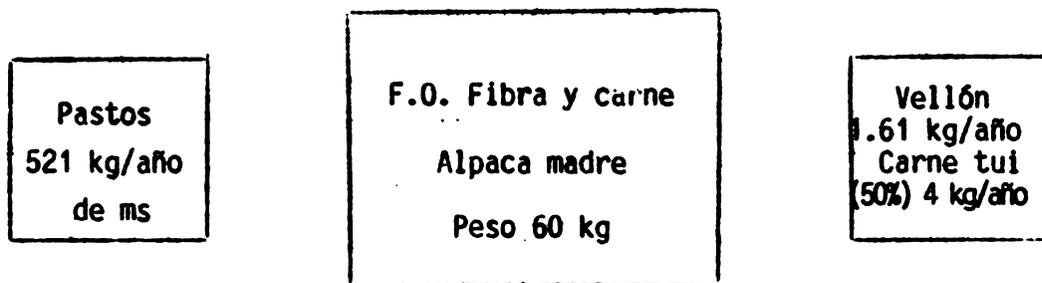


Figura 7.- Modelo Insumo/producto

La consideración simultánea de la función de producción y de la función de costos, tal como muestra la Figura 8, permite conceptualizar dos estrategias económicas para el tratamiento del sistema, relacionando así el enfoque sistémico con el agronómico (60)

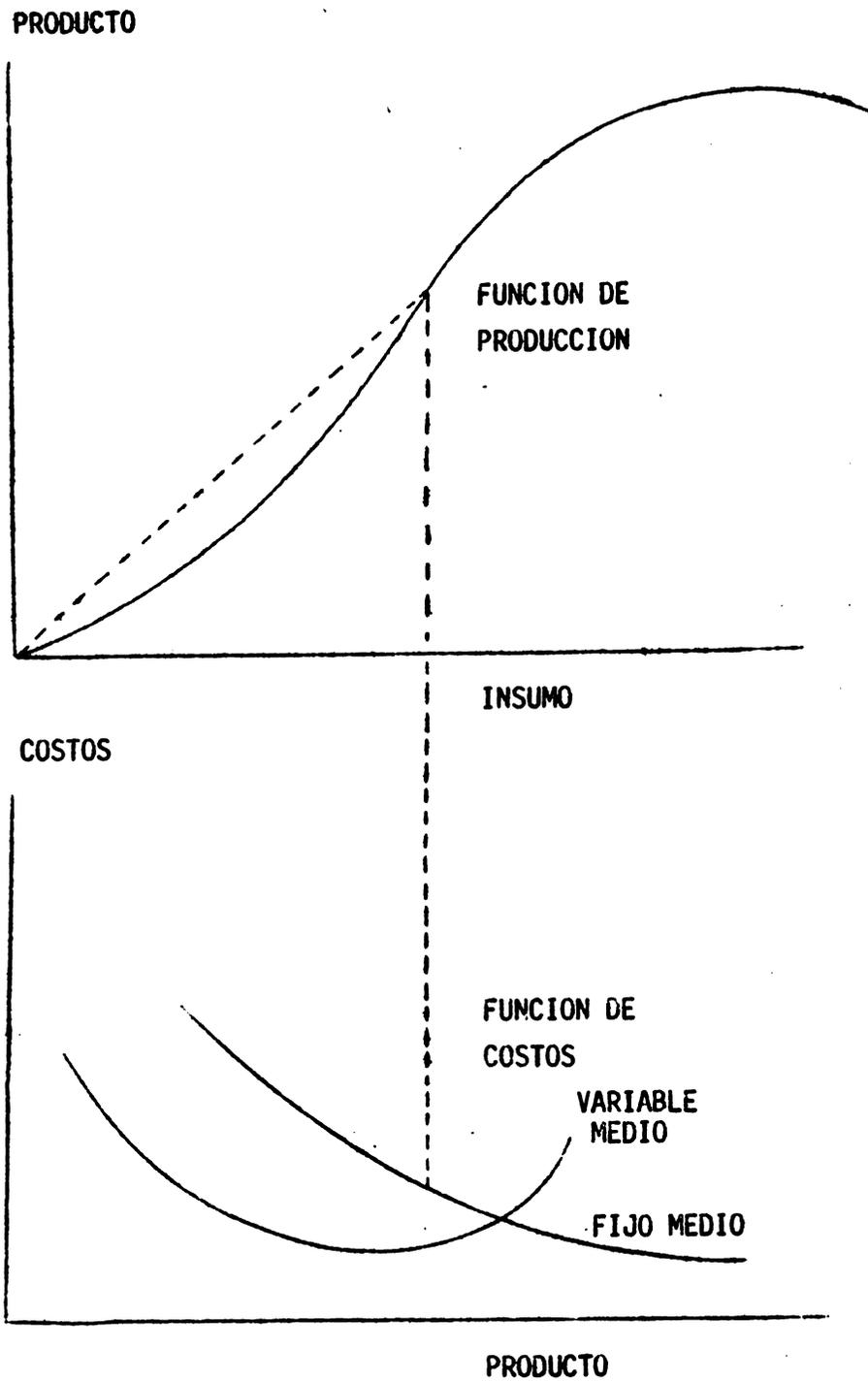
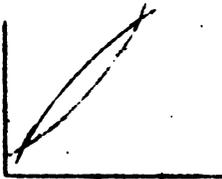
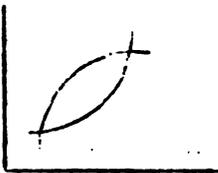


Figura 8.- Relación entre función de producción y función de costos.

Finalmente, en función de la información recogida durante las exposiciones del Conversatorio, se presentó un modelo para el análisis económico comparativo entre ovejas, alpacas y vicuñas, tal como se muestra en el Cuadro 5. Este cuadro permite apreciar que la decisión del productor se basa en una serie de criterios, es decir, en un sistema de información. Es evidente que todos los datos incluidos en el cuadro, sean cuali- o cuantitativos, tienen que ser ratificados o rectificadas por los especialistas, de acuerdo con el ambiente en el que se lleve a cabo la producción.

Sin embargo, los criterios citados y los supuestos especificados sirven como ejemplo para el análisis económico comparativo, conforme el criterio fundamental de la Teoría General de Sistemas (TGS), al mostrar que cada totalidad está relacionada con el todo.

Cuadro 5.- Decisiones Ganaderas en la Sierra Peruana

ESPECIE INDICADOR	OVEJA	ALPACA	VICUÑA
Mercado	Seguro	Inestable	No hay
Precios	Estables en baja	?	Potencial en alza
Ingresos y costos			
Base = kg/ha	1.0	1.6	0.4
Ingreso anual por lana o fibra del rebaño	100%	50%	33%
Manejo del rebaño	Fácil	Intermedio	Difícil

## E. ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA AGROECONOMICO FAMILIA - PREDIO

Las investigaciones realizadas en las cuatro comunidades campesinas denominadas Yanico Rumini, San José de Collana, Corpa Maquera y Ccota, permitieron formular un modelo de desarrollo endógeno.

El objetivo era asegurar el autoabastecimiento alimenticio y nutritivo de la familia productora. A tal efecto se buscó, siguiendo un principio económico, la existencia de un recurso sub-utilizado. De acuerdo con el orden de los cultivos registrados, entre un 15 y un 25% de la superficie de la unidad familiar se dejaba en barbecho negro, es decir, en descanso sin ningún cultivo, para que la fertilidad del suelo se reponga espontáneamente.

De acuerdo con esta información, se pensó en transformar el barbecho negro en verde, cultivando una leguminosa de ciclo corto. A manera de ejemplo, se supuso que el tarwi (Lupinus mutabilis) podría cumplir esa función, que en ciertos microclimas realizan el haba o la arveja.

El tarwi es un cultivo conocido por los productores, es nativo y no requiere capacitación técnica, sino solo incentivos de mercado y precio. Además de aportar nitrógeno, ejerce efecto nematocida, de manera tal que el cultivo de papa que le sigue aumenta sus rendimientos hasta en un 40% (38).

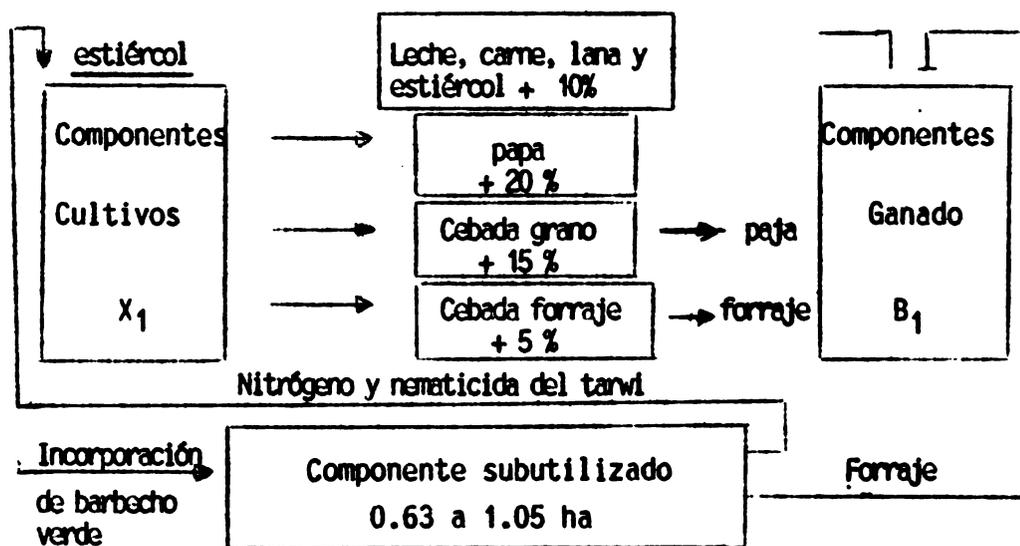
La evaluación económica efectuada dió resultados positivos y su validación está propuesta y aceptada por el Centro de Desarrollo Rural de la UNRA-Puno. Se considera que la inversión financiera es mínima, pues consistiría en prestar semilla con cargo de devolución (fondo rotatorio), para expandir el área a través del tiempo.

La Figura 9 resume el modelo correspondiente simplificado, habiendo sido presentado y propuesto para su difusión en el Seminario sobre Problemática y Desarrollo Agropecuario de la Región de Puno (68), organizada por cooperación entre el Colegio de Ingenieros del Perú (filial Puno), el Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria XV, la Región Agra-

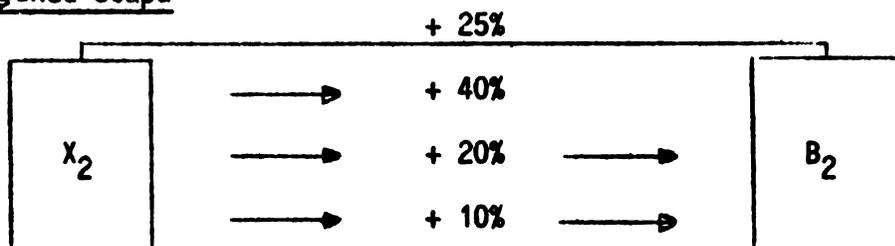
ria XXI del Ministerio de Agricultura y el apoyo y participación del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Este modelo muestra las etapas requeridas para su aplicación.

Una ventaja adicional de esta propuesta metodológica, es que al cultivar una leguminosa de grano se aumenta el consumo protéico por familia campesina. Además, es un producto de consumo directo y beneficio concreto para el campesino, sin que pueda ser captado por intermediarios.

Primera etapa



Segunda etapa



Tercera etapa

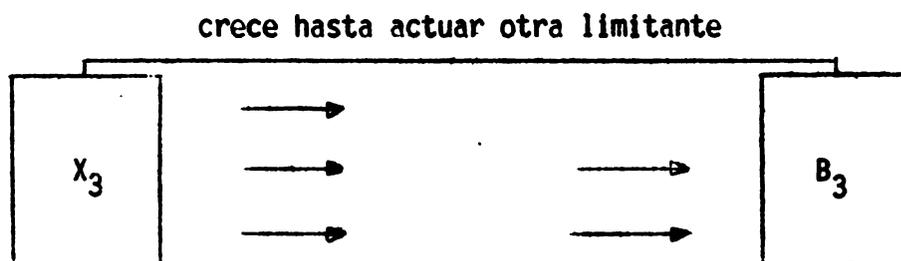


Figura 9.- Modelo de Desarrollo Endógeno de la Unidad Familia-Predio, Dinámico y Simplificado

## F. SEQUIAS, INUNDACIONES Y RIESGOS DE PRODUCCION

A fines de 1982 se incorporó al equipo al Dr. Víctor Otazú Monzón y se constituyó el Centro de Desarrollo Rural de la UNTA.

Al llevarse a cabo el Seminario sobre Problemática Agropecuaria del Departamento de Puno, se presentó un trabajo sobre sequías (68) que introdujo la variable climática al modelo agroeconómico en estudio.

La información pluviométrica correspondiente al período 1932 - 1982 permite distinguir cuatro años de sequía y cuatro de inundaciones. De manera tal que se registra una pérdida de cosecha por sequía o por inundación cada seis años, aproximadamente, tal como refleja la Figura 10.

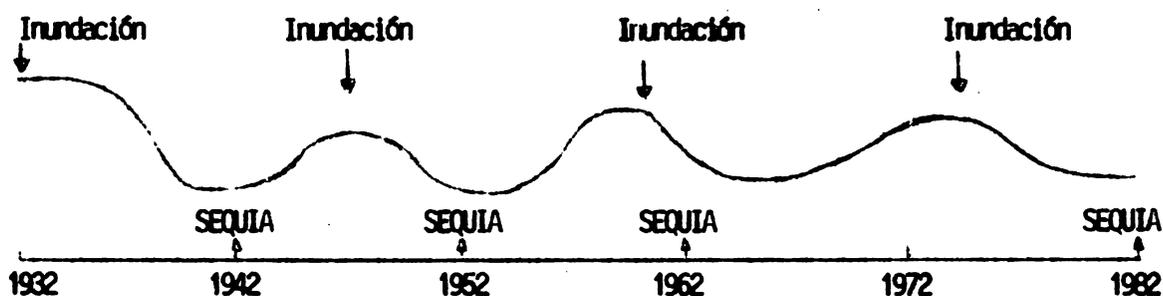


Figura 10.- Alternancia de Períodos de Inundación y Sequía en Puno.  
Fuente: Simplificado de Otazú, Sequías en Puno  
IISSN-0253-4746

La combinación de heladas y precipitaciones restringen la época de cultivos a la comprendida entre los meses de agosto a abril. En agosto comienzan las siembras de leguminosas y tuberosas menores; en setiembre los cereales y quinua; finalizando en octubre con la papa. Las cosechas están relacionadas con las precipitaciones, cuyo promedio anual es de unos 680 mm, de los cuales el 80% ocurren entre diciembre y marzo.

Estas condiciones aleatorias, con irregular distribución mensual, aumentan los riesgos de los cultivos, induciendo a la actividad ganadera como base de la economía agropecuaria de Puno, por ser más segura (ver figura 11).

Casi el 50% de la superficie departamental está cubierta con pastos naturales, totalizando unos 3 300 000 hectáreas. En éstas se mantienen, en promedio plurianual, 4 000 000 de cabezas de ovinos; casi 450 000 vacunos y 1 300 000 alpacunos, significando una carga animal promedio de 3.0 unidades ovino por hectárea, aproximadamente.

Las condiciones climáticas citadas determinan un irregular crecimiento vegetal, de manera tal que el peso vivo de los animales, especialmente vacunos y ovinos, es inferior al que correspondería a su potencial genético. La información disponible (68) establece como índice de peso de la carcasa 124 kg en vacunos y 9 kg en ovinos, con una producción promedio de 1.3 litros de leche por vaca y 3.2 libras de lana por oveja.

La sequía del período 1982/83 permitió registrar un aumento del 66% en la mortandad de vacunos, ovinos y alpacas.

Al analizar los sistemas como totalidades, una de las primeras consecuencias es que aparecen vacíos de información. Tal es el caso de datos seriados tanto de producción agrícola como pecuaria, que permitieran hacer correlaciones con las series de lluvias de la figura 10.

A los objetos de percibir más la influencia de las lluvias en la producción agropecuaria, son importantes los datos citados por Ramírez (44).

El promedio ponderado de precipitación anual en la cuenca del Titicaca es de 680 mm, pero su distribución promedio durante el año es la siguiente:

- 75% de enero a marzo;
- 21% en abril, setiembre, octubre y noviembre;
- 4% de mayo a agosto.

La disponibilidad de agua limita el período de cultivos al trimestre enero-marzo, de manera tal que las tecnologías biológicas deben adaptarse a dichas condiciones, utilizando especies de ciclo corto.

Hasta tanto se disponga de información local y siendo necesario contar con el cronograma de cultivos y crianzas en la región, se incluye en este documento el perfil de estacionalidad agrícola expuesto por Figueroa (25), según el texto que sigue y la Figura 11.

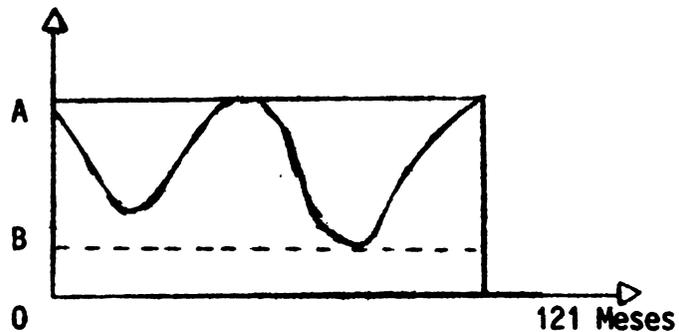


Figura 11.- Estacionalidad Agrícola

"El perfil de la estacionalidad agrícola que se muestra en la Figura 11 corresponde a lo que en términos generales se ha observado en las comunidades estudiadas. En los meses de marzo y abril, cuando finaliza el período de lluvias, se realiza la roturación de las tierras que estuvieron en descanso. Este es particularmente el caso de las tierras de rotación colectiva. La siembra se inicia en los meses de agosto-setiembre, con la llegada de las primeras lluvias, y dura hasta noviembre-diciembre. Realizada la siembra, el calendario que sigue de labores culturales queda prácticamente determinada; éstas se realizan principalmente entre setiembre-enero. Así mismo, el calendario de cosechas queda definido por las fechas de siembra, siendo mayo-junio los meses de mayor actividad para la cosecha. Los meses de baja actividad agrícola son, por lo tanto, julio-setiembre y enero-abril.

Ciertamente, el calendario agrícola mencionado es una simplificación a lo que se observa en cada comunidad".

Dada la inestabilidad climática característica de las lluvias en el altiplano, el calendario de cultivos y crianzas debiera ser flexible, indicando al productor qué hacer cuando no se producen las lluvias en el momento esperado o cuando exceden las requeridas por los cultivos.

En estas condiciones, está programada la formulación de un modelo de producción que incorpore los riesgos climáticos y permita adoptar las previsiones del caso, con objeto de estabilizar la actividad agropecuaria y los ingresos del productor. Pero esta investigación debe formularse como proyecto específico, ya que requiere abundante información confiable y un análisis pormenorizado.

#### G. RIESGOS DE COMERCIALIZACION Y PRECIOS

Al comenzar el trabajo del equipo, se quiso incorporar un tema fundamental para el campesino puneño, es decir, los riesgos de comercialización y de precios (36). Sin embargo no se disponía de series confiables que permitieran su análisis.

El ganado se comercializa en ferias ganaderas o Ccatos, donde las transacciones comerciales se llevan a cabo entre compradores informados y organizados frente a campesinos insuficientemente informados y que actúan individualmente.

No existen instalaciones básicas que favorezcan la competencia y permitan el registro de información útil y necesaria. En pocas palabras no hay mercado organizado a nivel de primera comercialización, que es donde se origina el ingreso del productor.

En consecuencia, al utilizar la Teoría General de Sistemas en el agro puneño surge como importante vacío la información sobre comercialización y precios. La recomendación correspondiente es establecer un procedimiento que permita registrar esta información y obtener series que permitan visualizar ciclos de precios, cuellos de botella en comercialización y períodos de transacción. De esta manera, se podían proponer ajustes en la producción que mejoren el comportamiento del mercado.

Sólo a título de ejemplo, puede decirse que las vacas, cuyo precio normal era de S/.400 000 antes de la segua, debieron venderse a S/.40 000 durante la misma.

Una estrategia para obtener datos seriados puede basarse en los precios registrados en la Feria de Juliaca, aún reconociendo que reflejará valores de animales de exposición. Sin embargo, es evidente que sin información seriada de precios de productos e insumos, tanto ganaderos como agrícolas registrados a nivel del productor, no puede realizarse ninguna programación con sentido económico y financiero.

Sin esta información, especialmente necesaria en las condiciones de riesgo y aún de incertidumbre que rigen en el altiplano, todo estudio de costos es esencialmente puntual y válido para las circunstancias del momento. Este es un aspecto muy importante, porque ninguna decisión dependiente del tiempo que transcurre entre siembra y cosecha puede basarse en datos del momento.

En consecuencia, una propuesta básica es adoptar las medidas que permitan disponer de la información mínima, pero útil y necesaria, sobre comercialización y precios a nivel de la primera transacción, vale decir, donde participe directamente el productor.

#### H. ALTERNATIVAS DE UN MODELO DE PASTOREO CON ALPACAS

Los modelos que incluyen ganadería son más difíciles que los de cultivos, porque combinan períodos de crecimiento vegetal con ciclos de desarrollo animal.

Tapia y Flores (53) presentan una curva de pastizales en Chuquibambilla, relacionada con la producción de ovinos.

Un modelo que relaciona pastos naturales y una sola especie ganadera, resulta el más sencillo de analizar, dentro de los sistemas mixtos agropecuarios.

A manera de ejemplo, se ha dibujado la curva de crecimiento anual supuesto para las pasturas naturales en Puno, relacionándolo con el manejo del alpacuno en esas condiciones.

La Figura 12 representa las alternativas de manejo conjunto pasto-alpaca, que pueden resumirse como sigue.

1. Mantener una carga mínima, de acuerdo con el período más bajo de soportabilidad, asegurando la supervivencia del hato, cualquiera sean las condiciones climáticas adversas (sequías o inundaciones). Esta práctica se basa en los Occonales (Distichia juncooides).
2. Intentar conservar una carga máxima, aprovechando el período de mayor producción de pasturas. Esta decisión podría parecer irreal, visto los riesgos que involucra; sin embargo, la información sobre pastoreo estaría indicando que el productor adopta una actitud de esta clase.
3. Conservar la pastura en pie diferida, reservando parcelas cercadas y que permitan cubrir todo el período de baja producción, situación que debe experimentarse y calcularse económicamente por la construcción de cercos, invasión de roedores y utilización del forraje para alimentar cuyes.
4. Siega y conservación del excedente estacional de pastos bajo forma de heno. Esta práctica ya la hace el productor agropecuario con la paja de cereales y requeriría el ensayo de métodos de corte y conservación de los pastos naturales. Dada la existencia de sequías cíclicas, correspondería investigar el método de conservación adecuado para sobrellevar esos períodos, método que debiera ser llevado por la comunidad.
5. Cambio en la asociación vegetal (pasturas) y en su manejo. Hay experiencias que citan haber quintuplicado la capacidad de carga en alpacas.

En relación con estas prácticas de manejo de pasturas, se pueden identificar las de manejo animal.

1. Adaptación de las pariciones y crianza a la disponibilidad y crecimiento de pasturas, no solo durante las variaciones anuales sino también a través de los ciclos plurianuales.
2. Disminución de la carga animal, al detenerse el crecimiento de las pasturas mediante el traslado de animales a otra área o vendiendo las cabezas de descarte (edad, enfermedad, etc.)
3. Combinación de ambas alternativas anteriores.

Estas propuestas metodológicas deberían ser experimentadas y validadas mediante ensayos de campo, tanto técnicos como económicos.

Las alternativas propuestas, relacionadas con el alpacuno por su importancia natural, también son válidas para ovinos y vacunos.

Esta primera adaptación a las condiciones naturales, es el comienzo de la generación de tecnología adecuada a las condiciones ecológicas, económicas, socio-políticas y político - institucionales del universo en que se trabaja.

La tecnología agropecuaria permite diferenciar dos actitudes básicas en la relación entre el productor y las condiciones naturales.

En primer término se produce una adaptación pasiva, adecuando el manejo del ganado a la disponibilidad forrajera. Este método agronómico está reflejado por la figura 12, elaborada por Tapia y Flores (53, pág. 238).

La segunda actitud del productor es de adaptación activa y esta actitud da lugar a numerosas alternativas tecnológicas adecuadas a cada situación definida de pastos-ganado.

Una vez enunciadas todas las alternativas posibles, se utiliza el cálculo económico (por ejemplo la relación beneficio-costos), para priorizarlas. Finalmente, el análisis administrativo o de manejo, con relación al proceso actual de gestión de la unidad agropecuaria, permitirá elegir aquella alternativa que sea aplicable efectivamente.

