

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

CARRERA: ECONOMÍA



TESIS DE GRADO

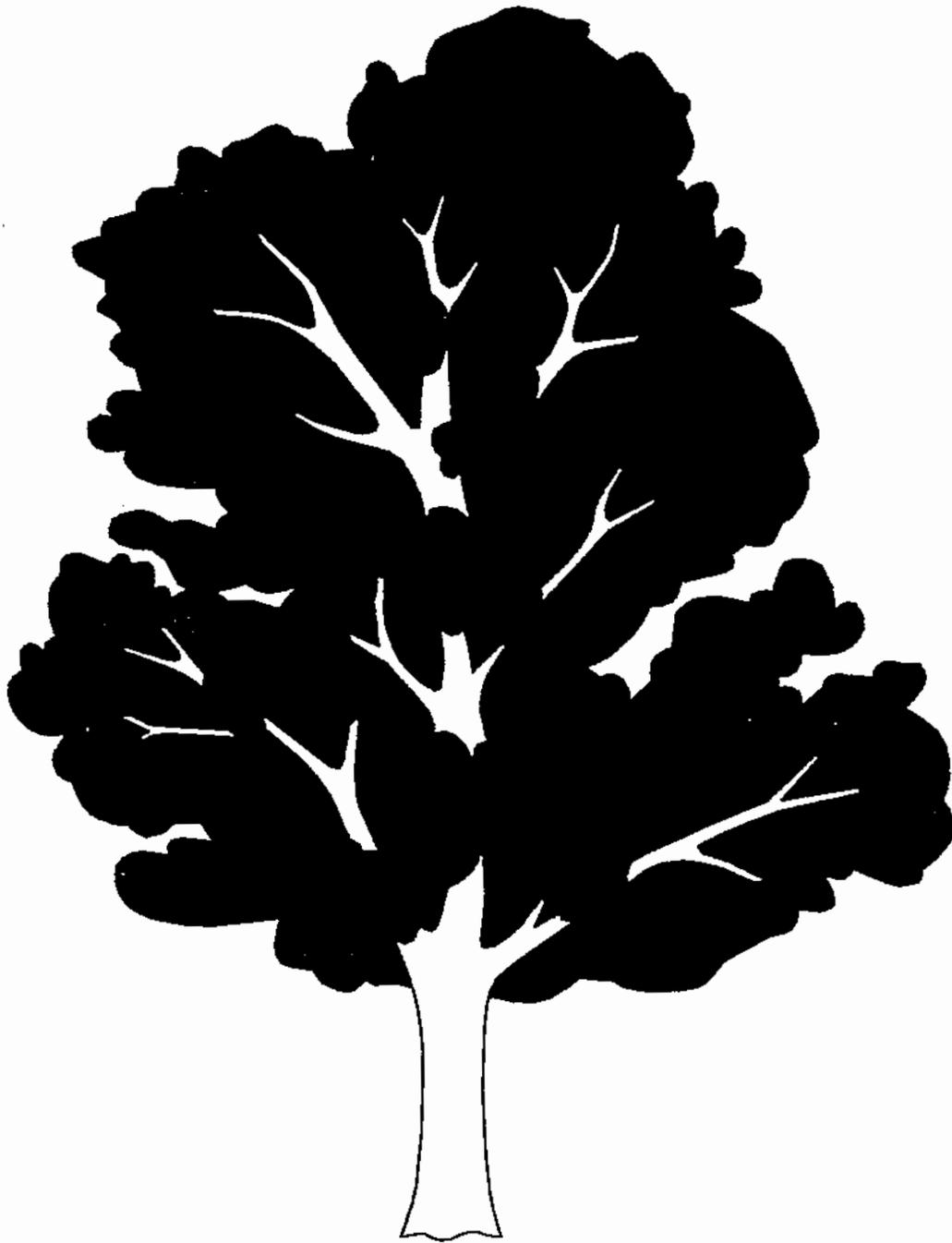
**“ Análisis Económico y Ecológico para
el Desarrollo Agropecuario ”**

Postulante: Víctor Jesús Cáceres Cáceres

Tutor : Lic. Máximo Bairon Castrillo

La Paz - Bolivia

1996



análisis económico y ecológico
para el desarrollo agropecuario

A mi querida Mamá: Francisca, por su sacrificio realizado en beneficio de todos sus hijos y por su ejemplo de fuerza, lucha y tesón.

Con cariño y aprecio a Abya Yala Clara, Eunice y Elena.

INDICE

INTRODUCCION	6
1. El problema ecológico y el desarrollo económico	12
1.1 Características del desarrollo económico Latinoamericano	14
1.2 Primeras formas de deterioro ecológico	20
1.3 Problemas ecológicos actuales	23
2. El problema ecológico y la contaminación del espacio agrícola	27
2.1 Los problemas de la contaminación minera	29
2.2 La contaminación urbana	32
2.3 La contaminación del espacio agrícola	35
2.4 Importancia del problema	37
2.5 Desagregación del problema	38
2.6 Alternativas	39
3. Contaminación en el río Choqueyapu	42
3.1 Introducción	44
3.2 Marco ecológico ambiental	44
3.3 El agua como recurso	46
3.4 Contaminación	47
a) La contaminación orgánica	
b) La contaminación tóxica	
c) Las materias en suspensión	
d) Las materias nutritivas (nitratos y fosfatos)	
e) La contaminación bacteriana	
f) La contaminación térmica	
3.5 Curso del río Choqueyapu	54
3.6 Disponibilidad y fuentes de agua	56
3.7 Contaminación de las aguas del río Choqueyapu	57
3.8 Indicador de contaminación. Demanda Bioquímica de Oxígeno	60
4. Marco teórico	65
4.1 Alcances	67
4.2 Teoría de las externalidades	71
4.3 Procesos de compensación	73
4.4 Marco tecnológico de ingeniería	77
4.5 Henejo del marco teórico	78
5. Análisis de la región agrícola de Río Abajo	79
5.1 Análisis geoeconómico	81
5.2 Características económicas	82
5.3 Población	84
5.4 Tenencia de la tierra	86
5.5 Tecnología	91
5.6 Demanda de alimentos, en el mercado urbano de La Paz	91

6. Incentivos al desarrollo de los cultivos de Río Abajo	94
6.1 Fundamentación y alcance	96
6.2 Presentación de la hipótesis	99
6.3 Variables de la hipótesis	99
6.4 Agregación de las variables	102
6.5 Características generales	105
7. Propuesta de la investigación	106
7.1 Introducción	10a
7.2 Estructura de precios	108
7.3 Costos de producción	112
7.4 Producción y rendimiento de la tierra	114
7.5 Ganancia y tasa de la ganancia	116
7.6 Alcances de la investigación	122
7.6.1 Análisis estadístico de los datos	
7.6.2 Matriz de correlación	
7.6.3 Análisis de regresión	
7.6.4 Indicadores de evaluación	
7.6.5 Correlación múltiple	
7.6.6 Coeficiente de determinación	
7.6.7 Análisis de la varianza (ANOVA)	
7.6.a Coeficiente de autocorrelación	
7.7 La prueba de la hipótesis	134
CONCLUSIONES	143
ANEXO	146
BIBLIOGRAFIA	150

INTRODUCCION

La presente investigación tiene como propósito, estudiar el comportamiento de la oferta agrícola que se origina en la región de los valles de Río Abajo, adyacente a la ciudad de La Paz mediante la incorporación de variables relacionadas con los procesos ecológicos.

El problema fundamental de la investigación es estudiar el proceso de contaminación de las aguas del río Choqueyapu y las consecuencias que se verifican en el deterioro del medio ambiente y la salud de la población, cuando se aplican estas aguas para el cultivo bajo riego.

Considerando que se trata de un problema multidisciplinario, la investigación utiliza esencialmente variables económicas para este propósito.

A su vez como se trata de un problema regionalizado y que por lo tanto representa un tipo de oferta particular, el análisis es esencialmente microeconómico.

De lo anterior se establece que los agregados macroeconómicos y sus principales variables se establecen en

términos definidos por el "ceteris paribus".