De lo expuesto, se deduce la necesidad de ordenar la información disponible sobre el binomio forrajes y ganado, para cada zona diferenciada haciendo explícitos los siguientes puntos:

Alternativas agropecuarias;

Evaluación y priorización de las alternativas;

Compatibilización de las tecnologías con el manejo actual de la unidad.

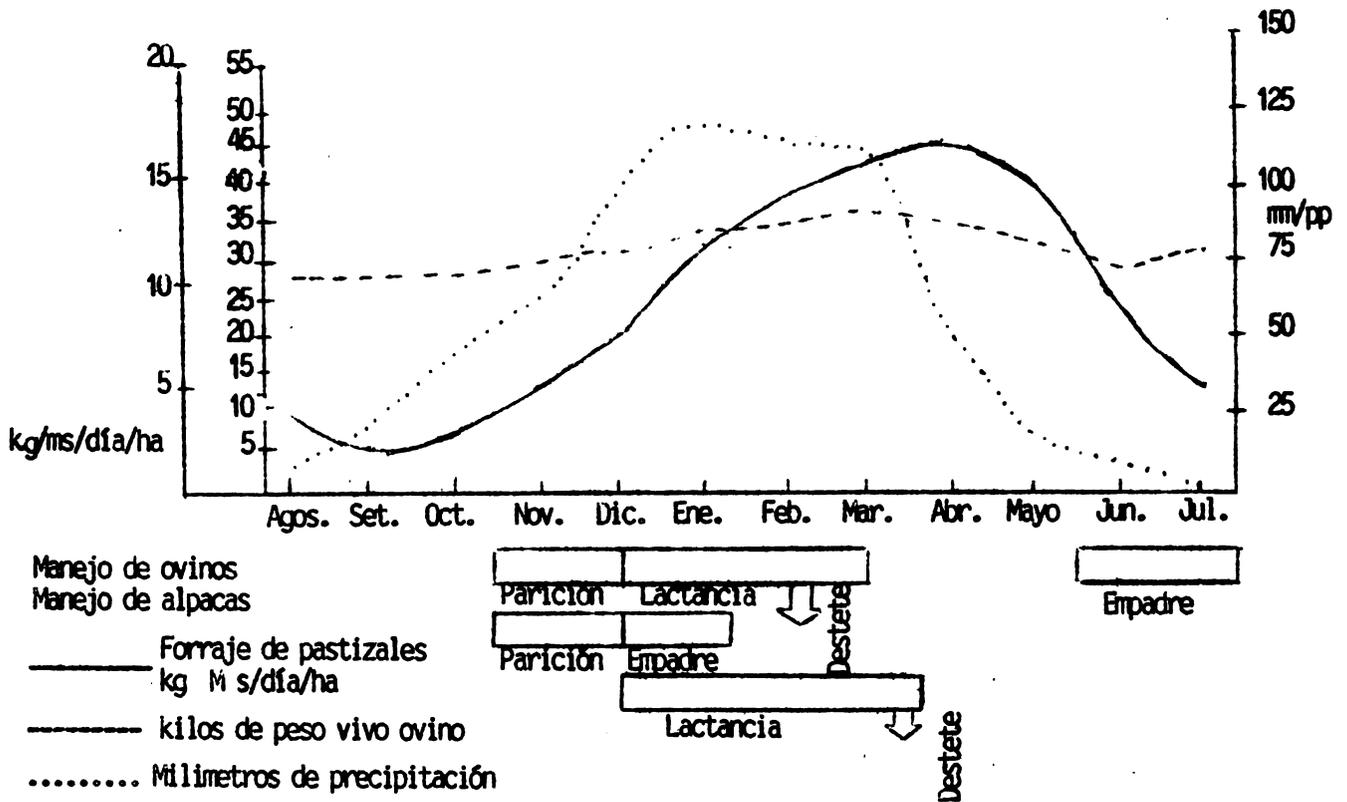


Figura 12. Forraje de los Pastizales, Precipitación, Cambio del Peso Vivo en Ovinos y Faenas Ganaderas a Través del Año en Chuquibambilla, Puno, 1983.

## I. TECNOLOGIA AUTOCTONA PARA EL DESARROLLO

Las condiciones climáticas han dado lugar a diversas tecnologías utilizadas por las culturas pre-incaicas y que se conocen actualmente como andinas (27). En general, las mismas estaban orientadas a controlar los períodos de sequías e inundaciones, habiendo sido expuestos en el Foro Puno Año 2000.

Aún existen "camellones" o "Waru Waru" que ofrecían pastos o cultivos tanto en épocas de sequías como de inundaciones. Las "qochas" eran lagunas artificiales, como conos invertidos, que facilitan el acceso de las raíces al agua subterránea y pluvial. Los "andenes" son la forma más conocida para asegurar la producción controlando, simultáneamente, la retención del agua de lluvia y la erosión del suelo.

Además, el cultivo de los suelos diversificaba no solamente las especies sino también las variedades reconocidas, de manera tal que la combinación de ellas respondía a los riesgos climáticos.

Algunas de estas tecnologías están descritas en la publicación de Fries "Evolución y tecnología de la agricultura andina" (27), incluyendo algunos indicadores naturales de previsión del clima y las herramientas características de la región. Todo ello merece someterse a validación estadística y análisis económico.

La utilidad del estudio agroeconómico de estas tecnologías, para evaluarlas y adecuarlas a las condiciones actuales de producción, se considera una necesidad inmediata y que merece un proyecto especial de investigación. Algunos trabajos de evaluación económica de andenes ya lo están realizando profesores de la UNTA.

El equipo integrado alrededor de la TGS aplicada al agro de Puno, es de opinión que la importancia de las tecnologías andinas autóctonas está validada por las culturas preincaicas existentes, de manera que corresponde su análisis económico y financiero a largo plazo por razones climáticas. Además, el análisis debe combinarse con el empleo de métodos actuales que faciliten la construcción y manejo de esas tecnologías.

## J. ENFOQUE DE SISTEMAS EN EL CALLEJON DE HUAYLAS

La metodología de sistemas fue aplicada, hasta cierto nivel, en el Callejón de Huaylas. Primero como cooperación con el Proyecto Simón Bolívar del IICA y luego en una presentación en el Seminario-Taller "El Desarrollo de las Comunidades Campesinas en los Andes del Perú", dentro del Convenio IICA-CIID y que tuvo lugar en Huaraz del 15 al 18 de noviembre de 1983, con la asistencia de miembros del equipo IICA-UNTA (CDR).

Dadas las limitaciones de información disponibles, se procedió a mostrar el principio de jerarquización de sistemas, utilizando la técnica de ver paisajes que promueve Speeding (52), vale decir, desde un punto de vista agroecológico.

Visto desde el aire, el Callejón de Huaylas se percibe como unidad fisiográfica claramente delimitada, que podría considerarse como macrosistema. Al ubicarse en el centro del valle, se perciben netamente tres paisajes diferentes:

1. El terreno del valle, relativamente plano y cultivado bajo riego.
2. Las laderas de la Cordillera Blanca, ubicadas al este del valle, parte de las cuales se riegan.
3. Las laderas de la Cordillera Negra, ubicadas al oeste y cultivadas en seco.

Estas serían mesosistemas, de acuerdo con el principio de que cada sistema forma parte de otro mayor y, a su vez, contiene otro menor.

Dentro de la Cordillera Blanca se pueden diferenciar cultivos bajo riego, cultivos en seco y pastizales. Serían tres microsistemas, dentro de los cuales se iniciarían los estudios económicos en unidades agropecuarias (ver Figura 13).

Esta diferenciación de sistemas es fundamental en su relación, tanto con las estadísticas oficiales porque mezclan realidades diferentes, como con la extrapolación de resultados de la investigación a condiciones ecológicas y económicas similares.

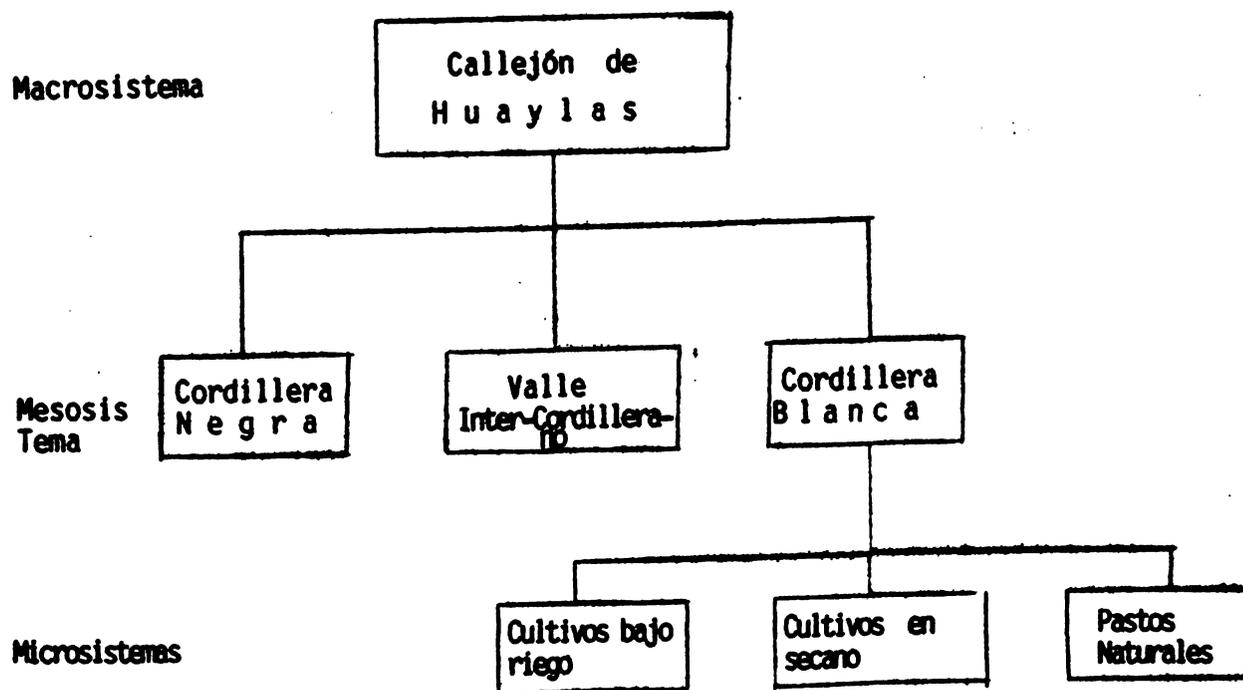
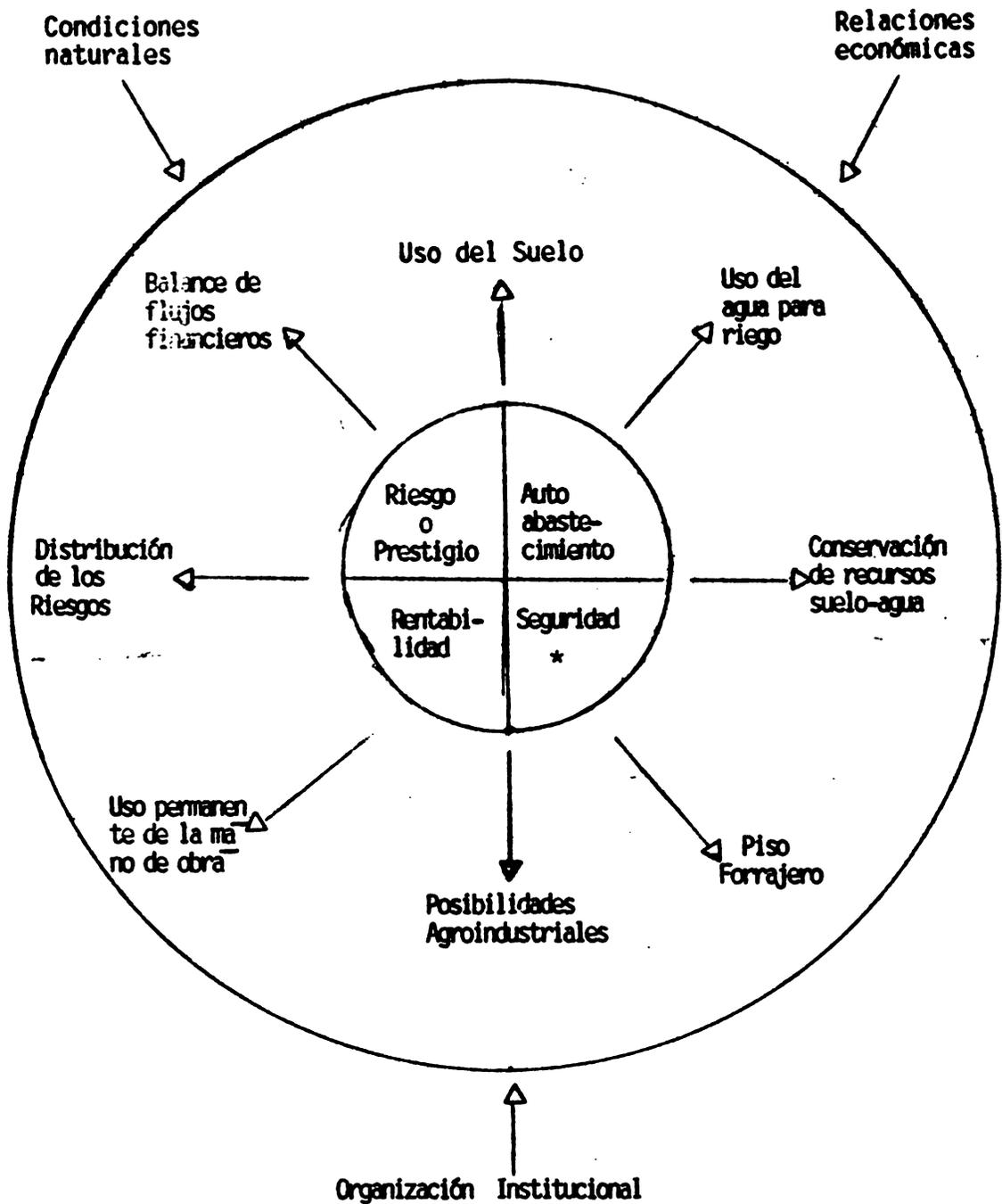


Figura 13. Jerarquización Especial de Sistemas en el Callejón de Huaylas

En esta ocasión se expuso el modelo utilizado en la Universidad Geor - August, de Gotinga, República Federal de Alemania, para interpretar el comportamiento agro-económico del productor (54). Este modelo se expone en la figura 14.

La primera característica del modelo es que al hablar de fuerzas de configuración, permite visualizar el sistema como un conjunto de fuerzas en interacción que origina una resultante : la organización y el manejo de la unidad agropecuaria como un todo.



$$\text{Tamaño de la explotación} = \frac{\text{Presión social}}{\text{Capacidad empresarial y financiera}}$$

\* Este círculo interno se agregó al modelo original

Figura 14. Fuerzas de Configuración de la Unidad Agropecuaria

Las fuerzas externas están referidas a condiciones naturales, relaciones económicas y organización institucional y según el mayor o menor peso de uno u otro grupo de fuerzas se puede inferir el comportamiento del sistema, tal como se ha graficado en la Figura 15.

En la Cordillera Negra, las condiciones naturales de aridez configuran la forma de explotación local. En cambio, en el valle intercordillerano son las relaciones económicas las que configuran el destino de la explotación, dando lugar a cultivos intensivos (choclo) y especializados (flores), así como a ganadería lechera intensiva. En el caso de la Cordillera Blanca, la organización institucional de los productores puede ser el ejemplo de fuerza que imprime características a su producción.

Una vez que se ha identificado la relación entre las fuerzas externas y las actividades agrícolas o pecuarias predominantes, se analizan las fuerzas internas o criterios del productor para tomar decisiones. La asignación de peso relativo a estos criterios, permite interpretar el razonamiento del productor para organizar y manejar su unidad agropecuaria.

Durante una exposición realizada en Huaraz (59) se utilizó este modelo, unido a conceptos agroeconómicos y a la toma de decisiones del productor, para hacer un diagnóstico totalístico o sistémico. Allí se perfilan los pasos sucesivos que conducen a la planificación predial.

Finalmente de acuerdo con experiencias realizadas en Argentina y Perú, se incorporó el círculo central de la figura 15, que no existe en el modelo original. Este círculo permite diferenciar cuatro objetivos clásicos del productor, a saber; el autoabastecimiento; la seguridad empresarial; la rentabilidad; y finalmente, el prestigio u otro objetivo. Cabe destacar que el modelo europeo presentado, integra actividades agrícolas y ganaderas, en un proceso siempre creciente de aumento de productividad en ambas y simultáneamente.

Cordillera Negra

Valle Intercordillerano

Cordillera Blanca

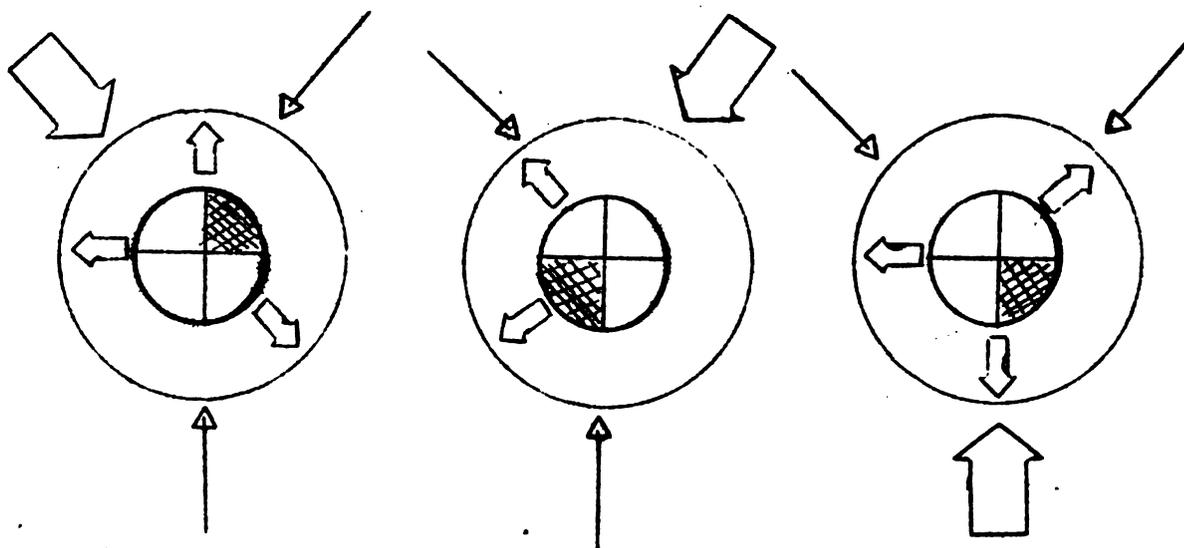


Figura 15. Sistemas Mayores en el Callejón de Huaylas

Al realizarse, en julio de 1983, un seminario sobre "Administración de unidades de producción agropecuaria en la Sierra de Ancash", se tuvo ocasión de tratar el tema de organización, en una nueva aproximación a la teoría General de Sistemas propuesta por Ludwig von Bertalanffy.

Exponer sobre organización de los productores en la región de la sierra es un desafío, puesto que si algo caracterizó a las culturas preincaicas e incaicas ha sido su organización eficaz y eficiente. Eficaz, porque logró desarrollar culturas en condiciones naturales fuertemente limitantes. Eficiente, porque con recursos escasos y de bajo valor constructivo y productivo logró alimentar su población y dejar tanto obras permanentes construidas en piedra, como obras artísticas en cerámica (huacos).

En otras palabras las organizaciones autóctonas, representadas por el Ayllu, son un claro ejemplo de organización de recursos humanos. En este

sentido Emmet Wallace (71) dice, "Los recursos humanos son los más poderosos y flexibles en cualquier organización. Sin embargo, la coordinación de estos recursos en una estructura eficiente no es fácil. Deben ser definidos cuatro factores en particular: el propósito de la organización, su estrategia, sus tácticas y sus recursos".

Es importante señalar la evolución referente a la organización, que partiendo de ciertos principios básicos han conducido al concepto actual "Cualquier camino factible para la organización debe ser pragmático y comprender: definición de resultados deseados; métodos para obtenerlos y, recursos disponibles. La forma de una organización "debiera" ser dinámica y en modificación constante, de acuerdo a las variaciones de propósitos, de situación y de los problemas o tareas a enfrentar".

Estos conceptos son sumamente importantes porque aún existe una tendencia a establecer estructuras rígidas representadas por organigramas permanentes, de manera tal que la organización pierde capacidad de adaptación, de respuesta y de creación.

En este mismo sentido, otros autores <sup>x</sup> proponen utilizar el concepto de sistemas y la construcción de un modelo considerando, especialmente, movilidad y eficacia, productividad y eficiencia, y cultura.

En conclusión, se considera útil y necesaria una investigación de la organización tradicional en la región de la sierra, el Ayllu, para recuperar los conocimientos y experiencias que le han permitido ser eficaz y eficiente. Completando esa "totalidad", con otros aportes surgidos de otras culturas y otras condiciones socio-económicas.

#### K. DESARROLLO RURAL POR SISTEMAS PARA PUNO

Esta ponencia fue presentada por Víctor Otazú en el Forum Puno Año 2000, organizado por el Colegio de Ingenieros del Perú, Filial Puno, en octubre de 1983.

Tal como se indicara en la metodología utilizada durante este proceso de "enseñaje", el conocimiento de la realidad es el punto de partida para superar problemas de producción, productividad, rentabilidad y nivel de vida del productor y su familia.

Este principio metodológico es especialmente válido en todo ámbito agropecuario, cuya complejidad supera a la de otros sectores, (por ejemplo el industrial) por el alto nivel de riesgos, tanto de producción como de comercialización.

El documento presentado en el Forum expone los siguientes antecedentes que se tuvieron en cuenta.

"En América Latina se han venido dando bastante acciones tendientes al desarrollo del medio rural. Antes de la década del 50, estas acciones se caracterizaban por la presentación de algunos servicios de fomento agrícola para mejorar la producción. Posteriormente se implementaron servicios de extensión agrícola aprovechando y tratando de emular los éxitos obtenidos en otros países como los Estados Unidos que posee una realidad rural totalmente diferente a la nuestra. El Plan Puebla en México, la revolución verde en Brasil y México, los programas de Desarrollo Rural Integral (DRI) en Colombia y otros países latinas, es lo más saltante en el ámbito del desarrollo rural de América Latina. Sólo algunos de estos programas han tenido un éxito significativo, mientras que la mayor parte de éstos no han respondido a las expectativas nacionales ni han justificado su inversión.

En el Perú, existen varios programas de desarrollo que se implementan en los departamentos de Cajamarca, La Libertad, Ancash, Junín, Huánuco, Huanavelica, Ayacucho, Apurímac, Cuzco, Arequipa, Puno y Lima Metropolitana, según inventario realizado por Rengifo".

La capacitación es un instrumento tendiente a facilitar la adopción de tecnología para el desarrollo rural. De esta manera la expuso Eleodoro Chahuares (21), señalando tanto la relación entre las tecnologías adoptables y los riesgos, como los criterios económicos del productor campesino para su adopción. A tal efecto propone como criterio una adecuación del margen bruto

a las condiciones locales, definiéndolo como el ingreso total menos los gastos en insumos comerciales, ya que el campesino tiende a minimizar gastos.

Las experiencias en transferencia de tecnología se vienen enfocando sistemáticamente, tanto en la conceptualización totalística como en la metodología a partir de la experiencia del agricultor (43).

La experiencia adquirida por el equipo de investigadores permitió formular un modelo de desarrollo rural, a iniciarse mediante cambios tecnológicos y económicos, junto con acciones concurrentes e interrelacionadas de instituciones locales, tal como muestra la Figura 13.

A los conocidos factores clásicos de la producción, tierra o complejo suelo/clima o ecológico; capital o económico - financiero; trabajo o mano de obra o socio-cultural; y administración o inteligencia o político-institucional, se le agregó un quinto, el biológico. Este, referido al conjunto de microflora y microfauna que facilita o dificulta la producción agropecuaria (38, 39). Ver figura 16.

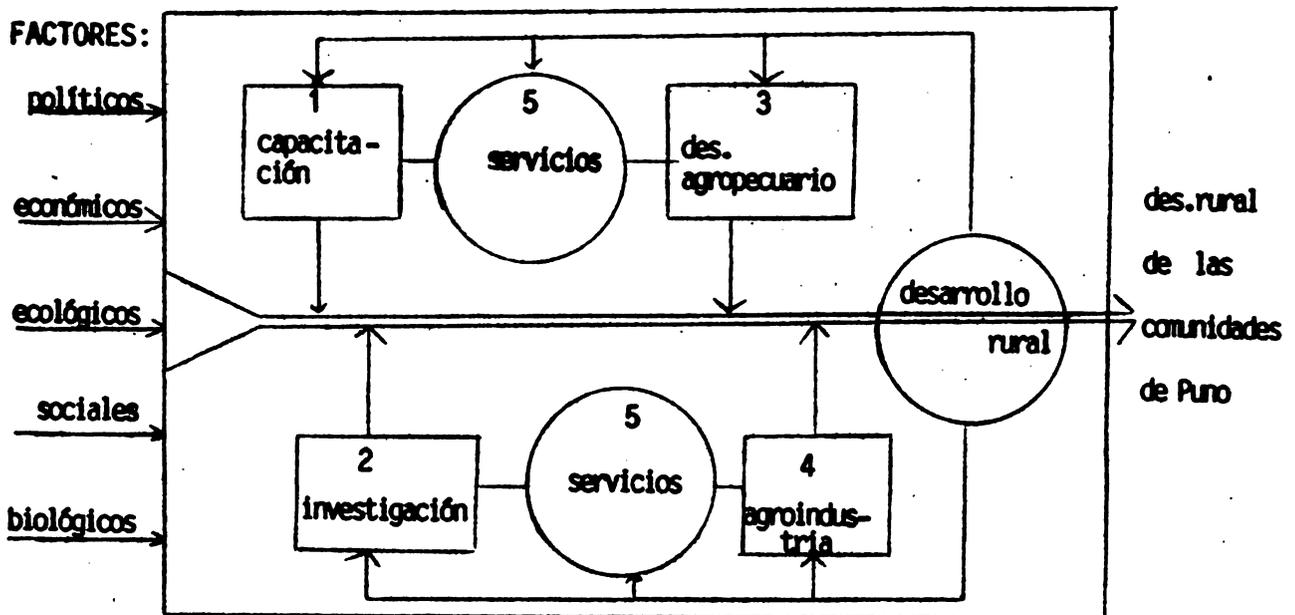


Figura 16. Desarrollo Rural por Sistema: Integración de Componentes

Estos factores exógenos, inciden sobre el sistema de desarrollo rural apoyándolo y acelerándolo o estorbándolo. Los mismos se canalizan a través de las instituciones responsables de los servicios que son componentes del sistema.

La capacitación, iniciada con las tecnologías existentes y de beneficios comprobados, propone temas a investigar, cuya adopción origina el desarrollo agropecuario.

En el caso de Puno, la presión poblacional sobre el sector y los costos de transporte de productos a los centros de consumo, son causas concurrentes a suponer la conveniencia de instalación de agroindustrias. La implementación de estos servicios orientados al productor agropecuario darían lugar al inicio del proceso de desarrollo rural, ya que el uso de los excedentes financieros, para aumentar su propio nivel de vida, depende de la decisión del productor.

Es evidente que esta decisión puede ser modificada durante el proceso de manera tal que se traduzca en el lema de Fourastié (28) : vivir mejor, produciendo mejor.

Fourastié (28) destaca la importancia de la productividad como medida del progreso técnico. A pesar de ser un concepto fundamental, muchas veces no adquiere la relevancia que le corresponde. Sin embargo es el criterio que orienta los planes de investigación y extensión, tal como se puso de manifiesto, a través de los trabajos presentados en el Seminario sobre planificación regional de la investigación agropecuaria, en Puno (20), en la cual participaron funcionarios de la Oficina del IICA en Perú.

En esta oportunidad se enfatizó en una experiencia altamente positiva que tuvo lugar en Puno, como consecuencia de circunstancias negativas. La sequía excepcional que se produjo al iniciarse el año agrícola 1983/84, motivó la coordinación inter institucional en el Proyecto Especial Plan de Emergencia. En consecuencia y basándose en esta realidad se propone continuar un proceso de cooperación inter institucional, donde cada organismo asuma sus responsabilidades y se comprometa a ejecutarlas. La experiencia del

equipo en reuniones de planificación de la investigación, señala que muchas veces los planes de trabajo se hacen en función de recursos que se espera tener y no de los que realmente se tienen. Hecho que al no cumplirse significa la inactividad total en el caso más extremo. Se espera que los planes de trabajo se hagan en dos opciones, una mínima partiendo de los recursos realmente disponibles, y otra de máxima, en función de lo esperado. Es un principio de programación flexible y operativa.

De acuerdo con estos principios se formuló el siguiente MODELO DE DESARROLLO AGROECONOMICO PARA LA REGION DE PUNO, fundada en la investigación agroeconómica que parte de los sistemas reales y actuales.

Los resultados de los estudios de cooperación entre el IICA y la UNTA permiten ampliar el estudio, con el objeto de formular un modelo para el desarrollo y su metodología de gestión o dirección para la región natural de Puno.

Los criterios básicos para formular los sistemas identificados en la región, han sido el institucional u organizativo y el administrativo o de control (dirección o gestión). Se parte de la organización actual, teniendo como meta el facilitar la implementación del gobierno regional en forma eficiente. Además, los resultados servirán para fortalecer la implementación de la especialidad de Desarrollo Rural en la Escuela de Pos Grado de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano (UNTA).

El esquema básico del modelo se representa en el cuadro 6. Las filas son los sistemas jerarquizados y que están en proceso de identificación por el equipo multidisciplinario e interinstitucional que trabaja en sistemas del departamento de Puno.

Este proceso de jerarquización facilita el análisis de variables, partiendo de las generales e inmodificables, por ejemplo el clima, para avanzar considerando otras más específicas e influenciables, por ejemplo suelo y riego, hasta llegar a las manejables o controlables, por ejemplo organización y uso de los recursos.

**Cuadro 6. Modelo de desarrollo agroeconómico de la región de Puno por Sistemas.**

Proceso de Investigación Agroeconómica	DESCRIPCION	ANALISIS	SINTESIS	PROSPECCION
Sistemas	del objeto de estudio su objetivo y función	de estructura (componentes y relaciones)	del sistema innovador y tecnológico	al futuro, control y evaluación

REGION PUNO  
SUBREGIONES  
MICROREGIONES (10)  
ASOCIACIONES  
UNIDADES AGROPECUARIAS

Las columnas representan las cuatro etapas clásicas de la investigación en sistemas.

**Descripción:** es cuali y cuantitativa, permitiendo percibir los sistemas como totalidades organizadas y facilitando tanto su jerarquización como su delimitación.

**Análisis:** después de identificados los sistemas, el análisis mostrará las interrelaciones e interdependencias entre sus componentes y con el ambiente.

**Síntesis:** los pasos anteriores permitirán diseñar el modelo estático correspondiente a cada sistema, facilitando la visualización del correspondiente reciclaje o realimentación del mismo.

**Prospección:** la última etapa de los estudios sobre sistemas, dará origen al modelo dinámico, preferentemente de desarrollo endógeno y dirigido a mejorar el nivel de vida de la población regional.

Los temas a tratar durante el proceso sintetizado en el cuadro 6 son los que se exponen a continuación:

- . Delimitación geográfica de los sistemas dentro de la región de Puno
- . Información sobre los principales indicadores para jerarquizar y delimitar sistemas
- . Definición cuali y cuantitativa de los componentes identificados
- . Diagrama de flujos para cada uno de los sistemas
- . Análisis lógico-matemático de las interrelaciones entre componentes
- . Diagramación del modelo estático y la correspondiente función de reciclaje
- . Proyección del proceso espontáneo de crecimiento del modelo
- . Formulación del modelo dinámico de simulación
- . Validación de uno de los modelos en la realidad

Para satisfacer estas necesidades se utilizará toda la información disponible, tanto de los censos nacionales, estadísticas locales, información específica de las microregiones, resultados de investigaciones efectuadas en la Universidad y de otras reparticiones oficiales, así como también datos recogidos en las encuestas realizadas por el equipo de cooperación IICA-UNTA y por el equipo interinstitucional del departamento. Con este propósito se acentúa la cooperación interinstitucional dentro del departamento, basado en un acuerdo de trabajo conjunto firmado en agosto de 1984.

El enfoque de sistemas en la planificación de la investigación agropecuaria tanto en el Perú como en el Area Andina fue promovido en numerosas oportunidades por el Director de la Oficina, Hernán Chaverra Gil (23 y 24). Estas ponencias han contribuido a incorporar la metodología sistémica en trabajos concretos del INIPA y algunos CIPAs.

## L. ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD AGROPECUARIA EN EL ALTIPLANO DE PUNO

Por razones ya expuestas, el equipo UNTA-IICA comenzó trabajando en comunidades y parcialidades campesinas, herederas de la organización social conocida como Ayllu. Sin embargo, dentro del altiplano existen otras organizaciones actuales más importantes:

- las Cooperativas Agrícolas de Producción (CAPs)
- las Sociedades Agrícolas de Interés Social (SAIS)
- los productores individuales

La importancia de las organizaciones agropecuarias es especialmente importante en Perú, donde la relación tierra-hombre es sumamente baja, como se señala Ramirez (44). Este autor añade citas de CEPAL y FAO, quienes sostienen que los países con menos de una hectárea cultivada por habitante no pueden satisfacer sus necesidades alimentarias, reconociendo que Perú tiene 0.21 ha/hab. Esta situación no debe considerarse como obstáculo insalvable, pero sí como punto central de todas las políticas agropecuarias, enfatizando el aumento de la productividad por hectárea dentro de cierto margen de seguridad productiva.

Al analizar, habitualmente, las unidades de producción en el Perú, se continúa utilizando terminologías de clasificación correspondientes a la situación antes de la reforma agraria, hablando de propiedades grandes, medianas y pequeñas.

Alguna información disponible permite observar la necesidad de definir una nueva tipología de unidades agropecuarias que reflejen la realidad agro-económica y social. Por ejemplo, datos publicados (42) sobre Empresas de Propiedad Social, permiten suponer que 7 070 familias disponen de un promedio de 30 ovinos y 2.5 vacunos cada una. Estas cifras se diferencian escasamente de las encontradas por el equipo en las comunidades campesinas encuestadas.

Otras cifras publicadas por Gallegos (29) indican que las comunidades campesinas reconocidas ~~de~~ disponer 1.71 hectárea por habitante, cifra que multiplicada por 5 miembros de cada familia indica 8.58 ha/familia.

La información citada por Ccama (10) disminuye aún más esa disponibilidad en las familias minifundistas, las que cuentan con 2.20 hectáreas cada una, obligando a cultivar el 58% de esa superficie como única posibilidad de subsistir agrícolamente.

Estas consideraciones conducen a proponer una tipología de las unidades agropecuarias adaptadas a la realidad local, pudiendo utilizarse la experiencia de tipificación expuesta por Faustino Ccama (12).

Además, la utilización de la metodología del trabajo en sistemas, especialmente utilizando el principio de jerarquización, puede ser muy útil para esta tipificación.

Al trabajar en planificación, se estima que tan importante es saber qué pasará si se aplican las propuestas, como qué sucederá si todo sigue sin cambiar, es decir, según el curso actual de los acontecimientos.

Si no se propone un cambio factible, el crecimiento demográfico del Perú y la presión por el suelo agropecuario agudizarán la subdivisión cada vez mayor de la tierra (pulverización de la propiedad), pasando del minifundio al parvifundio. Este problema no ha tenido soluciones satisfactorias, hasta donde se conoce, en ninguna parte del mundo, aumentando el empobrecimiento del campesino.

Los países desarrollados consiguieron evitar este problema ofreciendo alternativas de ocupación a la población rural en los sectores industriales y de servicios. Esta solución no se ha dado en Latinoamérica.

En consecuencia, cabría iniciar estudios específicos que permitieran acercar la estructura actual a una situación satisfactoria en términos de producción, productividad y rentabilidad. Un supuesto a considerar es promover una organización óptima socio-económica del Ayllu, contemplando las unidades familiares que lo componen. Estos análisis de organización se enmarcarían en la Política Agraria (1) y podrían traducirse en ejemplos concretos como hace Chaquilla (17).

#### M. ANÁLISIS DE TIPIFICACION Y PRODUCTIVIDAD

Ante la heterogeneidad climática del altiplano y considerando el reducido tamaño de las unidades familia-predio encuestados, se presentó la inquietud de verificar la existencia de tipos de fincas agropecuarias. Un trabajo con metodología estadístico - matemática ha sido realizado para Puno por Ccama (12).

Este autor relaciona la superficie de la unidad agropecuaria con la cantidad de cabezas de vacunos, encontrando dos grupos o clusters en un total de cuatro. Esta experiencia metodológica es fundamental por haber utilizado dos variables altamente significativas en el altiplano y haber logrado demostrar la utilidad del método.

Al utilizar mayor número de variables, logra identificar dos zonas agroecómicas significativamente diferentes y que reflejan dos sistemas de producción agropecuaria, basados en características de los productos obtenidos, pudiendo considerarse un nivel satisfactorio de aproximación a la realidad.

Dentro del IICA, Kaminsky (33) ha demostrado la utilidad de técnicas estadístico-matemáticas para la tipificación con fines de mejorar la toma de decisiones.

En principio, el equipo UNTA-IICA supuso que la superficie agropecuaria productiva podría ser el ordenador generalizado y sólo luego de varios ensayos se encontró que este supuesto seguía siendo válido entre las 66 unidades encuestadas. Lo que resultó difícil fue distinguir los límites entre una y otra jerarquía, problema clásico en el análisis de sistema. Este límite tenía que ayudar a diferenciar totalidades y debían encontrarse los indicadores que permitieran hacer esta distinción.

Los resultados de este trabajo están expuestos en el Cuadro 7. Los dos primeros indicadores, de unidades hombre y de superficie cultivada por caso señalan una lógica, en cambio la proporción del suelo cultivado con papa se diferencia netamente con el tercer grupo. Al relacionar estas proporciones con los rendimientos obtenidos se verifica un principio de extensificación, es decir, menor trabajo y capital por hectárea, aún dentro de estos tamaños de predio; es decir, que a mayor superficie cultivada se logra menor ---

Cuadro 7. ensayo de Tipificación de Unidades Familia-Predio con 66 Casos

Ordenador superficie en hectáreas	Casos Nº	Unidades hombre permanente x caso	Superficie cultivada hectáreas x caso	Papa en % sobre superficie	Producción de Papa kg/ha	kg/fam.	Cabezas de Ganado por familia Vacunos Ovinos Total	Unidades ovino por hectárea cultivada	Tipo de Unidad
1 a 3	15	1.4	1.24	22	2984	835	3.8 16.4 20	49	Intensiva en papa y ganadería
4 a 7	44	1.5	1.69	25	2898	1210	4.3 13.4 18	35	Modelo
8 a 11	7	2.8	2.61	36	2568	2428	6.1 28.3 34	33	Agrícola, vacuno, poco intensiva

rendimiento. De todas maneras, la disponibilidad de papa por familia triplica y duplica, respectivamente, al grupo de menor superficie.

De la misma manera, la disponibilidad de cabezas ganaderas alcanza a 34 por familia en el grupo de mayor superficie, frente a 20 y 18 de los anteriores, pero mostrando menor carga animal por hectárea a medida que aumenta la superficie.

La consideración simultánea de esta información es útil y necesaria para programar unidades agropecuarias tendientes al óptimo técnico y económico.

Estas cifras indican que, con más y mejor trabajo aplicados a la producción en los estratos con mayor superficie, puede aumentarse la productividad local y la disponibilidad alimenticia de la región.

Al continuar este análisis de productividad, llamó la atención la diferencia notable entre rendimientos que se deduce de la información de todos los cultivos. En consecuencia, se decidió elegir los cinco casos que presentaron los más altos rendimientos en papa (cultivo típico) y compararlos con los cinco de más bajos rendimientos.

La información correspondiente ha sido expuesta en el Quadro 8. El rendimiento de los cinco mejores es 10 veces superior al de los peores, mostrando que también se duplica o triplica en quinua y en cebada grano, respectivamente. La superficie total no parecería ser un factor relacionado con estos casos, en cambio, la baja proporción de terreno "en descanso" debiera ser analizada experimentalmente, para cuantificar su incidencia. Un dato contradictorio y que merece especial investigación es el correspondiente al guano declarado por hectárea y la cantidad de vacunos, ya que el productor de menores rendimientos utiliza en mayor cantidad los insumos, pudiendo indicar que reconoce la necesidad de fertilizar sus suelos.

En principio, la información precedente induce a pensar que los casos de rendimientos más elevados, están ubicados en suelos de mejor calidad que el otro grupo. Al carecer de la información correspondiente, se limita la posibilidad de sacar conclusiones valederas.

En todo caso, es evidente la necesidad de investigar "en su totalidad", es decir como un sistema, esas diferencias, para comprender porqué los cinco mejores obtienen cinco veces más kilogramos de papa por kilogramo de se milla, que los cinco peores. Mediante estos análisis, se podrían proponer soluciones adecuadas a la realidad del productor.

Cuadro 8. Comparación de productividad basada en rendimientos de la Papa

Referencias	Promedio de los Cinco	
	Más Altos	Más Bajos
1. Rendimiento de la papa, kg/ha	9.260	875
2. Rendimiento de quinua, kg/ha	1.078	539
3. Rendimiento de cebada grano kg/ha	1.293	340
4. Superficie total en ha.	2.61	2.21
5. Superficie cultivada en ha.	0.43	1.75
6. Superficie en "descanso" en ha.	0.51	0.23
7. Unidades hombre	2.20	3.00
8. Ovinos, número promedio	11	10
9. Vacunos, número promedio	4.4	1.4
10. Insumos para papa		
a. semilla kg/ha	1.000	500
b. guano de corral kg/ha	1.600	2.200
11. Kilogramos de papa logrados por kilo de semilla	9.26	1.75

#### N. INFORMACION PARA UN MODELO DE RIESGOS

Hasta tanto se cuente con la información necesaria y suficiente para elaborar un modelo operativo que incluya riesgos de producción, de comercialización y de precios, se expondrán algunas referencias con datos climáticos para riesgos de producción.

El modelo de riesgos de producción (36) busca ajustar las disponibilidades de lluvias y temperaturas, con los requerimientos para el desarrollo vegetativo de los cultivos y de las pasturas. Por ejemplo, si se relacionan mes a mes los requerimientos de agua de la papa, con las lluvias caídas en los meses de noviembre a marzo, durante 20 años en Lampa (1956-57 a 1975-76), se comprueba que solamente durante los períodos 1957/58, 1964/65 y 1972/73 existe cierta correspondencia que permitiría esperar 3 cosechas normales en 20 años, es decir solamente un 15% anual. Si se tuvieran los rendimientos logrados durante esos tres años se podría tener un parámetro de máxima producción en las condiciones normales del altiplano puneño.

Los mismos cálculos efectuados para quinua indicarían que solamente 4 en 20 años (1957/58, 1958/59, 1968/69 y 1969/70), serían relativamente de máxima producción.

Se ha utilizado esta expresión práctica y gráfica para dos productos básicos y referidos a la información de Lampa, porque allí se está trabajando en la comunidad Sutuca Urinsaya. Estas cifras muestran que el productor puede esperar cosechas satisfactorias en un 15 a 25% de los años.

Sin entrar a discutir las diferentes metodologías utilizadas para estimar los requerimientos de agua, se han confeccionado algunos cuadros que comparan dichas necesidades con su porcentaje de ocurrencia (Ver Cuadros 9, 10 y 11).

Cuadro 9. Papa - Rendimiento Promedio 6 700 kg/ha en un Ciclo Vegetativo de 150 días

Mes	Ciclo Vegetativo	Requerimientos de agua en mm.	Porcentaje de ocurrencia		
			en el intervalo	inundaciones	sequías
Nov.	Siembra y germin.	108 - 68	10	15	75
Dic.	Crecimiento	127 - 81	35	30	35
Enero	Floración	181 - 130	25	25	50
Feb.	Tuberización	101 - 79	20	70	10
Marzo	Tuberización	91 - 86	05	60	35

Cuadro 10. Quinua, Rendimiento Promedio 790 kg/ha en un Ciclo Vegetativo de 180 días

Mes	Requerimientos de agua en mm.	Porcentaje de ocurrencia		
		en el intervalo	inundaciones	sequías
Octubre	87 - 51	30	15	55
Noviembre	89 - 57	30	20	50
Diciembre	77 - 59	20	70	10
Enero	85 - 40	25	70	5
Febrero	66 - 41	5	95	0
Marzo	46 - 33	5	85	10

El siguiente cuadro 11, relaciona los requerimientos de agua y promedio de precipitación de 20 años de observación en la estación meteorológica de Lampa.

Cuadro 11. Requerimiento Promedio de Agua y Promedio de Precipitaciones en el mes en 20 Años de observación  
1956 - 1977. Estación Metodológica de Lampa

Mes	Requerimientos promedio para los principales cultivos (mm)	Probabilidad de ocurrencia de precipitación (%)	Promedio precipitación de 20 años (1956-1977) (mm)	Desviación estándar (mm)	Máxima precipitación en el mes en 20 años (mm)	Mínima precipitación en el mes en 20 años (mm)
Setiembre	43.3*	15.0	24.9	(21.3)	67.0	0.5
Octubre	66.6	26.6	46.0	(31.1)	108.7	0.0
Noviembre	85.46	21.2	61.4	(43.0)	154.0	7.0
Diciembre	80.00	28.0	110.0	(59.6)	292.5	65.0
Enero	95.7	18.7	132.7	(61.4)	239.3	31.0
Febrero	73.9	15.0	131.2	(46.6)	199.4	58.9
Marzo	69.2	7.5	106.8	(53.9)	222.5	24.2
Abril	15.00	10.0	39.5	(34.7)	164.0	10.0
Mayo	0.00	0.0	14.2	(29.4)	131.5	0.0

\* Evapotranspiración potencial

La alta variación de las precipitaciones por mes, tal como se demuestra con el cálculo de desviación estandar, indican el alto riesgo en agricultura andina, cuyos rangos varían de 0.5- 65.0 mm de pp. mínima y de 67.00-292.5 mm de pp máxima por mes. Las probalidades de ocurrencia de los requerimientos de agua, para un desarrollo normal de los cultivos andinos, varían de 0 a un 28% máximo en el mes.

En consecuencia, para percibir rápidamente los riesgos de producción podría decirse que solamente dos de cada diez años sería "bueno" para los requerimientos hídricos de cada cultivo. Dado que esta producción, principalmente destinada al autoabastecimiento, debiera cubrir las necesidades alimenticias familiares durante el quinquenio o decenio, se desprende la conveniencia de investigar en métodos de conservación pos-cosecha.

Si el mercado local respondiera a la ley de la oferta y la demanda, justamente los años de mayor producción deprimirían los precios de los productos, significando una disminución de ingresos para los productores.

De manera que esta introducción a un modelo de riesgos pone de manifiesto una de las primeras ventajas del modelaje: hacer aparecer los vacíos de información, en este caso sobre riesgos de comercialización y de precios.

## 0. FLUJOS Y SISTEMAS

Morley (37) propone un flujo para el estudio de sistemas, que se esquematiza en la Figura 17.

El flujo parte de un conocimiento, lo más correcto posible, del sistema real que lleve a cabo el productor.

Esta realidad se simplifica en un modelo, que debe incluir la función-objetivo correspondiente.

A continuación viene la diferencia fundamental entre la investigación clásica, que se realiza mediante experimentación, y el trabajo mediante sistemas, donde la simulación permite el tratamiento de problemas socio-económicos.

El paso siguiente consiste en validar el modelo en la realidad con los propios productores, como consecuencia de lo cual surge el modelo sintético, cuya optimización económica debería favorecer su adopción mediante la decisión de los productores.

El flujo incluye un primer reciclaje al efectuar la validación en la práctica y un segundo reciclaje o realimentación, una vez que el productor adopta la tecnología, añadiendo su propia experiencia y conocimientos.

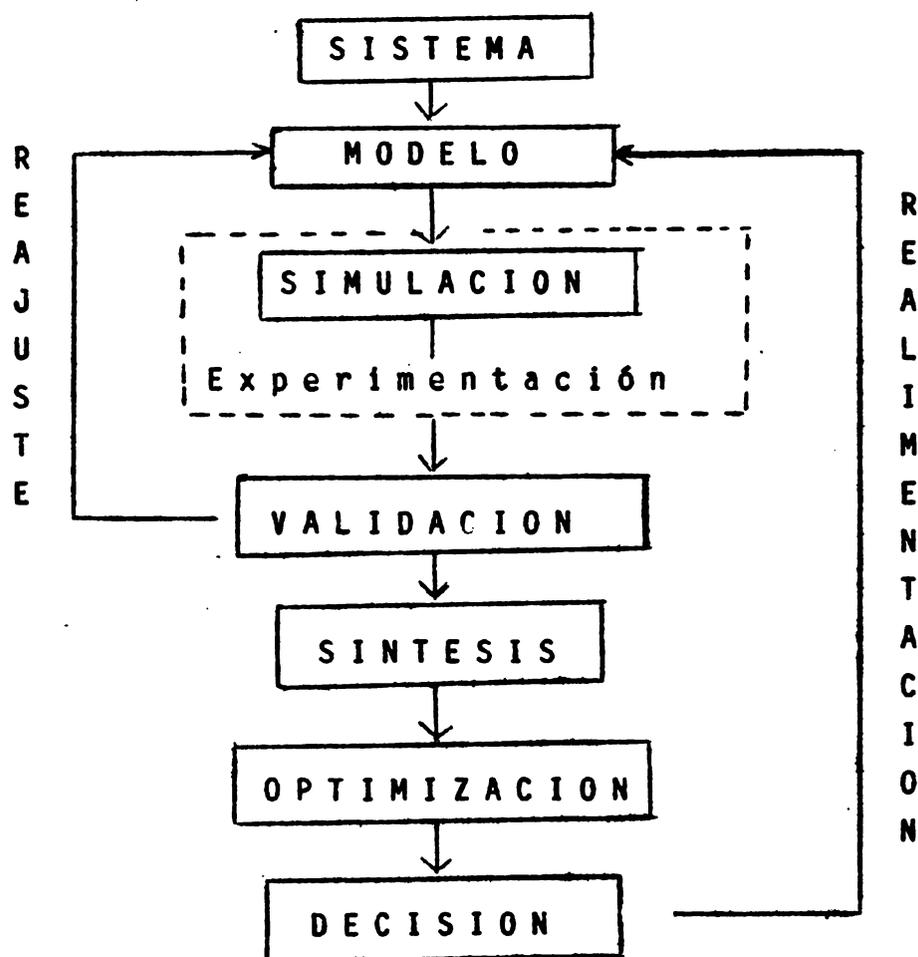


Figura 17. Esquema de Flujos para el Estudio de Sistemas

Machicao expone un modelo de flujos de energía en el cultivo de la cebada en Puno, comenzando con un modelo simbólico que servirá de base para llegar a un modelo cuantitativo durante el Seminario Nacional UNTA-RFA, realizado en Puno en octubre de 1981.

Otro ejemplo de un modelo de flujos lo expone Tonina (58) con referencia a alpacas.

#### P. LA COMUNIDAD CAMPESINA SUTUCA URINSAYA COMO AGROSISTEMA

La metodología de percepción, interpretación y proyección de la realidad, que se logra utilizando como metodología la Teoría General de Sistemas (TGS), fue aplicada a la comunidad campesina Sutuca Urinsaya, bajo limitantes climáticas y financieras.

El propósito de añadir este capítulo es dejar constancia de dicha experiencia realizada durante el período agrícola 1983/84.

A comienzos de 1983 se realizaron 33 encuestas en la comunidad campesina Sutuca Urinsaya, de las cuales 30 resultaron útiles para el análisis.

Al disponer de 30 casos se cumple el principio estadístico de la medida central, considerándose que representan al universo, relativamente homogéneo, en investigación.

La encuesta había sido programada para cubrir todo el año agrícola 1983/84, pero una sequía excepcional primero y lluvias anormales luego, impidieron cumplir lo previsto. Los profesionales comprometidos en el proyecto entraron a cumplir tareas directivas en el Plan de Emergencia por la Sequía y en las condiciones que se encontraba el campesino hubiera sido un desatino ir a encuestarlo. Por estas circunstancias, se ha tenido información solamente de la estructura de tierra, capital humano y capital en equipo mecánico (herramienta) que posee el productor, así como sus intenciones de siembra. El énfasis del trabajo reside en la metodología y no en la exactitud de las cifras.

## 1. Delimitación del agrosistema

La delimitación de la comunidad campesina es relativamente sencilla porque responde a dos criterios coincidentes, la organización de la comunidad como sociedad y la territorialidad correspondiente.

La comunidad Sutuca Urinsaya está ubicada en el distrito y provincia de Lampa, del departamento de Puno, a unos 3 km de la población urbana de Lampa.

Esta comunidad está compuesta por unas 145 unidades familiares, que a razón de 4.8 personas cada una según muestras totalizan 696 habitantes y ocupan alrededor de 2 000 hectáreas de uso agropecuario y superficie eriaza. Estas tierras son de su propiedad y posesión familiar, ejercen su control al utilizarlas en la producción agropecuaria; tienen además 4 hectáreas de uso comunal.

## 2. Subsistemas y jerarquización

El criterio agrosocial permite identificar y jerarquizar dentro del sistema de la comunidad campesina, denominación actual del "Ayllu", dos subsistemas: las familiares y la unidad familiar. Se los considera subsistemas porque mantienen la identidad del sistema, es decir la de organización social, diferenciándose jerárquicamente, ya que mientras la comunidad es el todo y la unidad familiar la mínima subdivisión posible, los equipos familiares o sectores son jerarquías intermedias en el sistema agrosocial en estudio.

La jerarquización de sistemas y subsistemas facilita la percepción de la realidad y su caracterización cuali y cuantitativa, como se ejemplificará a continuación utilizando una terminología que facilita, inmediatamente, la ubicación del sujeto frente al objeto.

Uno de los principios de la teoría general de sistemas, dice que un sistema forma parte de otro mayor y contiene, a su vez, otro menor. Para facilitar la rápida ubicación del analista frente a la jerarquía del sistema objeto de estudio, se propone utilizar las siguientes alternativas.

La identificación tradicional utiliza los términos:

Sistema  
Subsistema  
Componentes

La terminología propuesta ofrece dos alternativas, en función de la cantidad de sistemas en análisis:

<u>Alternativa A</u>	<u>Alternativa B</u>
Macrosistema	Macrosistema
Mesosistema	Supersistema
Microsistema	Mesosistema
Componente	Subsistema
	Microsistema
	Componente

Una pregunta que surge es ¿cuál es el sistema básico, equivalente a la célula dentro de la biología?

Conforme al criterio agroeconómico, la unidad básica es la unidad agropecuaria o de explotación, tal como la definen los Censos Agrícolas, que representa la conceptualización universalmente reconocida. A los efectos de adecuare esta identificación de la unidad como básica o mínima, se propone con siderarla el microsistema en todos los casos.

La diferenciación entre el microsistema y los componentes está dada porque se pierde la identidad del sistema en estudio. Por ejemplo, la célula es el sistema, pero el ectoplasma, el núcleo, el endoplasma, etc, son com ponentes. De la misma manera, un árbol es un sistema, pero sus raíces, el tronco, las hojas y los frutos son componentes. En agroeconomía, el sistema es la unidad agropecuaria, empresa, finca, predio, unidad de producción o de explotación, así como tantas otras denominaciones utilizadas en el habla hispa na y equivalentes al Farm o al landwirtschaftlicher Betrieb de las lenguas inglesas y alemana, respectivamente. En cambio sus componentes son el suelo productivo, la arquitectura de riego, los cercados y divisiones internas, la infraestructura de construcciones, la mano de obra, las máquinas y herramientas, etc.

### 3. Niveles de resolución

De acuerdo con el objetivo del trabajo y con la información disponible, es posible combinar la jerarquización con el nivel de resolución y la correspondiente cuantificación tal como sigue:

**Macrosistema:** Comunidad de Sutuca Urinsaya con 696 habitantes ocupando 2 000 hectáreas agropecuarias.

**Mesosistema:** Tres grupos familiares o sectores humanos, cuyas parcelas se distribuyen en tres sectores geográficos de la comunidad.

**Microsistema:** 145 unidades familiares, cada una con 4.8 personas, que trabajan aproximadamente 13 hectáreas cada una.

### 4. Ambiente del macrosistema

La información contenida en trabajos de tesis realizados en la UNTA permite estimar en 680 mm el promedio anual de lluvias. El 70% de estas precipitaciones caen entre diciembre y marzo, mientras el 30% ocurren entre setiembre y noviembre, siendo las que permiten iniciar los cultivos.

A pesar de corresponder al verano, se registra un promedio de dos heladas por mes en diciembre y de tres en cada mes de febrero y marzo.

Las lluvias tienen ciclos plurianuales en estudio, con intervalos entre picos de máxima y mínima que varían de 3 a 6 años, dificultando los pronósticos correspondientes.

La distribución estacional de las precipitaciones, si bien muestra la concentración ya señalada, es totalmente aleatoria en su distribución mensual de cada año, como podría verse dibujando los histogramas de series de 20 años, año por año. Esta irregularidad dificulta el ajuste de los cultivos a las lluvias y genera altos riesgos de producción.

El ambiente climático es el que imprime características de inseguridad a la producción y conduce a la diversificación de cultivos y a la cría de ganado como estabilizadoras del sistema.

La presión social sobre la tierra agropecuaria, se cuantifica con base en la superficie promedio por unidad familiar, que es de 13 hectáreas. En las condiciones señaladas de elevado riesgo productivo, la superficie debiera ser mayor para asegurar un ingreso que permita lograr un determinado nivel de vida.

Algunos autores (30), opinan que la comunidad campesina se está relajando porque, no ayuda a planificar la producción, no enseña a controlar las plagas ni a seleccionar las mejores semillas, no rescata el conocimiento tecnológico popular y se olvida de mejorar la producción.

La situación económica se percibe a través del proceso de comercialización, cuantificándolo en las bajas remuneraciones que percibe el productor por sus trabajos artesanales.

##### 5. Estructura del microsistema

La unidad agropecuaria promedio, en una primera aproximación, tiene una familia compuesta por 5 personas, de las cuales la mitad se dedican permanentemente a las actividades agropecuarias.

Esta unidad familiar ocupa una superficie productiva promedio de 13 hectáreas, el 42% de las cuales están en terreno plano y el 58% en laderas.

El capital pecuario está constituido por 5 vacunos, 22 ovinos, 1 alpaca y 1.5 llamas, en promedio por caso.

El capital mecánico requiere algunas aclaraciones, para quienes no conocen la zona. La topografía del terreno y la abundante pedregosidad en ciertos suelos limitan el uso del arado y mantienen vigente la chaquitacla como herramienta para remover el suelo, que tampoco puede ser reemplazado por la pala o lampa. Además, el número de personas dedicadas al trabajo agropecuario (2.5 por unidad familiar-predio) y las chaquitaclas por casa (2.5) son equivalentes, mostrando que es la herramienta principal de este productor.

Sin embargo, la existencia de terrenos planos está relacionada con la posesión de arado y sus aperos, en el 60% de los casos.

Otra herramienta indicadora del trabajo familiar es la "lijuana" o "raucana", utilizada en el aporque y cosechas de tubérculos. Se registra un promedio de 4.7 por caso, coincidiendo así con el número total de personas por predio, si se considera que entre éstos hay niños. Una relación similar existe entre el número de hoces, 2.2 por caso y el de trabajadores 2.5. En cambio, sólo el 70% de los casos tienen pala, mientras que los suelos pedregosos determinan que el 77% de los casos tengan picos.

Una costumbre local es que los animales pasten amarrados por una soga o reata a una estaca, especialmente los vacunos. Así se registra un promedio de 5.38 sogas y 5.33 estacas frente a 5 vacunos, indicando que hay -- existencia adicional para nuevas crías.

Otro indicador significativo, en este caso de la habilidad de los productores, es la proporción de tijeras para esquila. Hay 1.20 por caso, es decir, prácticamente sólo la mitad de los trabajadores declarados.

Sin entrar en más detalles agropecuarios, se destaca que el 78% de los casos tienen tejedora de frazadas y el 35% telar o rueca, indicando la dedicación a las artesanías de tejidos.

Finalmente, el 66% de los casos tienen bicicleta y el 88% poseen ra dio, como indicadores de nivel de vida.

El conjunto de estos componentes y del objetivo del productor, de te r m i n ó que durante ese período agrícola se dedicara el 15% de las tierras a los cultivos y el 58% se le mantuviera con pastos naturales para ganadería.

#### 6. El programa del sistema comunidad

Hasta tanto se cuente con mayor información que relacione el ayllu con la co m u n i d a d a d o campesina actual, solamente caben reconocerse algunos principios de la planificación y programación agropecuaria de la comunidad como macrosistema.

En reuniones comunales se planifica la producción agropecuaria te n i e n d o en cuenta las necesidades alimenticias, las condiciones agrológicas de los terrenos, la sucesión de cultivos en cada topo, las expectativas climát i c as y la disponibilidad de recursos (semillas, fertilizantes, dinero en efect i v o, etc.).

En lo referente a la organización del trabajo, además de la cooperación dentro de la familia se constituyen las masas (grupos de personas para realizar tareas), hasta llegar a la minka, como forma de colaboración para el trabajo comunal (27 y 30).

De esta manera se programa el sistema, pasando a la etapa de ejecución de los procesos que involucra.

Es necesario generar un modelo de organización actual del ayllu, incorporándole las metodologías administrativas más eficaces y eficientes.

#### 7. Los procesos del microsistema

La información disponible limita este trabajo al análisis del sistema en su relación con las condiciones naturales, climato-edáficas o ecológicas.

La supervivencia del microsistema depende de su capacidad para adaptarse a las condiciones ambientales. En tal sentido, la información muestra que la respuesta del productor es enfatizar la ganadería, a la que destina el 85% de sus tierras. Sin embargo, la supervivencia familiar lo motiva para cultivar un 15% del suelo con especies destinadas al autoconsumo.

Las principales especies cultivadas son:

- papa	96%	0.55	ha/fam.
- quinua	93%	0.25	ha/fam.
- cebada grano	93%	0.40	ha/fam.
- avena (forrajera)	93%	0.42	ha/fam.
- cañihua	62%	0.07	ha/fam.
- oca	54%	0.10	ha/fam.
- otros		0.16	ha/fam.

Además, un 50% de los productores cultivan hortalizas, principalmente cebolla y zanahoria.

La rotación u ordenamiento espacial y temporal sigue esta forma general:

1er. año	papa
2do. año	quinua
3er. año	cebada grano
4to. año	avena y otros
5to. año	descanso

De esta manera, los procesos de ajustes al ambiente y a los recursos disponibles en la unidad agropecuaria, establecen el comportamiento o funcionamiento de este sistema.

Existe información de otros equipos de trabajo, por ejemplo del Proyecto IICA-CIID de Cultivos Andinos, que posee información del proceso de producción en cultivos y ganadería (47).

#### 8. Reciclaje del sistema

La continuidad del sistema en el proceso productivo solamente está asegurada mediante un proceso de reciclaje. Se ha señalado que en el agro puneño predomina el sistema de explotación y no el de transformación que implica reciclaje. Este comportamiento conduce, indefectiblemente, a la degradación del agrosistema con la correspondiente influencia en la población.

El reciclaje del microsistema actual, se basa en la combinación de cultivos y crianzas de manera tal, que el estiércol devuelve parte de los elementos que extraen del suelo tanto la agricultura como la ganadería.

El 100% de los encuestados recoge el estiércol de ovino aplicándolo al cultivo de papa. El 70% de los productores utiliza las cenizas como abono y el 50% compra fertilizantes del tipo nitrato y superfosfato.

Estos son los insumos que aseguran el reciclaje físico-biológico del sistema.

En función de los métodos ordenados de trabajo descritos y del reciclaje mencionado, se concreta el proceso intrapredial de producción y transformación con sus correspondientes resultados.

Dentro de los procesos registrados en este sistema, debe considerarse la necesidad de combatir plagas, hecho que origina la utilización de plaguicidas en un 70% de los casos.

El reciclaje, en términos humanos, se define como aprendizaje.

#### 9. Productos obtenidos

Los productos de los cultivos se destinan al auto-abastecimiento en un porcentaje que varía entre 90 y 100%, indicando las necesidades básicas de la familia.

En cambio, el ganado vacuno es el que se destina a la venta directa y en pie concretándose el 65% de las transacciones en la comunidad y el resto en ferias o "gatos". El ganado vacuno cumple una doble función económica, es la forma de ahorro de capital que conoce el productor y posee condiciones de liquidez, permitiendo resolver problemas financieros. De esta manera se constituye en el principal producto del reciclaje financiero.

Por otra parte, la producción de lana no se vende directamente, en un 90% se la destina a elaborar frazadas, mantas y otras artesanías, las que luego son comercializadas con el valor agregado de la mano de obra, participando así en el reciclaje financiero.

#### 10. La unidad agropecuaria como sistema

El análisis precedente ha mostrado a la comunidad como unidad agropecuaria, es decir totalidad ordenada, que funciona bajo control del productor considerando las restricciones. Estas son las características que definen a los sistemas biológicos y agroeconómicos organizados. En este caso se percibe claramente la conceptualización de la unidad agropecuaria como sistema que ya definía Aerobae en Alemania en los años 40 (2). Decía este autor que la unidad agropecuaria era como un organismo, si se modificaba una parte cambiaba el todo (54).

Esta percepción de la unidad agropecuaria como sistema permite proponer lineamientos que tiendan a mejorar su desarrollo. Las recomendaciones que se desprenden de lo expuesto son las siguientes.

- a. Asegurar la conservación de la productividad natural de los suelos y evitar la degradación de las pasturas.
- b. Elegir especies rústicas, adecuadas a las condiciones climáticas regionales, tanto en lo que se refiere a vegetales como animales.
- c. Reforzar todo el proceso productivo del ganado, por constituir el componente principal del sistema y el que asegura su estabilidad y continuidad.
- d. Utilizar el terreno en descanso, mediante la tecnología apropiada.
- e. Investigar la incorporación de especies vegetales de ciclo corto para utilizar los cuatro meses con lluvias.
- f. Capacitar al productor en estas técnicas y organizarlo para mejorar la comercialización de sus productos.

11. La unidad familia-predio en Sutuca Urinsaya como sistema

Las encuestas realizadas en la comunidad Sutuca Urinsaya y la revisión de la información existente en la Universidad Nacional Técnica del Altiplano (UNTA), permitió identificar la unidad agropecuaria en esa comunidad. Esta experiencia se ha sintetizado en el modelo que representa la Figura 18.

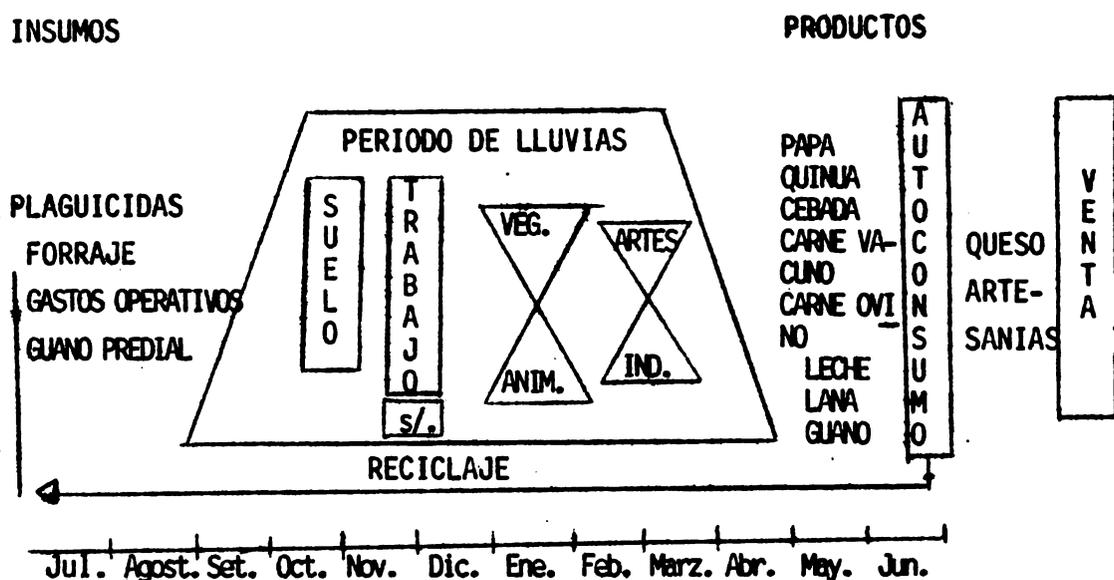


Figura 18. Modelo de la unidad Familia-Predio en Sutuca Urinsaya como Sistema.

La época productiva está relacionada con el período de lluvias, habiéndose ubicado con respecto a los meses del año con precipitaciones pluviales. La forma trapezoidal dada a la unidad se deriva de un período mínimo de lluvias, estadísticamente significativo, frente a uno máximo pero menos probable.

Los insumos que recibe la unidad agropecuaria del ambiente derivan del clima, de la industria (paguicidas) y de la propia unidad (reciclaje)

Los recursos prediales, basados en el suelo cultivado, se movilizan mediante el trabajo, las herramientas de labor y el capital operativo, transformándose o procesándose en dos etapas, una primaria y otra secundaria. La primaria origina productos vegetales y animales, mientras que la secundaria da lugar a las artesanías y a la agroindustria casera.

Como consecuencia de este proceso se originan los productos correspondientes que pueden ser destinados al autoconsumo o a la venta, incluyendo en esta última fase el trueque. Si la flecha correspondiente es entera, significa predominio de una u otra alternativa.

Con el propósito de obtener los datos físicos y económicos correspondientes a este modelo, se están programando encuestas periódicas dentro de un proyecto de desarrollo agropecuario del altiplano.

## 12. Evaluación y planificación de modelos agroeconómicos en el altiplano

La formulación de modelos es la base analítica útil y necesaria para proceder a planificar acciones en agrosistemas.

El esquema de la Figura 19 representa la metodología utilizada por los servicios económicos del Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), en Francia. Este esquema permite verificar su coincidencia con el representado en la figura 14, procedente de Alemania Federal. Cuando las condiciones naturales son limitantes de la producción agropecuaria, tal como sucede en el altiplano Suni, la elección de actividades está impuesta de manera tal que solamente los camélidos sudamericanos pueden producir.

A medida que las condiciones naturales dejan de ser limitantes, entran a serlo otras de orden social, económico o institucional.

**ETAPA A** 1. Estudio de las restricciones mayores (por ej: clima, suelo, riego, mercado, etc.)

- Elección de actividades
2. Si ellas son condicionantes
3. Si ellas no son condicionantes
4. Estudio de las restricciones menores (por ej: mano de obra, capital, instalaciones, etc.)
5. Si ellas son condicionantes
6. Si ellas no son condicionantes
7. Enumerar actividades, calcular un margen bruto y ordenarlos según él.
8. Cubrir costos fijos
9. Si los costos fijos no son modificables
10. Si los costos fijos son modificables

**ETAPA B** 11. Plan de uso del suelo, rotaciones y riegos.

12. Pleno empleo técnico de los factores de producción
13. Maximización del Margen Bruto Total
14. Corrección por cambios en costos fijos.

**ETAPA C** 15. Programa de cultivos, abonado, forrajes, conservación, etc.

- Programas de ejecución y control.
16. Programas de trabajo y uso del equipo.
17. Programas de inversiones
18. Presupuesto
19. Cuentas de previsión económico-financieros
20. Plan de tesorería.

Figura 19. Esquema para elaborar un Plan Programado de Producción Basado en cuadro del Instituto Nacional de la Recherche Agronomique - Francia.

La otra consideración fundamental, tanto para el modelaje y planificación como para la evaluación es recordar la clasificación que hace Earl Heady, en dos mundos o situaciones. Bajo conocimiento perfecto y bajo conocimiento imperfecto, tal como muestra la Figura 20.

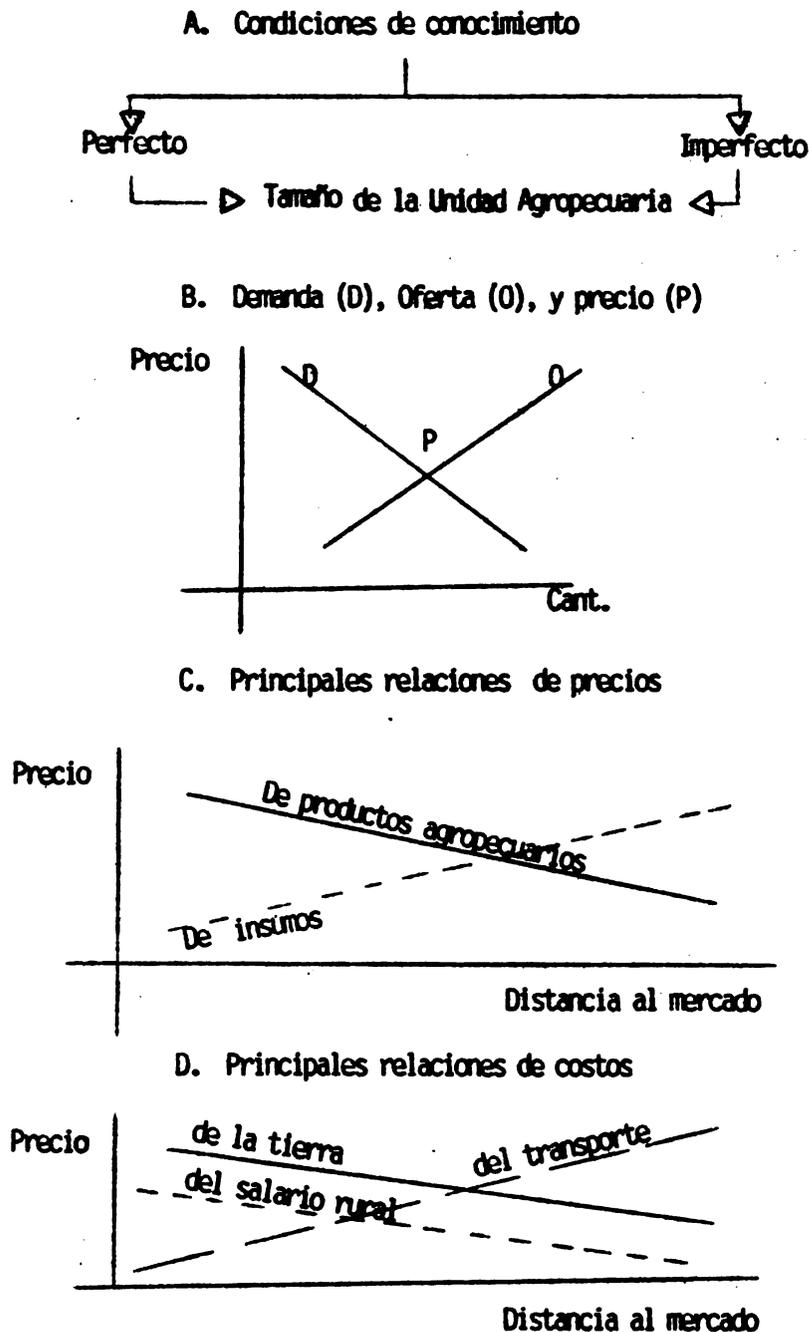


Figura 20. Principios económicos básicos para el cálculo económico en agrosistemas

La próxima atención debe prestarse al tamaño, generalmente la superficie, de la unidad agropecuaria, dado que debe ser económicamente viable para poder ser competitiva en condiciones de mercado. Ello se cuantifica mediante técnicas de administración rural (18).

El otro aspecto a considerar es la política financiera elegida por el productor, cuyas alternativas se han representado en la Figura 21.

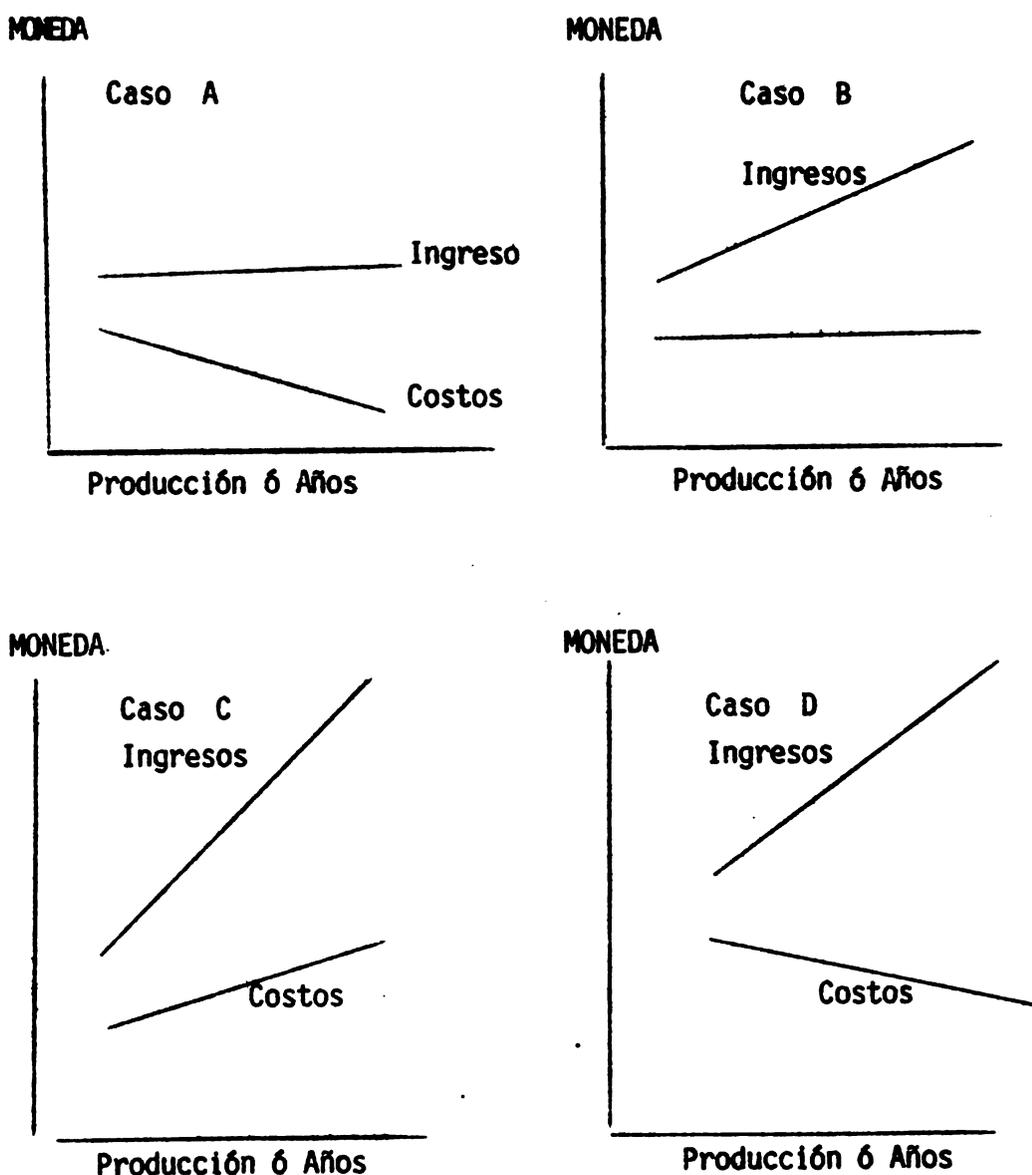


Figura 21. Políticas financieras alternativas del productor

Una vez que se han definido estas condiciones para la evaluación del modelo, surgen dos posibilidades. La más simple se refiere a modificar sólo un componente del sistema, cuya evaluación se realiza mediante la técnica del presupuesto parcial. Sin embargo, debe recordarse que la principal característica de un sistema es que no se puede afectar una parte o un componente sin que se produzcan cambios en el todo. De allí que las técnicas de evaluación deben incluir la totalidad, sea de la unidad agropecuaria, sea del circuito físico y financiero en el que funciona (ver Figura 22)

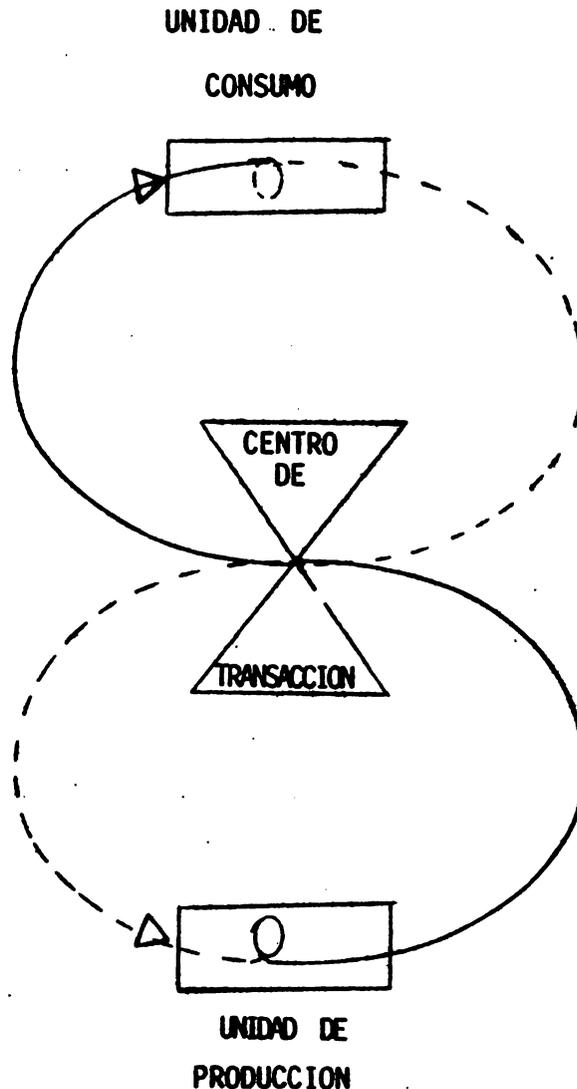


Figura 22. La Unidad Agropecuaria como sistema en el circuito económico

Al alcanzar esta etapa del proceso, la evaluación puede utilizar técnicas de complejidad creciente, en función de la información disponible, de los conocimientos profesionales, de la experiencia adquirida y del tiempo que se dedique al trabajo. En todos los casos se procede a pasar de modelos determinísticos, primero estáticos y luego dinámicos, a modelos estocásticos, estáticos y dinámicos. Como manifiesta Anderson, citado por Scarsi (49), "la producción económica en la agricultura, generalmente connota el manejo de un sistema con objetivos económicos, abordado, en general, a través del empleo o desarrollo de un modelo del sistema".

Dado que Anderson, es quien ha tratado los aspectos económicos, se destacarán sus recomendaciones. Así expone que "gran parte de la microeconomía tiene que ver con los modelos estáticos, para los cuales se supone una certeza absoluta (o modelos determinísticos). Para este universo fijo y sin tiempo (irreal) las técnicas de optimización se han desarrollado mucho y se han aplicado al análisis de la producción agrícola con beneficios considerables. El modelo fundamental, originado en la teoría neoclásica de la empresa agrícola, es la noción de la respuesta o función de producción. Estas funciones se han estimado, generalmente, por análisis de regresión de mínimos cuadrados, y se han manejado en los análisis marginales para indicar el uso óptimo de los recursos con posibles restricciones".

Los modelos neoclásicos dependientes del tiempo, reseñados por Dillon y otros autores, los relacionaron con etapas y productos múltiples. Según los casos, se pueden diferenciar en modelos optimizadores de no optimizadores.

Los modelos estocásticos se han ido introduciendo a medida que se reconocía la importancia de los riesgos. Primero de producción, pero también de comercialización y de precios. Sin embargo, el problema económico ya fue expuesto por Heady, Kehrberg y Yebe, en el Research Bulletin de Iowa Nº 404 -- (1954), al decir "la incertidumbre económica es el problema más importante en la agricultura de Iowa, porque a causa de las distintas fuerzas originadas en la incertidumbre, el productor elige las combinaciones inadecuadas de cultivos y ganadería. Una visión previa perfecta en agricultura permitiría decisiones perfectas en el uso de todos los recursos.

También dice Anderson: "Como todos los procesos de producción agrícola son intrínsecamente dinámicos y la mayoría, además, intrínsecamente estocásticos, son preferibles los modelos que se ajusten a estas dos condiciones; pero de todos modos, involucran las mayores dificultades para la elaboración de modelos".

Siguiendo con este autor, la elección de modelos según el propósito sigue las siguientes indicaciones:

- a. Determinístico estático: funciones de respuesta para un solo producto y programación lineal para los casos de productos múltiples.
- b. Determinístico dinámico: programación lineal multiperiodica.
- c. Estocástico estático: programación lineal estocástico.
- d. Estocástico dinámico: simulación.

Agrega Anderson: "El reconocimiento formal de objetivos múltiples es sumamente importante, sino inevitable, para manejar la mayor parte de los modelos de programación Monte Carlo y de simulación, donde los analistas están típicamente interesados en seguir las huellas de varias variables que describen el sistema. Una estimación informal de los resultados generalmente demanda, por lo menos, una reubicación o clasificación de acuerdo a la importancia de las distintas variables de interés. El enfoque de la teoría de la decisión explicitaría esta reubicación, ya sea a través de un ordenamiento lexicográfico o un esquema de ponderación". A este propósito se sugiere revisar la utilidad de los modelos expuestos en las figuras 6, 8, 9 y 16. Además, si se analizan los cuadros 3, 4 y 8, se podrán visualizar algunos criterios utilizados por el productor para tomar sus decisiones.

Al incorporar el tema sobre toma de decisiones se entra al campo sociológico o antropológico. Un profesor del Institut National de Recherche Agronomique (INRA) de Francia, L. Malassis dijo, al exponer sus preocupaciones sociológicas de un economista rural: "la economía es una ciencia social y el economista rural observa e interpreta estructuras y comportamientos, proponiendo criterios y técnicas de decisión económica". Pero, según Malassis, "los comportamientos, los modelos de estructuras, los mecanismos de decisión dependen, en más o en menos, de factores extraeconómicos". Las figuras y cuadros recientemente mencionados señalan la influencia de la ecología de la --

presión poblacional, de las variaciones institucionales, etc, finalizando con el reconocimiento de objetivos del productor en términos de supervivencia (autoabastecimiento) y de seguridad, además de la reconocida rentabilidad.

La investigación sobre toma de decisiones agropecuarias es un campo que merece una dedicación prioritaria. Los trabajos que se han venido realizando en el Perú, resumidos en este documento, muestran la utilidad de la metodología de aproximaciones sucesiva. Al jerarquizar sistemas, cualquiera sea el criterio utilizado, se puede percibir cómo el sistema mayor (macrosistema) influye sobre los que contiene (supersistema), en un proceso encadenado hasta llegar a la unidad final de decisión - ejecución.

Algunos consejos propuestos por Groff y Muth, en su libro sobre Modelos de Decisión (Buenos Aires, el Ateneo, 1984) son los siguientes:

- La clave del análisis eficaz es la interacción o ciclo continuo;
- No existe un modo satisfactorio de predecir el futuro, recomendando definir una gama de futuribles (coincide con la metodología utilizada por Kahn y Wiesel);
- En condiciones de incertidumbre hay que proceder a experimentar, como una manera de obtener información significativa;
- Considerar la posibilidad de establecer reglas heurísticas, basadas en la experiencia para resolver problemas;
- La administración debiera ocuparse, solamente de resolver problemas excepcionales, derivando lo rutinario al ejecutor.

De esta manera, se alcanza el proceso de decisión - ejecución promovido por el Programa de Planificación y Administración del Desarrollo Agrícola, dentro del IICA. Durante el seminario-taller realizado en Cochabamba (1983) se destacó que: "el hilo conductor del seminario-taller fue la conducción del proceso de desarrollo agrícola y rural y por ello, se dió atención a los aspectos analíticos involucrados (proceso de análisis de políticas), los aspectos funcionales (funciones de dirección requeridos para una adecuada conducción del desarrollo agrícola y rural) y, finalmente, los referidos a las relaciones interpersonales y de grupo (articulación de roles), que son fundamentales para otorgar la eficacia que requiere la tarea de conducción.

El presente documento supone qué rol equivale a función".

Cuando cada agrosistema se interpreta como un proyecto integrado, se pueden utilizar las técnicas de evaluación de proyecto integrado, se pueden utilizar las técnicas de evaluación de proyectos. En tal caso es recomendable calcular, simultáneamente, los siguientes indicadores: la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual o presente neto (VAN) y el tiempo de recuperación de la inversión (TRI), pues representan distintos criterios para la toma de decisiones.

Al haberse iniciado el proyecto mediante la evaluación del estado actual de producción, productividad y nivel de vida, se puede calcular la evaluación ex-ante.

Al comenzarse la implementación del proyecto, se recomienda su evaluación periódica, de manera tal que se especifiquen correctamente las causas que pueden haber impedido el logro de las metas previstas.

Al finalizar la ejecución del proyecto, se estará en condiciones de llevar a cabo su evaluación ex-post.

Al referirse al sector-agropecuario, suelen definirse los proyectos de desarrollo como sociales, tanto porque la economía es una ciencia social, como porque a nivel de la unidad agropecuaria de ejecución, se encuentran objetivos no financieros, que son los indicadores usualmente utilizados en la evaluación económica, como sería el caso específico del prestigio.

Además, los métodos sociológicos de evaluación, expuestos por Musto en su libro Análisis de Eficiencia (Madrid, Tecnos, 1975), incluyen la priorización de fines. El límite entre lo económico - financiero y lo social es fácil de percibir al hablar de aumento del ingreso neto y de elevación del nivel o calidad de vida.

Musto dice, "Como los fines son formulados, las más de las veces en niveles de abstracción relativamente elevados, habrían de ser transformados en metas específicas de operación, con atribución de índices de consecución de fines. Este proceso de operacionalización permite efectuar una matriz de

consecución de fines como la de Morris Hill, citada por Musto. Esta operacionalización, dentro del IICA, ha sido facilitada por Roy Clifford, quien ofreció conferencias sobre variables sociales y un artículo al respecto en Desarrollo Rural de las Américas en 1973.

Al incorporar objetivos sociales y utilizar las técnicas para el trabajo en grupos operativos, la tarea se va aproximando a la planificación, tal como la entiende Eduardo Salvado en el IICA. "El valor de la planificación no reside en producir planes, sino en el proceso de tomar decisiones y ejecutarlas". Esta ejecución se facilita en el ámbito del IICA, utilizando las técnicas publicadas en los talleres de manejo de proyectos, por ejemplo, la red de causalidad o pertenencia y el marco lógico.

La ejecución se lleva a cabo por una persona (organismo) o un grupo de personas integradas en una organización. La investigación operativa es la matemática de fenómenos de organización, como señalan Faure, Boss y Le Garff en "La Investigación operativa" (Buenos Aires, EUDEBA 1967). Allí dicen que "En la mayoría de estos problemas, las soluciones posibles son innumerables, ya que las variables son muy numerosas y pueden tomar, a menudo, gran cantidad de valores".

Estos autores agregan que "es muy difícil construir un modelo completo de un fenómeno económico, corriendo el riesgo de hacerlo demasiado simple, y poco fiel". A veces, se construye un modelo simplificado que deja de lado ciertas funciones de lo impreso, buscando la suboptimización.

Estas dificultades para construir un modelo económico completo, son facilitadas por la metodología de aproximaciones sucesivas, desde el sistema mayor (macro) hasta el menor (micro). Ya Roy Clifford señaló que "es esencial pensar en toda la unidad del sistema nacional, para planear adecuadamente el desarrollo rural". En consecuencia, cuando se comienza analizando al país y a sus regiones naturales se logra un conocimiento progresivo y comprensivo del funcionamiento de los agrosistemas.

Una vez formulado el modelo, se logra una aceleración y ganancia de tiempo utilizando los computadores.

Los trabajos realizados en Puno, bajo restricciones de conocimiento, experiencia, información, tiempo dedicado y financiamiento, fueron orientados en este sentido.

#### Q. TEORIA GENERAL DE SISTEMAS Y DESARROLLO AGROPECUARIO

A invitación de la Oficina Departamental de Presupuesto y Planificación de la CORPUNO se expuso la teoría general de sistemas y sus relaciones con los sistemas agroeconómicos de producción, orientados al desarrollo económico y social del departamento (66).

Se partió de cuatro enfoques de sistemas; el de educación que propicia la percepción de totalidades; el técnico que ofrece posibilidades de ordenar la diversidad, siendo un ejemplo la legislación sobre pesas y medidas; el enfoque biológico que enfatiza la interpretación del sistema funcionando, pasando del análisis desorganizativo a la síntesis organizativa; y finalmente, la cibernética como disciplina para la construcción de robots, permite enfatizar la necesidad de controlar el sistema.

A comienzos del siglo, Ludwing von Bertalanffy, decidió investigar los principios generales que se encontraban en tantos enfoques (muchos más de los cuatro apuntados), llegando así a formular una teoría de sistemas (6) que comenzó a expandirse después de la segunda guerra mundial (1939 a 1945).

Las ventajas derivadas del uso de la teoría de sistemas para resolver problemas concretos y complejos, condujo a incorporarle instrumentos que favorecen su acción.

Dado que una de las características del trabajo en sistemas es percibir totalidades, se hizo necesario integrar equipos multidisciplinarios.

Además, por principio, se trabaja en sistemas utilizando modelos que representen la totalidad observada, simplificándola pero de manera completa.

La conveniencia de cuantificar los sistemas y de interpretarlos matemáticamente, para facilitar su operación, dió origen a la investigación operativa o análisis de sistemas, utilizada durante la segunda guerra mundial.

Finalmente, la formulación de modelos y la aceleración del proceso de cálculos se logra mediante el uso de computadoras.

La Fig. 23 representa esta conceptualización de la teoría de sistemas y de su orientación hacia la toma de decisiones en función de la realidad.

Esta presentación promovió la utilización de una metodología socio-económica y dinámica que utiliza el IICA a través de PROPLAN, así como el uso de técnicas que tienden a asegurar la ejecución al incorporar al ser humano, al profesional y al técnico en su totalidad, para alcanzar la solución de los problemas presentados.

A los efectos de analizar los sistemas agroeconómicos, se propone una percepción totalística resumida en el Cuadro 12.

Este cuadro contiene dos principios fundamentales de la teoría de sistemas. El primero se refiere a la estratificación o jerarquización, mostrada al considerar los niveles agroecológicos, agroeconómicos, agrosociales y agroorganizativos o institucionales, llegando finalmente a la unidad agropecuaria como célula básica de los sistemas agroeconómicos.

El cuadro contiene, en sus columnas, dos principios conceptuales; el primero se refiere a los principios generales que caracterizan a los sistemas correspondientes, por ejemplo los sistemas agroecológicos se manifiestan a través de cultivos índices y responden al principio de ver paisajes propuestos por Speeding (52).

La segunda serie de principios son de orden administrativo o gerencial, basándose en la característica de los factores que los hace inmodificables (por ejemplo el clima), influenciables (por ejemplo el suelo) y manejables (por ejemplo las especies vegetales y animales).

Cuando se consideran los contenidos de los cuadros correspondientes al sistema agroorganizativos, equivalente al institucional, se encuentra la visión prospectiva hacia el desarrollo a través de elección de la población objetivo y de la ejecución mediante planes, programas y proyectos.

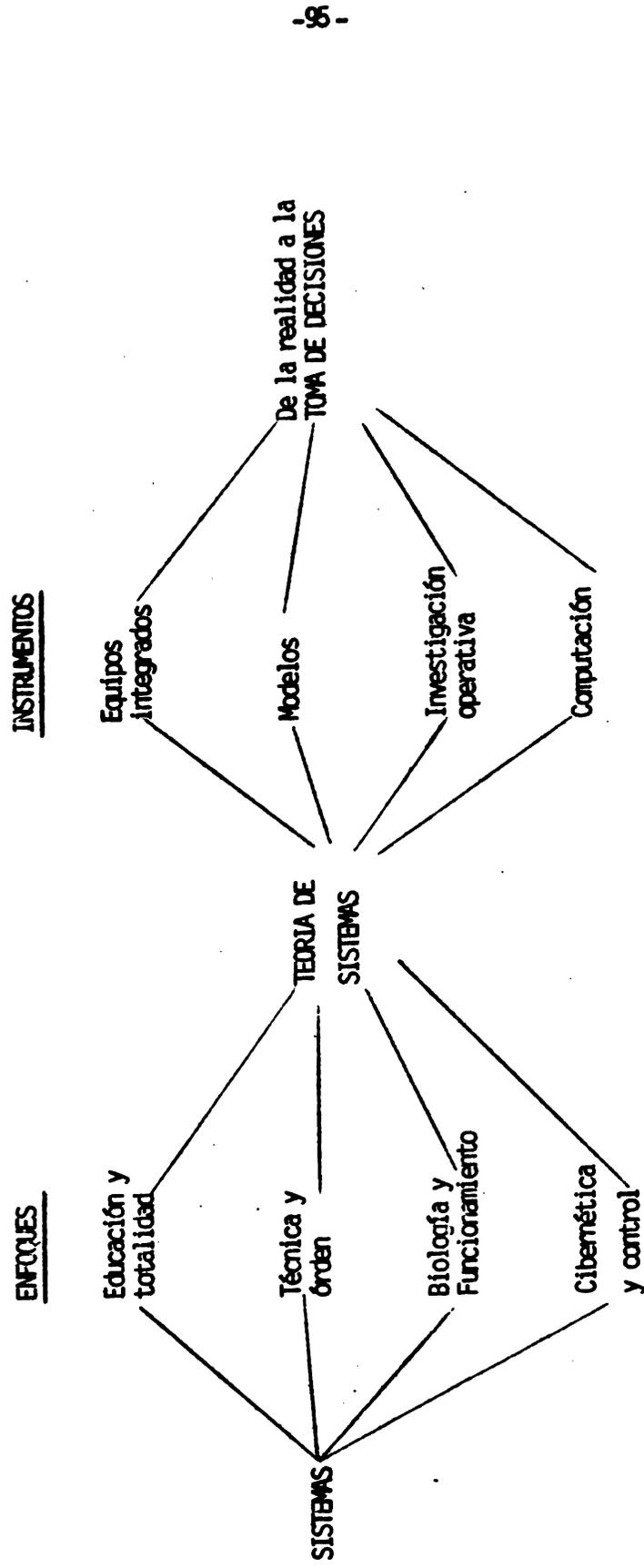


Figura 23. Una visión general de sistemas

Cuadro 12. Punto de partida Macro y Desarrollo Regional

PRINCIPIOS SISTEMAS	GENERALES	INMODIFICABLES	INFLUENCIABLES	MANEJABLES O CONTROLABLES
AGROECOLOGICOS	CULTIVOS INDICES	CLIMA ALTITUD	SUELO, AGUA (RIEGO)	FLORA - CULTIVOS FAUNA-GANADERIA
AGROECONOMICOS	DISTANCIA ECONOMICA	DEMANDA	COMERCIALIZACION TRANSPORTE	OFERTA
AGROSOCIAL	PRESION POBLACION- NAL POR TIERRA AGRICOLA	DERECHO Y LEGISLACION	USOS Y COSTUMBRES	MIGRACIONES
AGROORGANIZATIVO	POBLACION OBJETIVO	PLAN	PROGRAMA	PROYECTO
UNIDO AGROPECUARIO	AUTONOMIA	PRECIOS	RECURSOS	TECNOLOGIA

La percepción práctica de la teoría de sistemas logra analizar la fila final, correspondiente a la unidad agropecuaria. El principio general que la define como sistema es su control.

A los efectos de la operación de ese sistema, toman como inmodificables los precios; como influenciables sus recursos, dado que puede mejorar los suelos, aumentar la eficiencia del personal y conseguir capital adicional; pero lo que realmente se puede manejar es la tecnología.

De esta manera se logra una percepción completa o integral de los sistemas que constituyen el universo agroecológico de la producción.

Esta percepción totalística u holística, representada en el Cuadro 12 se completa con una visión prospectiva, que puede seguir el modelo -ya citado- de Kahn y Wiener (35).

#### 1. Proyección sin cambios

El reconocimiento agroecológico actual muestra que el sobrepastoreo domina al ambiente natural y se manifiesta en la degradación de las pasturas.

La tendencia del productor a poseer cabezas de ganado, sea alpacuno, ovino o vacuno, se manifiesta en el bajo peso del adulto de estas especies, debido a la escasez de alimentos. En otras palabras, no pueden desarrollar su potencial genético y se hacen más susceptibles a las enfermedades.

El promedio de campos abiertos o insuficientemente apotrerrados, aún cuando están cercados perimetralmente, dificulta el manejo de las pasturas como del ganado, pues se necesitan un número mínimo de potreros para manejar el ganado.

De continuar este proceso, cada vez más acelerado, se llegará a la pérdida total de las pasturas y de la ganadería, que constituyen la base real de la producción altiplánica. Esta aserveración, que puede parecer exageradamente negativa, puede verificarse mediante el análisis estadístico a largo plazo.

En consecuencia, es necesario iniciar inmediatamente investigaciones agronómicas que determinen las alternativas y secuencias conducentes al aumento de la productividad forrajera en cada uno de los ambientes agroecológicos identificados en el altiplano.

Por otra parte, la alta presión poblacional registrada en la zona se manifiesta en índices de subalimentación, subnutrición, desempleo y emigración, además de otros indicadores como el alcoholismo y los juegos de azar que ayudan a evadirse de una realidad agobiante.

Esta presión poblacional induce al campesino, que aún permanece ligado a la madre tierra, a una actividad constante para mantener una producción agropecuaria cada año más difícil. Esto, por disminución de elementos minerales en el suelo, aumento de la degradación de los suelos y elevación de pérdidas por erosión.

En términos sistemáticos, el método productivo de los cultivos es extractivo o explotador, sin cumplirse el reciclaje necesario que permite continuar el proceso productivo sin deterioro del recurso básico suelo/clima.

Por ello, es necesario iniciar inmediatamente investigaciones agronómicas que permitan ofrecer alternativas secuenciales, tendientes a estabilizar primero y recuperar después, las condiciones de productividad del material agroeconómico básico: el suelo.

El análisis de los datos recogidos en las encuestas, muestra que el productor dedica cada vez menos tiempo y trabajo a sus cultivos, hecho que se refleja en la disminución de los rendimientos. La posibilidad de revertir esta situación está condicionada por dos aspectos: el primero, que no signifique aumentar aún más el deterioro de los suelos y el segundo, que los beneficios económicos que deben esperarse de ese mayor esfuerzo, sean directamente por venta o indirectamente por auto-abastecimiento y tengan como beneficiario directo al campesino.

Esto conduce a que es necesario la validación con el productor de tecnologías existentes que permitan reorientar esta tendencia negativa.

Las relaciones económicas del agro altiplánico están caracterizadas por tres situaciones críticas. La primera es el predominio del minifundio dedicado al autoabastecimiento, consecuencia lógica de una legislación individualista, donde repartir bienes es distribuir pobreza (4). La segunda situación crítica es que, ante la necesidad de tener dinero en efectivo para atender los mínimos gastos que corresponden a una economía de intercambio monetario, el productor debe recurrir a vender lo que puede de lo que tiene. Lo que puede vender es su mano de obra, su capacidad laboral. Lo que tiene para vender, son los productos más cotizados en los mercados: fibra de alpaca, lana de oveja, carne de vacuno y ovino, quinua y papa, por ejemplo (5). El único producto del que podría aprovechar ciertos beneficios de su exclusividad productora es la fibra de alpaca, pero sus precios se fijan fuera del área. De la misma manera, todos sus otros productos están controlados por un sistema de intermediación desfavorable para los productores locales.

Finalmente, el tercer aspecto crítico, que es una consecuencia del ambiente económico que influye sobre el sistema de producción altiplánico, es la baja retribución al trabajo de los habitantes locales. En este aspecto, sería suficiente cuantificar lo recibido por el productor y el artesano, como proporción del valor final que obtienen esos productos en el mercado.

Al entrar a considerar la organización socioproductiva, se destaca la pérdida de los valores conocidos y que permitieron superar condiciones agrocológicas siempre limitadas, dando lugar a las culturas andinas.

La organización basada en la cooperación interfamiliar o comercial y el respeto a la persona, mantenían en funcionamiento un sistema agrosocial probablemente más satisfactorio, eficaz y eficiente que el actual.

La teoría general de sistemas permite comprender que, sin modificar favorablemente estas condiciones agronómicas, económicas y agrosociales, no podrá lograrse un mejoramiento del sistema agropecuario correspondiente.

Estas condiciones restrictivas del ambiente, determinan que la gran mayoría de las tecnologías propuestas por las instituciones de investigación no pueden ser adoptadas, pues no solucionan problemas que el productor percibe como condicionantes principales de su actuación. Esta hipótesis de trabajo

sería fácilmente verificable mediante encuestas.

En consecuencia el análisis del sistema agropecuario altiplánico, conduce a una elección fundamental: si la decisión general es continuar sin cambios y alcanzar un objetivo no deseado socialmente, o iniciar un proceso de cambios surgidos del conocimiento y aceptación de esta realidad.

## 2. Proyección con cambios

La proyección con cambios, no puede realizarse copiando soluciones que fueron exitosas en otros sistemas y bajo diferentes coyunturas. Tampoco surgen de libros con conocimiento de otras realidades. Menos aún pueden basarse en opiniones, por muy bien intencionadas que sean, pero carentes del fundamento científico y técnico que corresponde al darse cuenta aquí de lo que está sucediendo.

En consecuencia, la proyección con cambios debe surgir de una puesta en marcha inmediata de los valores profesionales y técnicos locales, unidos por la necesidad del desarrollo regional esperado, a través de acciones concretas de investigación, experimentación y aprendizaje científico adecuado.

Las instituciones regionales junto con los profesionales y técnicos del agro, tienen la ocasión de programar investigaciones agronómicas, económicas, agrosociales y tecnológicas que, en forma concurrente, aporten soluciones que mejoren el ambiente del sistema agropecuario de Puno.

Al mismo tiempo, al establecer un sistema de información periódica de soluciones técnicas verificadas en el campo con la participación de los propios productores, se facilitará la futura adopción de tecnologías en el interior del sistema.

En todo caso, la teoría general de sistemas indica que debe haber una concurrencia entre las condiciones exógenas y las endógenas, para que el sistema se desarrolle en el sentido deseado.

Cabe agregar que, al hablar de teoría se hace referencia a hipótesis de trabajo con alta probabilidad de resultados positivos y concretos.

De ninguna manera se hace referencia a ilusiones sin fundamento, sino -justamente- de imaginación creadora aplicada a solucionar problemas claramente identificados.

La teoría general de sistemas cumple su misión socio-económica, si se interpreta al desarrollo como lo hace Ackoff (3): "Desarrollo es un producto del aprendizaje no de la producción; aprender cómo utilizarse a uno mismo y al propio ambiente para satisfacer mejor las necesidades propias y las de otros."

Dentro de este marco conceptual, se logró un acuerdo interinstitucional con participación de la Oficina del IICA, tal como se detalla a continuación.

### Introducción

Considerando que la identificación de las unidades agropecuarias, permiten visualizar limitantes y posibilidades de su desarrollo, y al existir instituciones que vienen realizando estudios sobre los mismos, a través del presente documento se busca la coadyuvación de esfuerzos a efectos de encontrar alternativas de solución orientadas al desarrollo integral de las unidades agropecuarias, a corto plazo.

### Objetivo

Identificación, análisis, caracterización y desarrollo de los sistemas de producción, así como el fortalecimiento empresarial rural.

### Política

Para el logro del cometido se desarrollarán acciones de coordinación y ejecución entre instituciones representadas, las que se fortalecerán a través de trabajos concretos de sus funcionarios.

Siendo estas:

- Oficina Departamental de Presupuesto y Planificación
- Universidad Nacional Técnica del Altiplano (UNTA, Puno)
- Escuela de Pos-Grado
- Centro de Desarrollo Rural
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Región Agraria XXI - Puno, Ministerio de Agricultura

- Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria (CIPA XV-Puno).  
Los funcionarios, se comprometen a asumir las responsabilidades y atribuciones en el desarrollo del estudio.

### Estrategia

Para alcanzar lo propuesto se priorizarán zonas agropecuarias, donde desarrollarán en forma conjunta esfuerzos orientados a lograr las siguientes metas.

### Metas

- Identificación y análisis de sistemas de producción en apoyo a la generación y transferencia de tecnología
- Características y desarrollo de sistemas de producción y fortalecimiento empresarial de todo tipo de unidades agropecuarias.

### Tareas

- Identificación de zonas agroecológicas
- Determinación de zonas agroeconómicas
- Identificación de zonas homogéneas de producción
- Priorización de zonas
- Caracterización y desarrollo del proceso productivo
- Demanda tecnológica por parte de las unidades agropecuarias
- Oferta de paquetes tecnológicos
- Compatibilización de demanda y oferta de paquetes tecnológicos
- Confrontación de la oferta y demanda tecnológica
- Validación de los paquetes tecnológicos en parcelas de demostración
- Evaluación ex-post a nivel de unidades agropecuarias
- Transferencia de paquetes tecnológicos
- Seguimiento del proceso productivo
- Recomendación al investigador para mejorar el paquete tecnológico

### Duración

Se iniciará a partir de la firma del presente, hasta la conclusión de las tareas, estimándose en 4 meses la duración total del acuerdo.

## R. ANÁLISIS ECONOMICO DE FUNCIONES DE RESPUESTA EN CEBADA (\*)

### 1. Introducción

El uso principal de la función de producción o de respuesta, es el análisis económico del proceso productivo de los cultivos, para la toma de decisiones en la asignación de recursos en la administración de empresas agrícolas (7). Además, permite el conocimiento de la oferta del producto, la demanda de los recursos, el máximo nivel de producción del producto obtenible, con un nivel dado de tecnología (6).

Por análisis económico en el presente trabajo se entiende solamente las relaciones factor-producto y factor-factor. Para los objetivos indicados, se estimó una función de producción por vía experimental para la cebada desnuda, utilizando como insumos, nitrógeno y fósforo. Se ha utilizado como ejemplo la cebada, por la información disponible, pero la metodología es general para cultivos.

### 2. Materiales y Métodos

#### a. Instalación del experimento

En la campaña agrícola 1980/81 en el potrero Chimavi del Centro Experimental de la UNTA, se instaló el experimento de fertilización, con nitrógeno y fósforo en cebada desnuda. El suelo en las campañas agrícolas estaba dedicado a la producción de papa y quinua; el área experimental es de textura franca, pobre en nitrógeno y potasio, fósforo disponible aceptable y pH ideal para la cebada (8).

#### b. Diseño experimental y de tratamientos

Para lograr la adecuada estimación estadística y permitir el análisis económico, es requisito utilizar diseños de tratamientos que permitan la máxima información del fenómeno en estudio, con la mayor eficiencia posible. Para poder alcanzar los objetivos señalados se han diseñado las matrices Plan Puebla (3).

---

(\*) Por Oscar Chaquilla

En el presente trabajo se utilizó la matriz Plan Puebla II, que consiste de 9 tratamientos, distribuidos dentro del espacio de exploración mediante una codificación determinada  $-0.0$ ,  $-0.3$ ,  $+0.9$  para cada factor (3). Si el espacio de explotación para el nitrógeno se supone entre 60 y 120 kg/ha y para el fósforo entre 50 y 90 kg/ha, de acuerdo con la experiencia en la zona (8), entonces, los niveles de los factores quedan especificados en : 63, 81, 90, 99 y 117 kg de N/ha; y en 52, 64, 70, 76 y 88 kg de  $P_2O_5$ /ha respectivamente (Cuadro 13). Se incluyó un tratamiento adicional sin fertilizantes, denominado "testigo absoluto".

Cuadro 13. Lista de Tratamientos de la matriz Plan Puebla II

Tratamiento Nº	Valores codificados		Niveles de los factores por tratamiento	
	Factor 1	Factor 2	N kg/ha	$P_2O_5$ kg/ha
1	-0.3	-0.3	81	64
2	-0.3	+0.3	81	76
3	+0.3	-0.3	99	64
4	+0.3	+0.3	99	76
5	0.0	0.0	90	70
6	-0.9	-0.3	63	64
7	+0.9	+0.3	117	76
8	-0.3	-0.9	81	52
9	+0.3	+0.9	99	88
10			0	0

Los diez tratamientos se han conducido en diseño de bloque completo al azar con 4 réplicas. Cada parcela consta de 7 surcos de 5m de longitud, cada surco distanciado en 30 cm; se dejó entre parcelas un surco para las calles. Se cosechó un área neta de  $6m^2$ , dejando como borde los surcos laterales y 50 cm en las cabeceras. El 50% del nitrógeno se aplicó en la siembra con todo el fósforo (7/10/85) y el resto en la fase del macollamiento (14/1/81). La variable de respuesta considerada es grano de cebada expresado en kg/ha (cosechado el 27/5/81).

c. Modelo de la función de respuesta

El modelo matemático de la función de producción, debe ser capaz de expresar el proceso productivo, con una base lógica-biológica y económica (6). La función cuadrática en su forma polinomial de segundo grado, es la más recomendable en agricultura (7).

Para el estudio de fertilización, el modelo quedaría definido en la siguiente forma:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1N + b_2P - b_3N^2 - b_4P^2 + b_5NP \quad (1)$$

donde:

$\hat{Y}$  = variable de respuesta cebada grano en kg/ha  
N = factor variable nitrógeno en kg/ha  
P = factor variable fósforo,  $P_2O_5$  en kg/ha  
 $b_i$  = coeficientes a estimarse,  $i=0, \dots, 5$

Las pruebas de hipótesis requeridas son: para el diseño experimental y de tratamientos, los análisis de variancia correspondientes; para el modelo propuesto, el análisis de variancia utilizado en la regresión múltiple y el coeficiente de determinación; los coeficientes de la función estimada, a través de la prueba de t (6, 9).

d. Análisis económico

Estimada la función de producción, es posible efectuar el análisis económico, siguiendo diferentes etapas conducentes al mayor conocimiento del proceso productivo y una óptica más amplia en la toma de decisiones en la asignación de recursos para la producción agrícola.

Los tópicos que se abordarán, comprenden solamente: Relaciones factor-producto, dentro de éste, las funciones de producto total, producto promedio, producto marginal, la elasticidad de producción, las etapas de la función de producción, la maximización física o biológica y económica, las funciones de costos; y, relaciones factor-factor, entre ellas las ecuaciones de isocuanta, tasa marginal de sustitución, isoclinas y líneas fronteras (4, 6, 7).

Para desarrollar los ítems indicados, se asume que los agricultores se desenvuelven en una economía competitiva-estática y sin restricciones de capital.

1) Relaciones factor-producto

Se analizan las funciones de producción, considerando estacionaria o fija una de las variables en el nivel deseado, generalmente se prefiere en el nivel máximo físico o económico. Resultando la función de producto total (PT), que considera solamente un factor variable, de (1) resulta:

$$PT_1 = Y_1 = c_0 + c_1N - b_3N^2 \quad (2)$$

$$PT_2 = Y_2 = d_0 + d_1N - b_4P^2 \quad (3)$$

donde  $c_0$ ,  $c_1$ ,  $d_0$ ,  $d_1$  son nuevos coeficientes.

a) Producto promedio (PP)

Resulta de dividir el producto total por las cantidades del factor (insumo) que se emplea en la función (6, 7) de (2) y (3) se tiene:

$$PP_1 = PT_1/N \quad (4)$$

$$PP_2 = PT_2/P \quad (5)$$

b) Producto marginal (PM)

Es la adición al producto total atribuible por la adición de una unidad del factor variable en el proceso productivo, se obtiene derivando las funciones del PT (2) y (3) con respecto a cada factor (6, 7).

$$PM_1 = \frac{\partial \hat{Y}_1}{\partial N} = c_1 - 2 b_3N \quad (6)$$

$$PM_2 = \frac{\partial \hat{Y}_2}{\partial P} = d_1 - 2 b_4P \quad (7)$$

c) Valor del producto marginal (VPM)

Se obtiene multiplicando el producto marginal por el precio del producto; re presenta la curva de demanda estática a corto plazo del factor. El óptimo económico se logra cuando el VPM es igual al precio del factor y es igual a cero en el máximo físico (6, 7).

$$VPM_1 = PM_1 \times P_y \quad (8)$$

$$VPM_2 = PM_2 \times P_y \quad (9)$$

donde  $P_y$  es el precio del producto.

d) Elasticidad de producción ( $E_p$ )

La elasticidad de la respuesta con respecto al factor, se define como el cambio relativo (%) en el PT, con respecto al cambio relativo en el factor. Se determina dividiendo el PM por el PP correspondiente (4, 6, 7).

$$E_{p1} = PM_1 / PP_1 \quad (10)$$

$$E_{p2} = PM_2 / PP_2 \quad (11)$$

e) Costo variable total (CVT)

Es la suma de las cantidades gastadas en cada uno de los factores variables empleados. Se obtiene multiplicando el factor variable por su precio (6, 7).

$$CVT_1 = N \cdot P_N \quad (12)$$

donde:

$N = f^{-1}(\hat{Y})$  función inversa de la superficie de respuesta

$P_N$  = precio del nitrógeno S/. 282/kg

$$CVT_2 = P \cdot P_p \quad (13)$$

donde:

$P = f^{-1}(\hat{Y})$

$P_p$  = precio del fosfórico S/. 249/kg

f) Costo variable promedio (CVP)

El costo variable promedio se obtiene dividiendo el costo variable total por el número de unidades producidas (6, 7).

$$CVP = CVT / \hat{Y} \quad (14)$$

g) Costo marginal (CM)

Es la adición al costo total atribuible a una unidad adicional de producción. Se obtiene derivando la función de costo variable total con respecto a la producción (6, 7).

$$CM = \frac{\partial (CVT)}{\partial \hat{Y}} \quad (15)$$

2) Relaciones factor-factor

La función de producción con dos 1, se representa mediante una superficie de respuesta en un espacio tridimensional. Si se proyecta la superficie de respuesta en un plano que está formado por dos ejes correspondientes a los factores, se obtienen diversas funciones para el análisis económico.

a) Ecuaciones de isocuanta

Isocuanta es una curva en el espacio de insumos, que muestra todas las combinaciones de factores posibles, físicamente capaces de generar un nivel dado de producción. Se obtiene en la función de producción 1, cuando uno de los factores es función del otro factor a un nivel determinado de producción - (4, 6, 7).

$$P = f(N, \hat{Y}^*) \quad (16)$$

donde  $Y^*$  = nivel de producción estacionario.

b) Tasa marginal de sustitución (TMS).

Mide el número de unidades en que disminuye un factor por unidad de incremento en el otro, para que el nivel de producción permanezca constante. La  $TMS_{2.1}$  de fósforo por nitrógeno, se obtiene dividiendo el  $PM_1$  por el  $PM_2$  con signo negativo (4, 6, 7).

$$TMS_{2.1} = PM_1 / PM_2 \quad (17)$$

c. Elasticidad de sustitución (ES)

La elasticidad de sustitución de P por N, indica el cambio relativo en P, dividido por el cambio relativo en N, al mismo tiempo el producto se mantiene constante (4).

$$ES_{2.1} = TMS_{2.1} \frac{N}{P} = \frac{PM_1}{PM_2} \cdot \frac{N}{P} \quad (18)$$

d. Isoclinas

Una isoclina es el locus de todas las combinaciones de factores (N, P) que tienen la misma tasa marginal de sustitución. De otro modo, unen puntos de igual curvatura en las isocuantas. La familia de ecuaciones de isoclina se derivan resolviendo por el diferencial implícito de un factor respecto a otro e igualando a-k, que es el valor de la tasa marginal de sustitución y especifica una isoclina particular (4, 6, 7).

$$dp/dn = -k \quad (19)$$

e. Líneas frontera

Son dos isoclinas que delimitan las combinaciones racionales de la producción. Se obtiene en (19) cuando la tasa marginal de sustitución es cero e infinito, respectivamente (4, 6, 7).

$$dP/dN = 0, \quad dP/dN = \infty \quad (20)$$

3) Maximización del beneficio neto ( $\pi$ )

En los estudios de superficies de respuesta, la meta final del investigador es estimar los niveles de los factores que producen al agricultor la máxima ganancia económica. De (1), la función de beneficio neto o de ingreso-neto resulta (4, 6, 7).

$$\pi = P_y \hat{Y} - (P_N N + P_P P) \quad (21)$$

donde

$\pi$  = beneficio neto

$P_y$  = precio del producto S/.157/kg de cebada

$P_N$  = precio del factor nitrógeno S/.282/kg

$P_P$  = precio del factor fósforo S/.249/kg

Puesto que el problema del agricultor es maximizar el beneficio neto, entonces obteniendo las derivadas parciales de  $\pi$  con respecto a N y P e igualando a cero, resulta de (21)

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial N} &= P_y \frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} - P_N = 0 \\ \frac{\partial \pi}{\partial P} &= P_y \frac{\partial \hat{Y}}{\partial P} - P_P = 0 \end{aligned} \quad (22)$$

Conocidas como las condiciones de primer orden, cuyas soluciones produce supuestamente los niveles óptimos económicos de los fertilizantes. Las condiciones de segundo orden, implican que los Hessianos  $H_1$  ( $\partial^2$  y  $H_2$ ) 0, respectivamente, para que sea máximo.

$$H_1 = \frac{\partial^2 \pi}{\partial N^2}, \quad H_2 = \begin{matrix} \frac{\partial^2 \pi}{\partial N^2} & \frac{\partial^2 \pi}{\partial P \partial N} \\ \frac{\partial^2 \pi}{\partial N \partial P} & \frac{\partial^2 \pi}{\partial P^2} \end{matrix} \quad (23)$$

### 3. Resultados y discusión

Efectuado el análisis de variancia para los tratamientos y el diseño experimental correspondiente, no se ha encontrado diferencia significativas en ninguna de las fuentes de variabilidad (Cuadro 14). Este resultado puede deberse a la gran virulencia de la roya amarilla durante el período de experimentación y que además los tratamientos tuvieron diferentes dosis de N, elemento esencial para la infección por la roya amarilla. De esta manera la respuesta de los tratamientos han sido atenuados o reducidos (1, 2, 10), incrementando la variabilidad de los mismos. Estimada la superficie de respuesta (24), propuesta en (1), indica mediante sus coeficientes

$$\hat{Y} = -5993 + 65.394 N + 135.916 P - 0.0204 N^2 - 0.454 P^2 - 0.803 NP \quad (24)$$

de regresión múltiple que es una función de producción esperada. Si el coeficiente  $b_0$  tiene un valor negativo, hace notar que el espacio de exploración escogido fue muy estrecho. Los coeficientes de los términos lineales

(N,P) y cuadráticos ( $N^2$ ,  $P^2$ ) son normales; lo mismo se puede decir de la interacción (NP), aunque generalmente ocurren con signo positivo. Las pruebas de hipótesis para el modelo no fue significativa (Cuadro 15), de igual manera los coeficientes de la función, no son significativos a la prueba de t.:

coeficientes :  $b_1$   $b_2$   $b_3$   $b_4$   $b_5$

valores de  $t_c$  : 1.26 3.09 -0.31 -1.42 -0.94

Estas pruebas nuevamente hacen pensar que las diferentes variables no pudieron expresar sus características en la producción de grano de cebada, por la presencia severa de la roya (1, 2, 10).

Cuadro 14. Análisis de Variancia

Cebada desnuda (preliminar)				
FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	3	161 545.0	53 848.3	0.57 ns
Tratamientos	9	1 143 706.6	127 078.5	1.34 ns
P.Puebla II		834 298.5	104 287.3	1.10 ns
Testigo		309 408.1	309 408.1	3.27 ns
Error Exp.	27	2 555 252.0	94 638.9	
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>3 860 503.6</b>		
		ns : $P \leq 0.5$	CV = 17 %	
Superficie de respuesta				
FV	GL	SC	CM	Fc
Sup. Respuesta	5	175 563.33	35 112.66	3.19 ns
Error	3	33 007.46	11 002.48	
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>208 570.79</b>		
		ns : $P \leq 0.05$	CV = 6% $R^2 = 84 \%$	

Cuadro 15. Valores de Producción

NITROGENO					
N kg/ha	PT kg/ha	PP	PM	E p	VPM S/.
60	1 926	32.1	0.9	0.03	141.3
70	1 933	27.6	0.5	0.02	78.5
82	1 936	23.6	0.0	0.00	0.0
90	1 934	21.5	-0.4	-0.02	- 62.8
100	1 929	19.3	-0.8	-0.04	-125.6

FOSFORO					
P kg/ha	PT kg/ha	PP	PM	E p	VPM S/.
50	1 601	32	24.7	0.8	3 878
60	1 802	30	15.6	0.5	2 449
70	1 912	27	6.5	0.2	176
77.3	1 936	25	0.0	0.0	0
90	1 861	21	-11.7	-0.6	-1 806

a. Análisis agroeconómico

Primeramente, se analiza las relaciones factor - producto para los insumos N y P, posteriormente las relaciones N- P, concluyéndose con la maximización del beneficio neto.

1) Relaciones nitrógeno-cebada

En la función estimada (24), es posible determinar los niveles de los factores que maximicen biológicamente la producción de grano, derivando parcialmente la función con respecto a cada factor, igualando a cero y resolviendo el sistema de ecuaciones; resulta 82 kg de N/ha y 77.3 kg de P/ha. En el análisis N-cebada, el nivel de fósforo debe de mantenerse estacionario, en esta oportunidad se prefiere en su valor máximo físico. Este valor se reemplaza en (24) y resulta la función de producción o de producto total - - ( $PT_1$  o  $Y_1$ ) definida en (2). Para diferentes valores de N se obtiene la curva.

$$\hat{Y}_1 = 1800.525 + 3.322 N - 0.020 N^2 \quad (25)$$

de  $PT_1$  (Cuadro 15 y Figura 24), que apenas describe una curvatura parabólica, en la que se puede identificar la etapa II de la función de producción con incrementos decrecientes, con elasticidad de producción menores de uno. Es la etapa de importancia económica y en cualquier punto de este tramo se ubica el punto de máximo rendimiento económico. Cuando la elasticidad de producción se hace cero, se identifica la máxima producción biológica con 82 kg de N/ha; y cuando la  $EP_1$  se hace negativa la curva de  $PT_1$  describe la etapa III de incrementos negativos. Las curvas de producto promedio y producto marginal tienen pendiente negativa, además el  $PM_1$  se hace cero cuando la curva de  $PT_1$  rinde la máxima producción física.

$$PM_1 = 3.322 - 0.0408 N \quad (26)$$

2) Relaciones fósforo - cebada

En la función (24) y (3) con nitrógeno 82 kg/ha que maximiza la producción biológica, se obtiene la función (22) de  $PT_2$ , con fósforo variable para diferentes niveles de P

$$\hat{Y}_2 = -767.862 + 70.07 P - 0.454 P^2 \quad (27)$$

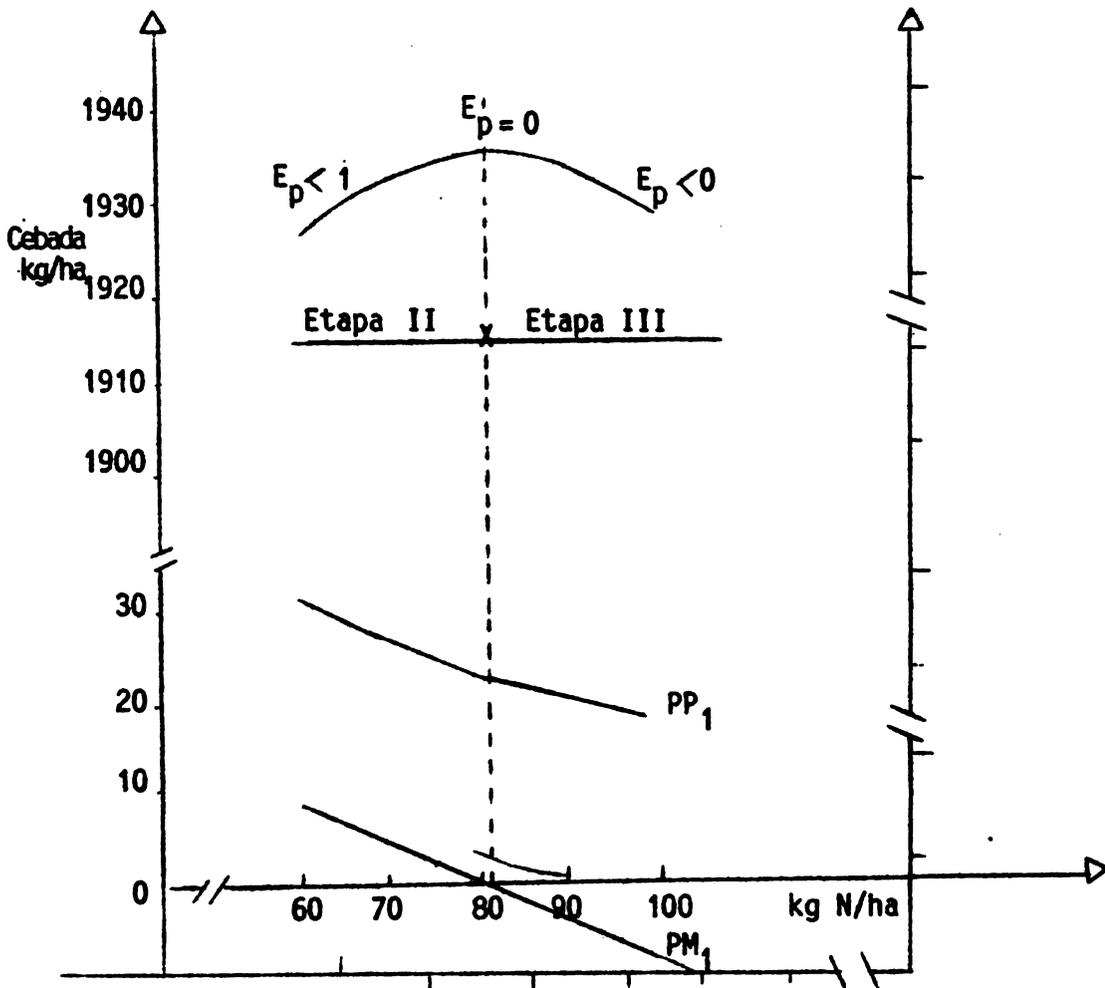


Figura 24. Curvas de producción de cebada con factor variable nitrógeno

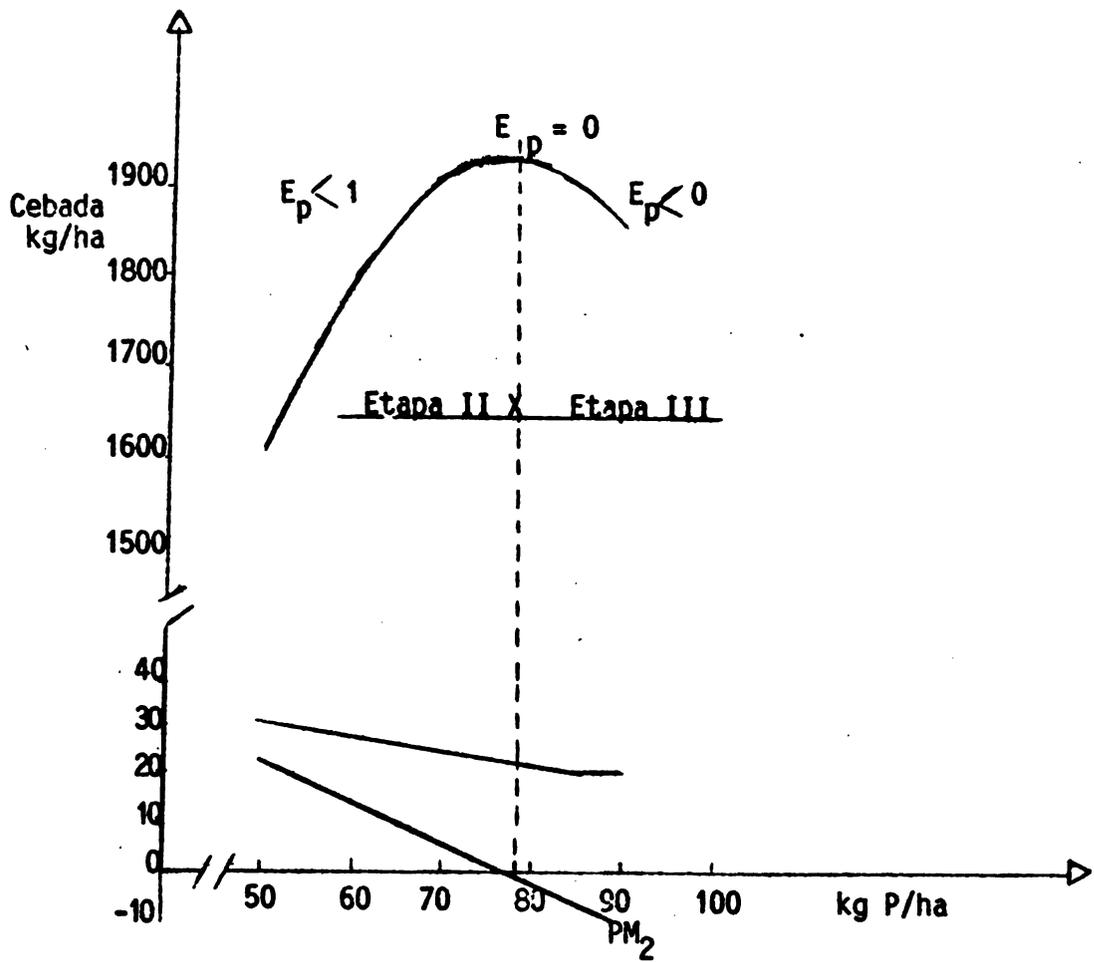


Figura 25. Curvas de producción de cebada con factor variable fósforo

se obtiene el cuadro 15, con sus valores se ha dibujado la Figura 25. La curva de  $PT_2$  también es una parábola más pronunciada, que describe las dos etapas de la función de producción. La región económica de incrementos decrecientes con  $E_p < 1$ , tiene un rango de 1 600 hasta 1936 kg/ha de rendimiento de cebada, con niveles de 50 a 77.33 kg/ha de P. En cualquier lugar de este tramo se ubica el máximo retorno económico para el agricultor, dependiendo de la magnitud de los valores de los precios del producto como del factor. El  $PP_2$  y el  $PM_2$  también tienen pendiente negativa por la ley de incrementos decrecientes, el  $PM_2$  se hace cero cuando el  $PT_2$  produce el máximo nivel de grano de cebada.

$$PM_2 = 70.07 - 0.908 P \quad (28)$$

### 3) Valor del producto marginal

El valor del producto marginal representa la curva de demanda del factor a corto plazo. En el cuadro 15 se observa los valores que describen una línea recta con pendiente negativa, que relacionan las cantidades a utilizarse de cada factor según el precio de los mismos.

### 4) Funciones de costo

Aplicando las fórmulas (12) y (13) en las funciones (25) y (27) respectivamente, se obtienen las funciones de costo variable total para cada caso. Haciendo variar la curva de producto total en la región económica, con diferentes niveles de cada factor, se obtienen las funciones de  $CVT_1$  y  $CVT_2$  (Cuadro 16).

$$CVT_1 = 22\,961 - 6\,911.765 (157.959 - 0.0816 \hat{Y}_1^*)^{1/2} \quad (29)$$

$$CVT_2 = 19\,215 - 274.229 (3\,515.363 - 1.816 \hat{Y}_2^*)^{1/2} \quad (30)$$

que describen valores crecientes a medida que se incrementan los niveles de los factores. Aplicando la fórmula (14) se obtiene las funciones de costo variable promedio (cuadro 16) en cada caso indican el costo unitario por el uso del factor, para producir un kg de producto (Figuras 26 y 27).

Cuadro 16. Valores de Costos

<u>N I T R O G E N O</u>				
PT kg/ha	N kg/ha	CVT S/	CVP S/ / kg Y	CM S/ / kg Y
1 926	60	16 804	8.7	315.8
1 933	70	19 703	10.2	592.9
1 935	80	21 226	10.9	1 123.5
1 936	82	22 961	11.9	

<u>F O S F O R O</u>				
PT kg/ha	P kg/ha	CVT S/	CVP S/ / kg Y	CM S/ / kg Y
1 601	50	12 454	7.8	10.0
1 802	60	14 941	8.3	15.9
1 912	70	17 414	9.1	37.9
1 936	77.3	19 215		

Derivando las funciones (29) y (30) con respecto al producto total ( $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2$ ) de acuerdo al procedimiento correspondiente (15), se obtienen las funciones de costo marginal.

$$CM_1 = 282 ( 157.959 - 0.0816 \hat{Y} ) - 1/2 \quad (31)$$

$$CM_2 = 249 ( 3 515.363 - 1.816 \hat{Y} ) - 1/2 \quad (32)$$

Las funciones de costo marginal representan a las funciones de oferta de grano de cebada, en una economía estática y a corto plazo. Dentro de la región económica, cada punto de la curva representa el volumen de cebada que se puede producir a diferentes precios del producto en el mercado (Figuras 26 y 27).

### 5) Relaciones fósforo - nitrógeno

El análisis de las relaciones entre los diferentes factores que han intervenido en la producción, se inician con las funciones de isocuantas. Estas se deducen de la superficie de respuesta (24), mediante el procedimiento correspondiente (16).

$$P = \frac{-(135.916 - 0.803N) + (7589.871 - 99.525 N^2 + 0.608 N - 1.816 \hat{Y})^{1/2}}{-0.908} \quad (33)$$

En la Figura 28 se ilustra dos isocuantas, la primera con 1800 kg/ha de rendimiento y la otra con 1000 kg/ha de cebada grano. Las isocuantas por definición deben describir curvas convexas con respecto al origen - - (4, 6, 7). Sin embargo en casos muy excepcionales se reporta isocuantas cóncavas, como en experimentos de alimentación en ganadería (5). En esta oportunidad, también se obtiene isocuantas cóncavas, la razón fundamental se atribuye a una contribución muy leve de las variables nitrógeno ( $N$ ,  $N^2$ ) en la superficie de respuesta (24), por la severidad de la roya en el experimento que prefiere infestar con mayor virulencia cereales con mayores niveles de nitrógeno (1, 2, 10).

A través del procedimiento (20), se han determinado las isoclinas frontera (34), (35). En la figura 28 se observa las dos funciones lineales que convergen en el punto de mayor producción biológica (1936 kg/ha), cuando los insumos requeridos de  $N$  y  $P$  son 82 y 77.3 kg/ha respectivamente. Estas líneas delimitan la región económica de la función de producción (24) y las del producto total (25) y (27), cualquier combinación de niveles de factores en esta región, aporta al agricultor el máximo ingreso económico. Del mismo modo la familia de ecuaciones de isoclina (36) proveniente de (19).

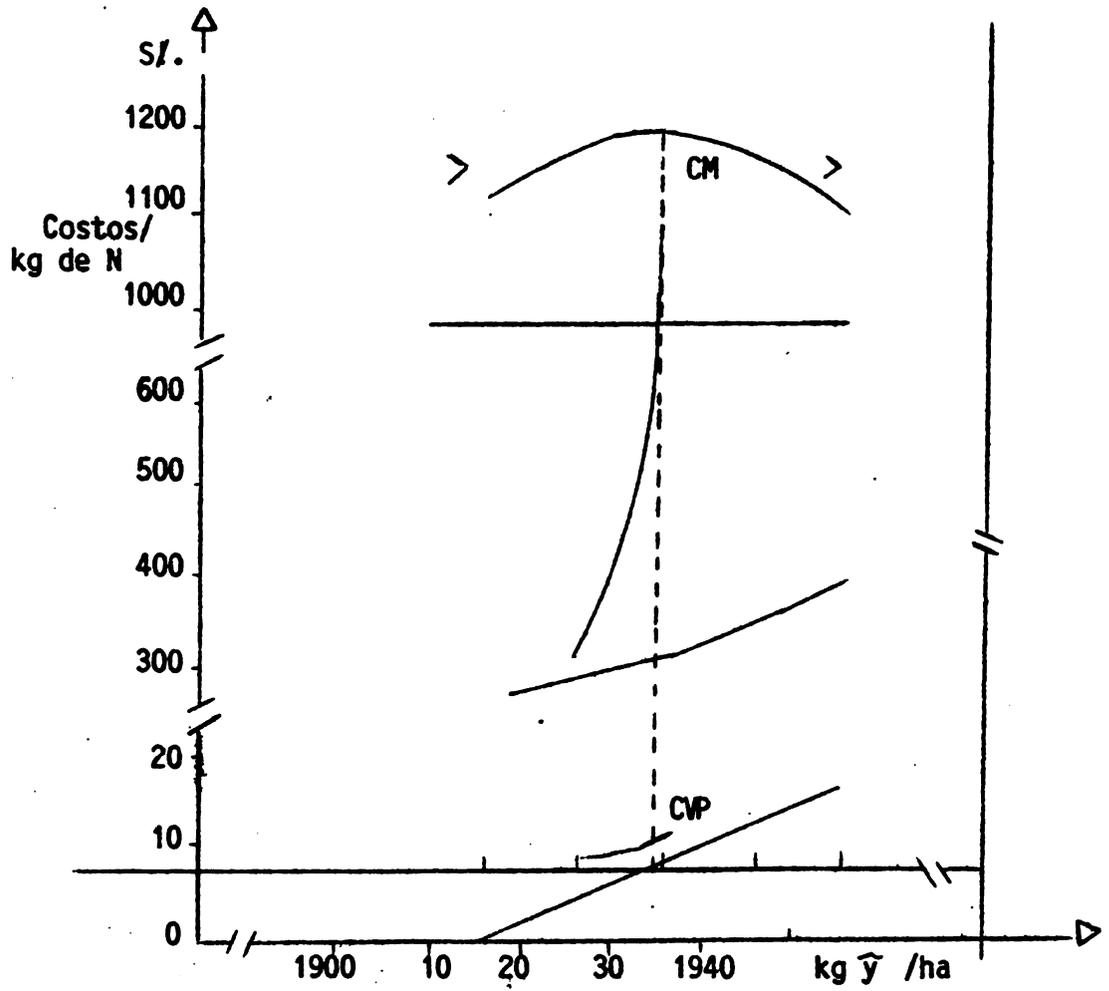


Figura 26. Curvas de costos de cebada con factor variable nitrógeno

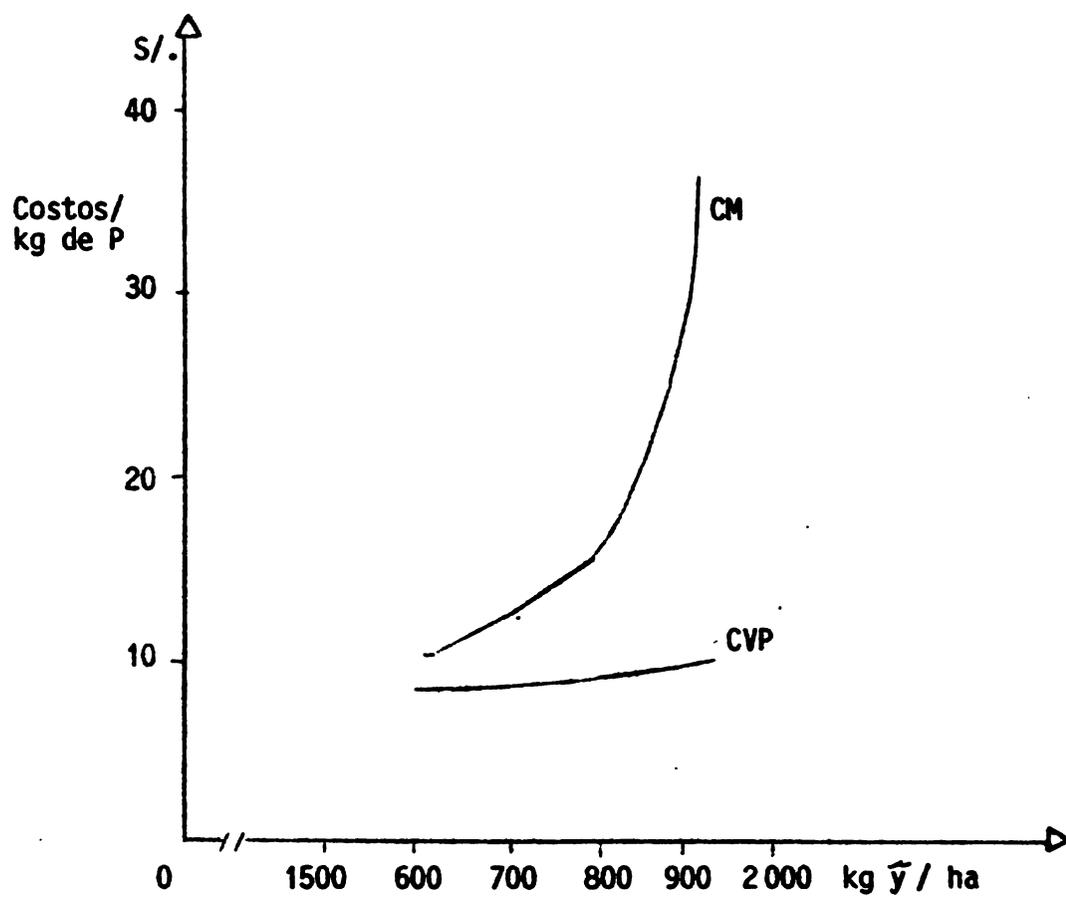


Figura 27. Curvas de costos de cebada con factor variable fósforo

$$P = \frac{65.394 - 0.0408 N}{0.803} \quad \text{cuando } -k = 0 \quad (34)$$

$$P = \frac{135.916 - 803 N}{0.908} \quad \text{cuando } -k = c_0 \quad (35)$$

identifica puntos de cualquier isocuanta, de tal modo se obtiene el máximo retorno económico en función de los precios de los factores N y P ( $-k = -P_N/P_P = S/282/ S/ 249$ , figura 28).

$$\frac{\partial P}{\partial N} = \frac{-65.394 + 0.0408 N + 0.803 P}{135.916 - 0.908 P - 0.803 N} = -K \quad (36)$$

La ecuación (36) es útil para el análisis de sensibilidad de requerimientos de N y P, cuando los precios de éstos tienden a fluctuar por inflación, los cuales originan diferentes isoclinas que identifican niveles de N y P en cualquier isocuanta o nivel de producción deseado.

Mediante la definición (17) se tiene la función de la tasa marginal de sustitución de fósforo por nitrógeno, de tal modo se mantiene el nivel de producción sobre la isocuanta de 1800 kg/ha (cuadro 17).

$$TMS_{2.1} = \frac{-65.394 + 0.00408 N + 0.803 P}{135.916 + 0.908 P - 0.803 N} \quad (37)$$

Del mismo modo, por (18) se ha calculado las elasticidades de sustitución de P por N, para la misma isocuanta (cuadro 17). Aunque los valores no son los esperados por la concavidad de las isocuantas, sin embargo con propósitos i-lustrados es posible especular por ejemplo cuando se requireren 50 y 73.1 kg/ha de N y P. En ese punto la  $TMS_{2.1}$  indica al sustituirse 1 kg de P se requiere 0.16 kg de N; para el mismo punto la  $ES_{2.1}$  explica cuando se sustituye 1% de P se requiere 0.1% de N, de tal modo el nivel de producción se mantiene en 1800 kg/ha. A medida que se desplaza los puntos sobre la isocuanta con mayores incrementos de N por sustituciones de P, la  $TMS_{2.1}$  y  $ES_{2.1}$  se incrementan.

Cuadro 17. Tasas Marginales de sustitución y elasticidades de sustitución, (sobre la isocuanta de 1800 kg/ha de cebada desnuda).

N kg/ha	P kg/ha	TMS <sub>2.1</sub>	ES <sub>2.1</sub>
10	76.8	- .06	- .008
50	73.1	- .16	- .1
90	51.4	-1.20	-2.1
100	37.9	-1.46	-3.9
130	10.1	-2.33	-29.9

#### 6) Maximización del beneficio

El máximo beneficio neto para el agricultor se logra a través de las funciones (21), (22) y resolviendo las ecuaciones simultáneas (38)

$$\begin{aligned}
 65.394 - 0.0408 N - 0.803 P &= S/ 2828 / S/ 157 & (38) \\
 135.916 - 0.908 P - 0.803 N &= S/ 249 / S/ 157
 \end{aligned}$$

Se requiere de 82 y 75 kg/ha de N y P para lograr el rendimiento con el máximo retorno económico, con una producción de 1934 kg/ha de cebada.

Resolviendo los Hessianos (23) resultan  $H_1 = -0.803$  y  $H_2 = -0.608$  e indican que las soluciones de (38) no llegan a maximizar el beneficio neto; la razón fundamental es la bajísima contribución de N en la superficie de respuesta. Sin embargo las soluciones al encontrarse dentro del espacio de exploración, son los mejores resultados obtenidos.

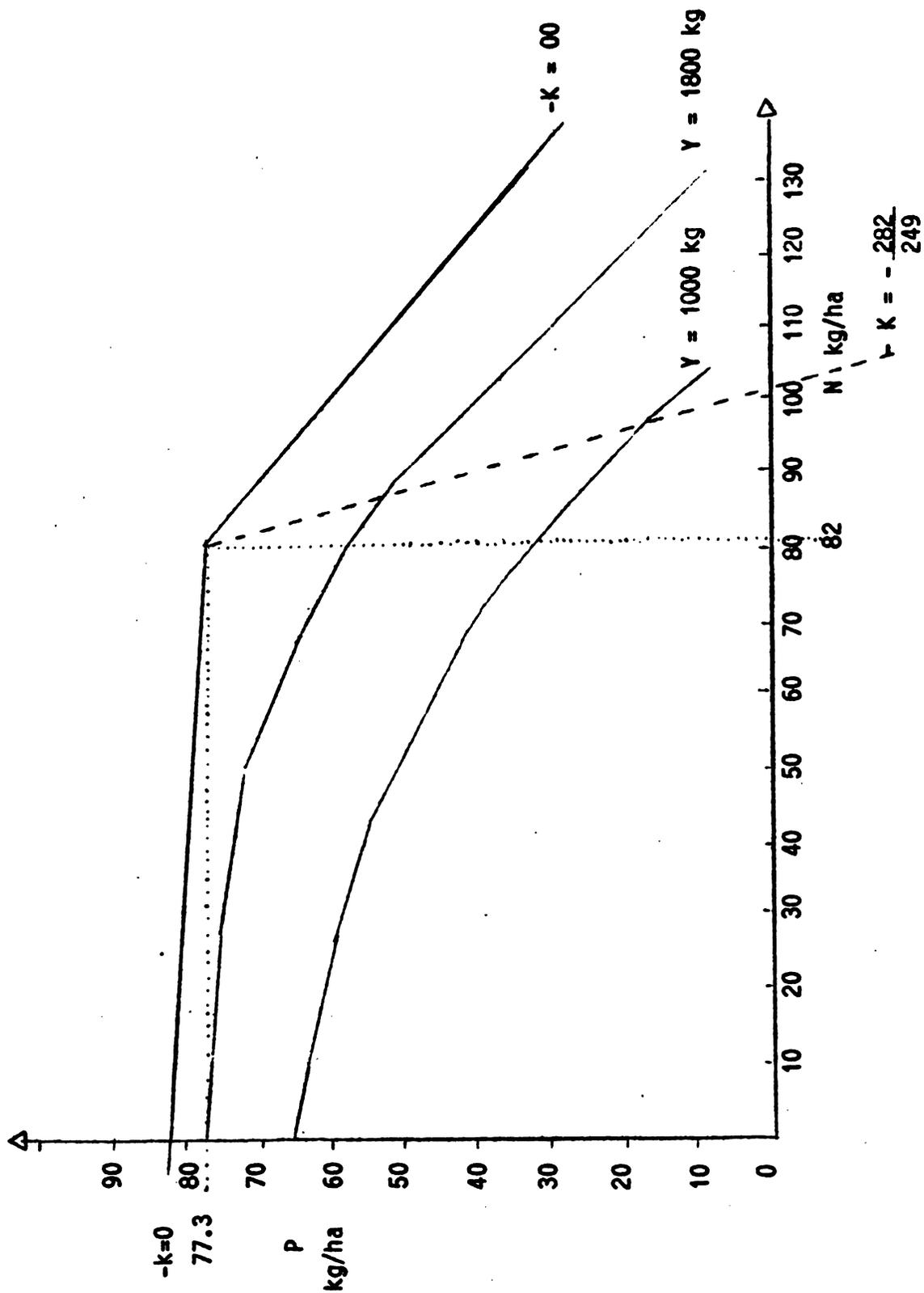


Fig. 28. Isocuantas "cóncavas" (líneas frontera e isocлина de costo mínimo con  $N, P$ .)

### 7) Rentabilidad

La rentabilidad es una diferencia entre ingresos y costos, reemplaza las soluciones de (38) en (21), se obtiene un beneficio o utilidad de S/ 261 839 / ha.

$$\pi = S/ 157 (1934) - ( S/ 282 \times 82 + S/ 249 \times 75)$$

$$\pi = S/ 303638 - S/ 41799 = S/ 261 839 \quad (39)$$

Al mismo tiempo es importante analizar el retorno adicional por la fertilización de N y P. El rendimiento promedio del testigo absoluto fue de 1558 kg/ha, restando del rendimiento con fertilización 1934 - 1558 = 376 kg/ha de cebada grano adicional y multiplicando por su precio resulta S/ 157 x 376 = S/ 59 032 de ingreso atribuible a la fertilización; los costos incurridos en los fertilizantes suman S/ 41 799 (39), relacionando con el ingreso adicional se tiene una relación beneficio neto/costo mayor de uno, confirmado la rentabilidad:  $BN/C = S/ 59 032 / S/ 41 799 = 1.41$ . De otro modo el ingreso adicional cubre los costos por fertilización y procura una ganancia neta adicional de  $S/ 59 032 - S/ 41 799 = S/ 17 233$  /ha.

### 4. Conclusiones

A pesar de la severidad del año agrícola, fue posible estimar la superficie de respuesta de cebada grano en función de nitrógeno y fósforo, mediante una función cuadrática, que permitió efectuar el análisis económico factor-producto y factor-factor.

Se estimó la región económica de la función de producción, donde fue posible determinar los niveles de 82 y 75 kg/ha de nitrógeno y fósforo, que rinde el máximo retorno económico con 1934 kg/ha de cebada grano, originando un beneficio o utilidad de S/ 261839 /ha con los precios actuales.

Relacionando el ingreso adicional con respecto al testigo absoluto por el uso de fertilizantes, se logra una ganancia adicional de S/ 17233/ha, y una relación beneficio neto/costo mayor de uno (141), confirmando la rentabilidad por el uso de los factores.

La presencia de la roya amarilla atenuó considerablemente la contribución de nitrógeno en la función de respuesta.

Literatura consultada (\*)

1. ANDRADE, S. et al. Efecto del Puccinia graminis avenae en la producción y calidad del forraje de avena. Bogotá, Agricultura Tropical, 1967. 22(9): 555-601
2. BEVER, W.M. Influence of stripe rust on growth, water economy and yield of wheat and barley. USA, Journal Agronomical Research, 1937. 54: 375-385.
3. CHAQUILLA, OSCAR. Matrices Plan Puebla en superficies de respuesta. Puno, Perú, UNTA e IICA - Fondo Simón Bolívar. Boletín Técnico serie Quinua Nº 14, 1979. 13 p.
4. DILLON, J.L. The analysis of response in crop and livestock production. USA, Pergamon Press, Oxford, 1968.
5. EPPLIN F. BHIDE, S and HEADY, E.O. Empirical investigations of beef gain roughage-concentrate substitution. USA. American Journal Agriculture Economic. 1980. 63 (2): 468-477
6. HEADY, E.O. and DILLON, J.L. Agricultural production functions, USA, Iowa State University Press, Ames, 1972. 667 p.
7. XEXEM, R.W. and HEADY, E.O. Water Production functions for irrigated agriculture. USA, The Iowa State University Press, Ames, 1978. 215 p.
8. MONTES DE OCA, A.R. Evaluación de cuatro variedades de cebada cervecera, con cinco niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Ing. Agr. UNTA, Puno, 1976. 80 p.
9. STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. USA, Mc Graw Hill, New York, 1960. 481 p.
10. WILCOXSON, R.D. Effects of fertilizers on show rusting in wheat. USA, Phytopathology, 1980. 70: 930 - 932.

---

(\*) Por Oscar Chaquilla para este tema.

## V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proceso de aplicación de la Teoría General de Sistemas (TGS) al ámbito agropecuario de Puno, comenzó mediante encuestas a familias de comunidades campesinas. Es decir, se partió desde la unidad mínima de decisión y ejecución siendo, a su vez, allí donde están centrados los problemas sociales del altiplano, pues representan el 70% de las familias rurales. El punto de vista del equipo era buscar soluciones técnicas y económicas que mejoraran la situación actual de esa sociedad, caracterizada por disponer de tan escasos recursos que no alcanzan para cubrir sus necesidades básicas, ni de alimentación y nutrición, ni de trabajo continuo en el predio durante todo el año.

La familia, constituida por 5 personas, dispone de 4.2 hectáreas productivas (43% con cultivos), pastoreando en el resto 4.4 vacunos y 18 ovinos.

Los rendimientos declarados en kg/ha fueron: 4 049 en papa, 712 en cebada grano, 658 en quínoa y 1.5 litros de leche por vaca en ordeño.

En promedio, la producción predial sólo cubre el 65% de los requerimientos familiares.

El conocimiento logrado de la unidad familia - predio dio por resultado la formulación de un modelo microeconómico (figura 6) que permitió ordenar la búsqueda de información agroeconómica, aparecieron vacíos de información, especialmente en el área de pasturas y ganadería.

La participación en un conversatorio sobre camélidos permitió ofrecer un ejemplo de modelo insumo/producto en alpacas, a un primer nivel de información (figura 7), proponiendo un modelo mínimo para comprar vacunos con ovinos y alpacunos (cuadro 5).

La información de las 66 unidades familia-predio encuestadas permitió proponer un modelo de desarrollo endógeno, resumido en la figura 9.

Al registrarse la sequía del período 1982/83, se analizó información existente que permitió visualizar los ciclos de sequías e inundaciones desde 1932 hasta 1982 (figura 10).

Además, se analizó la irregularidad de las lluvias anuales, aunque el pro medio plurianual indique que el 75% de las precipitaciones se registraron de enero a marzo. Estos riesgos climáticos sirven para introducir un modelo de riesgos de comercialización y de precios, cuyos datos no se dispusieron.

Las condiciones naturales del altiplano lo califican como área de producción ganadera, relacionando el manejo animal con el período de crecimiento de las pasturas (figura 12) y la necesidad de establecer un método de reservas forrajeras que cubran los períodos de sequía e inundaciones.

Este análisis condujo a iniciar la evaluación económico-financiera de tec nologías andinas, tales como andenes y cochas.

Al estudiar las fuerzas de configuración de la unidad agropecuaria (figu ra 14), se facilita la comprensión de criterios agronómicos utilizados por el productor en la toma de decisiones.

Este conjunto de conocimientos y experiencias, cimentados en el interés de los colegas en el ámbito puneño, fundamenta consideraciones sobre el desa rrollo rural por sistemas para Puno, recordando que son el resultado de un proceso de investigación agroeconómica.

Al generalizar los trabajos, se puso en evidencia la importancia de la es tructura de la propiedad agropecuaria junto con los problemas previsibles de un proceso de pulverización de la propiedad y empobrecimiento del campesino.

Se presento entonces, gracias a la aplicación de la TGS, un vacío de in vestigación agroeconómica referido a la tipificación, rentabilidad y optimiza ción de las unidades agropecuarias. A tal efecto se vuelve a insistir en la consideración de los riesgos y se concluye proponiendo un flujo para la inves tigación de sistemas. Al analizar este flujo se puede comprender que se ha venido siguiendo el proceso previsto, pero aún no se pudieron alcanzar los re sultados esperados por razones diversas.

La obtención de información básica en la comunidad campesina Sutuca Urin-saya permite aplicar la metodología de la TGS hasta donde se tiene información suficiente y confiable, permitiendo diagramar un modelo adecuado en la figura 18.

Finalmente, se analiza la utilización de la Teoría General de Sistemas durante todo el proceso, lo que ha permitido institucionalizar la participación de la Oficina del IICA en el desarrollo agropecuario del altiplano puneño.

## VI.- RESUMEN

Este documento ordena y resume los conocimientos y experiencias adquiridos por un grupo de trabajo IICA-UNTA, interesado en verificar la utilidad de la Teoría General de Sistemas para el sector agropecuario. Las condiciones de incertidumbre y riesgo tanto climáticos como financieros que existen en el altiplano de Puno, hacían más interesantes esta confrontación.

El trabajo comenzó identificando sistemas reales de producción en las unidades familia-predio de comunidades campesinas. Su análisis incorporó técnicas estadístico-matemáticas adecuadas a la información disponible. De esta manera se originó un modelo agroeconómico que tiene en cuenta el ambiente: ecológico, económico, socio-cultural y político-institucional. Dentro de la comunidad campesina, se formuló un modelo orientado al análisis económico y cuantitativo, considerando las relaciones económicas clásicas de producción, hasta llegar a la función de comercialización en el mercado.

A través del trabajo, se fueron aportando como co-productos un estudio sobre la cebada y otro sobre la alimentación de la familia campesina.

El conocimiento adquirido permitió formular un modelo de desarrollo endógeno de la unidad agroeconómica familia-predio.

El programa de trabajo debía continuar con la investigación agroeconómica de la comunidad campesina, pero al ocurrir el fenómeno de la sequía se buscó una visualización macroclimática de los agrosistemas, incluyendo luego los riesgos de comercialización y de precios.

Estas experiencias se fueron generalizando hacia otras zonas altoandinas, como el Callejón de Huaylas, Huancayo, Arequipa, etc. Gracias a la participación en seminarios y cursos organizados por el INIPA, se difundieron experiencias en los CIPAs del sur peruano.

Esta sumatoria de experiencia y conocimientos permitió establecer una matriz para el análisis progresivo de sistemas (ecológico, económico, social, etc.) y su característica de manejo político-administrativo (inmodificable, influenciable y controlable). De esta manera se propusieron cambios según técnicas de proyección prospectiva.

Como resultado final de estas actividades, se institucionalizó en Puno la posibilidad de apoyo al desarrollo agropecuario local, mediante un Plan de Trabajo con los representantes del Sector Público Agrario.

LITERATURA CONSULTADA

1. ABEL, WILHELM. Política agraria. Buenos Aires, El Ateneo, 1960. 395 p.
2. AEROBOE, FRIEDRICH. Allgemeine landwirtschaftliche betriebslehre. Berlín, 1920.
3. ACKOFF, RUSSELL. Planificación y administración agropecuaria para el desarrollo rural. México, IICA, 1980. 6 p.
4. AVILA, LUCIO. El altiplano peruano. En Desarrollo Rural Andino, Puno, 1984. (1): 41-51.
5. BERMEJO, JOSE et al. Plan de Desarrollo de la Comunidad II Jilahuata. Azángaro, Puno, UNTA, 1981. 39 p.
6. BERTALANFFY, LUDWING VON. Teoría general de los sistemas. Mexico, Fondo de Cultura Económica, 1975. 311 p.
7. BUSCH, W. Landwirtschaftliche Betriebslehre. Essen , Alemania Federal, Girardet, 1958. 331 p.
8. BUSTINZA, VICTOR. Algunas características de la fibra y peso vivo de vi cuñas de Kola-Kola. En Revista de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno, 1981. (4): 74-77.
9. \_\_\_\_\_ . Investigación sobre alpacas. Puno, UNTA, 1982. 15 p.
10. CCAMA, FAUSTINO. Rural development and small farmers: The case of pea sants in the Puno, Perú área. Iowa, USA, 1981. 188 p.
11. \_\_\_\_\_ . Economía de las comunidades campesinas en Puno, Perú. En Desarrollo Rural de las Américas, San José, Costa Rica, Vol. 14 nº 2. 1982. (14): 91 - 100 p.
12. \_\_\_\_\_ . Tipificación de agricultores para proyectos de desarrollo rural, Lima, INIPA, 1984. 37 p.
13. CHAQUILLA, OSCAR. Análisis económico de respuesta en cebada. Puno, UNTA, 1981. 21 p.
14. CHAQUILLA, O. y CALLOHUANCA, A. Optimización de la productividad de ceba da en condiciones de agricultura de subsistencia. Huancayo, Perú, 1983. 12 p.

15. \_\_\_\_\_ . Análisis económico del efecto del granizo en la producción de cebada. Huancayo, Perú, 1983. 25 p.
16. CHAQUILLA, O. , TONINA, T.A. y CHAHUARES, E. Modelo del sistema agroecológico familia-predio en comunidades campesinas del altiplano-peruano. Lima, IICA, Publicación Miscelánea Nº 380, 1983. 69 p.
17. CHAQUILLA, OSCAR. Estructura modular comunal. En Seminario sobre la Ley de los Profesionales del Agro. Puno, Colegio de Ingenieros del Perú, 1984.
18. CHAHUARES, E., CHAQUILLA, O. y TONINA, T.A. Alimentación y producción de las familias campesinas de Puno, Perú. En Desarrollo Rural de las Américas, San José, Costa Rica, 1983. (15):133-142.
19. \_\_\_\_\_ . ¿ Como sobreviven las familias campesinas de Puno? En propuestas para el desarrollo. Lima, ANC. Nº 2, 1983. pp. 53-57.
20. \_\_\_\_\_ . Estudios económicos y sociales en comunidades campesinas, Puno, CIPA XV y UNTA, 1982.
21. CHAHUARES, ELEODORO. La adopción de tecnología para el desarrollo rural. En Forum sobre Desarrollo Rural de Puno, Puno, UNTA, 1981.
22. CHAHUARES, E., TONINA, T. y CHAQUILLA, O. Alimentación y producción en familias campesinas de Puno. En el Ingeniero, Puno, Colegio de Ingenieros del Perú, 1983. pp 8-14.
23. CHAVERRA, HERNAN. Enfoque de sistemas y la identificación de prioridades de la investigación agrícola. En Seminario de planificación institucional de la investigación agropecuaria. Lima, IICA, Serie Ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos nº 305, 1983. 102 p.
24. \_\_\_\_\_ . Análisis de sistemas de producción agrícola. Asesoría Caracas, IICA y FONAIAP, s.f. 17 p.
25. FIGUEROA, ADOLFO. La economía campesina de la sierra del Perú. Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 1981. 146 p.
26. FRANCOIS, CHARLES. Introducción a la prospectiva. Buenos Aires, El Ateneo, 1974. 225 p.

27. FRIES, ANA MARIA. Evolución y tecnología de la agricultura andina. Cusco, Perú, 1983. 193 p.
28. FOURASTIE, JEAN. La productividad. Barcelona, España, 1956. 115 p.
29. GALLEGOS, LUIS. En defensa de las comunidades campesinas. En Tarea Nº 6, Lima, 1982. pp. 35-37.
30. GRUPO TALPUY. Minka Nº 11, Huancayo, Perú, 1983. 4 p.
31. GROFF, G. y MUTH, Y. Modelos de decisión. Buenos Aires, El Ateneo, 1974. 225 p.
32. INSTITUTO INTERAMERICANO DE INVESTIGACIONES VETERINARIAS Y DE ALTURA Programa desarrollo integral de la alpaca. Lima, 1981. 159 p..
33. KAMINSKY, MARIO. Metodología de regionalización agropecuaria por tipificación: una aplicación al caso de Paraguay. En Desarrollo Rural de las Américas. San José, Costa Rica, 1982. 14 (2) : 23-45.
34. \_\_\_\_\_ . Regionalización de Colombia según niveles de campesinización. Bogotá, IICA, Oficina en Colombia, Publicación Miscelánea Nº 259, 1980. 83 p.
35. KAHN, H. y WIENER, A. El año 2000. Buenos Aires, Emecé, 1969. 532 p.
36. LAFFITE, V., COHAN, H. y SECCO, Y. El tratamiento del riesgo y de la incertidumbre en la evaluación de proyectos. Montevideo , IICA y MAP, 1976. 34 p.
37. MORLEY, F.H. ¿En qué consiste el enfoque de sistemas en la producción animal?. En Enfoque de sistemas en la investigación ganadera. Montevideo, Uruguay, IICA, 1974.
38. MOHR, ULRICH. Análisis de producción y procesamiento del *Lupinus mutabilis* en el Perú. Lima, 1984. 10 p.
39. OTAZU, VICTOR. ¿Qué es un modelo de desarrollo rural por sistemas? En Propuestas para el desarrollo. Nº 2, Lima, 1983. pp 36-38.
40. OTAZU, CHAQUILLA, O., TONINA, T. y AGUILAR, E. Desarrollo rural por sistemas para Puno. Puno, Perú, 1983. 14 p.
41. PANIAGUA, CARLOS G. Principales escuelas del pensamiento administrativo. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia, 1980.

42. PERU AGRARIO. Año III - Nº 9, 1979. 37 p.
43. RHOADES, R. y BOOTH, R. Del agricultor al agricultor: un modelo para la generación de tecnología apropiada. En : Desarrollo Rural de las Américas. San José, Costa Rica, 1983 (15): 89-99.
44. RAMIREZ, BALTAZAR. Recursos de agua y tierra en el departamento de Puno. Lima, Perú, IICA-UNTA-CIP-INIPA.
45. RIVERA, CARLOS. Importancia de la totora en las orillas de lagos y lagunas altoandinas en la investigación y planificación de proyectos de desarrollo regional. En : Mensajero Agrícola Nº 199 Lima, Perú. 1981.
46. ROMEO PACA, F. El plan de saca como método de selección. Puno, UNTA, 1982. 17 p.
47. ROZAS, JESUS. El sistema agrícola andino en la cc. de Amaru. En Agricultura andina, Cusco, IICA y CIID, 1983. 62 p.
48. RAUNTREE, JOHN. Aspectos fundamentales del enfoque de sistemas. Dublin, Colegio Lyons, 1977.
49. SCARSI, JUAN C. Enfoque de sistemas en la investigación ganadera. Monte video, Uruguay, IICA, 1974. 98 p.
50. SCHAEFER-KEHNERT, WALTER. Seminario de administración rural. Pergamino, Argentina. INTA, 1958, 50 p.
51. \_\_\_\_\_ . Análisis económico de las explotaciones agrarias. Buenos Aires, INTA, 1960. 180 p.
52. SPEEDING, C.R. Ecología de los sistemas agrícolas. Madrid, Blume, 1979. 320 p.
53. TAPIA, M. y FLORES J. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Perú. Lima, INIPA, 1984. 321 p.
54. TONINA, TEODORO A. Landwirtschaftliche Betriebs - systeme in Argentinien. Frankfurt an Main, Alemania Federal, Materiasammlungen Heft, 1962. 199 p.
55. \_\_\_\_\_ . Sistemas agroeconómicos de producción y de empresas ru rales. Santiago de Chile, IICA, Oficina en Chile, 1973. 21 p.

56. TONINA, T.A. et al. Productividad de cebada en comunidades campesinas de Puno, En : Seminario nacional sobre producción e investigación en cereales. Puno, UNTA-RFA, 1982.
57. TONINA, TEODORO A. Propuesta metodológica para el desarrollo rural integral de Puno, centrado en el hombre. En : I Forum regional sobre desarrollo rural. Puno, UNTA, 1982. 10 p.
58. \_\_\_\_\_ . Evaluación de eficiencia en procesos ganaderos. En : II Conversatorio nacional multisectorial sobre desarrollo de camélidos sudamericanos. Lima, INIPA, 1982. 14 p.
59. \_\_\_\_\_ . Enfoque económico para el desarrollo de unidades de producción en comunidades campesinas. En Seminario-Taller, Huaraz, Perú, 1983. 15 p.
60. \_\_\_\_\_ . Agroeconomía en la formulación y adopción de tecnología. En Curso Laderas, Huaraz, Perú, IICA, Serie Ponencias Nº 235, 1981.
61. \_\_\_\_\_ . Análisis de sistemas agroeconómicos de producción en la región de la costa. Lima, IICA, Oficina en Perú, 1984. 27 p.
62. \_\_\_\_\_ . Análisis de sistemas agroeconómicos de producción en la región de la sierra. Lima, IICA, Oficina en Perú, 1984. 31 p.
63. \_\_\_\_\_ . Anexo al documento precedente. Lima, IICA, Oficina en Perú, 1984. 13 p.
64. \_\_\_\_\_ . Análisis de sistemas agroeconómicos de producción de la selva, Lima, IICA, Oficina en Perú, 1984, 38 p.
65. TONINA, T.A. et al. Sistemas agroeconómicos de producción en una región de la selva alta, Lima, IICA, Oficina en Perú y UNAS de Tingo Maria, 1984. 21 p.
66. TONINA, TEODORO A. Ssistemas agroeconómicos de producción: Una propuesta metodológica. Lima, IICA, 1984. 8 p.
67. TONINA, T. y GIL, M. Sistemas agroeconómicos de producción lechera en Lambayeque-Perú. Lima, INIPA, IICA. Publicación Miscelánea. Nº 466, 1984. 195 p.

68. TONINA, T.A., CHAHUARES, E. y CHAQUILLA, O. Alternativas para el desarrollo del sistema agroeconómico familia-predio en Puno. En Seminario sobre la problemática agropecuaria del Departamento de Puno-Perú. Lima, UNTA, CIP e INIPA. Serie Ponencias N° 325, 1983. pp. 5-17.
69. TONINA TEODORO A. Evaluación económica del proceso investigación-extensión-adopción. Lima, INIPA e IICA, Serie Ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos N° 305, 1983. 102 p.
70. TORO BRIONES, GUILLERMO. Conceptos de teoría de sistemas aplicados a la investigación agrícola. Quito, Ecuador, Oficina IICA en Ecuador. s.f. 13 p.
71. WALLACE, E. Organizando los recursos humanos. En: Desarrollo Nacional, 1979. pp. 129
72. WIESER, WOLFGANG. Organismos, estructuras, máquinas. Buenos Aires, EUDEBA, 1962. 182 p.
73. WOERMANN, EMIL. Handwörterbuch der social-wissenschaften. Gotingen, República Federal de Alemania, 1958.