De la misma forma establecemos que las variables económicas se cuantifican, en base a las condiciones que se encuentran dentro de esta economía local.

En el capítulo primero: a) Se analiza el sistema económico que imperaba en la economía americana, cuyos sistemas económicos de recolección, subsistencia y excedentaria, a través de sus políticas de producción hacían un uso racional, de los recursos que les brindaba la naturaleza manteniendo un equilibrio con su entorno natural-social; b) Por otro lado se tiene el sistema económico español, que se basaba en la minería y el mercantilismo con una gran concentración de la fuerza de trabajo, donde podía notarse un predominio en el manejo de la producción agrícola en función de los requerimientos de la minería, lo que ocasionaba un deterioro ecológico debido a la explotación irracional de los recursos naturales y a la contaminación de los cursos de agua. Y la economía agrícola feudal donde había escasez de mano de obra, por el dominio de la actividad minera y además empezaba a notarse la pérdida de fertilidad de la tierra debido a la sobreexplotación.

En el segundo capítulo se presenta el problema ecológico

y la contaminación del espacio agrícola originado por la explotación minera que contamina el curso de agua de los ríos e influye en el deterioro de la calidad del agua lo que coadyuvo a la caída de la fertilidad de la tierra; Esto afecto implícitamente al espacio agrícola, que tiene como efecto la oferta de alimentos contaminados en el sistema urbano, dañinos para la salud de la población (especialmente de escasos recursos). Por lo tanto se observa una contaminación urbana que afecta al espacio agrícola en cuestión, por medio de la contaminación (polución) de las aguas del río Choqueyapu y su prolongación el río La Paz.

En el tercer capítulo se analiza la contaminación (polución) en el río Choqueyapu: contaminación orgánica, tóxica, con materias en suspensión, con materias nutritivas, bacteriana y térmica. Este proceso de contaminación de las aguas del río Choqueyapu tiene su evaluación a través de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.), en dos lugares concretos ; en el puente "Jaime Laredo" con una DBO de 395 mg/l en época de estiaje y de 150 mg/l en época de lluvia y en la estación de Lipari con una DBO de 101 mg/l. ¹

(1) Espinoza Graciela-Arce Carlos, "Estudio de la contaminación del río Choqueyapu"

Tesis de licenciatura UMSA La Paz 1987.

En el cuarto capítulo se hace la presentación del marco teórico por medio de dos aspectos: a) la teoría del consumismo, que se refleja en nuestro país por medio del efecto demostración, que se manifiesta en el consumo de las clases de altos ingresos, lo cual influye en un nivel elevado de contaminación orgánica e inorgánica; y b) la teoría de las externalidades, pudiendo constatarse las positivas y las negativas; estas últimas nos ayudan a través de la esfera de la compensación, vale decir por medio de la "internalización de las externalidades" y de los impuestos de control del nivel de la contaminación.

En el quinto capítulo presentamos el análisis de la región agrícola de Río Abajo: De la agricultura con riego que participa con una oferta alimentaria considerable hacia el área Metropolitana de La Paz, debido a sus bajos costos de producción y a sus bajos precios; Sin embargo esta agricultura se encuentra contaminada como consecuencia de una externalidad negativa. La agricultura de esta región tiene dificultades: por la escasez de suelo cultivable, a consecuencia del minifundio existente y debido al bajo nivel de desarrollo tecnológico.

En el capítulo sexto se toma en cuenta, los incentivos al desarrollo de los cultivos de Río Abajo, por medio de la

hipótesis de investigación que cuenta con cuatro funciones relacionadas en forma directa. Así tenemos: en la primera función que los incentivos económicos se presentan debido a las ventajas de localización, de riego y de comercialización. La segunda ecuación admite una correspondencia directa entre la tasa de la ganancia y el desarrollo de los cultivos. En la tercera ecuación se muestra que la expansión de los cultivos en el período de invierno y primavera utiliza aguas contaminadas portadoras de elementos nocivos para la salud de la población y el deterioro del medio ambiente. Finalmente se obtiene la relación directa que asocia el costo ecológico y social directamente con el mercado por la vía de los precios y constituye una síntesis de la hipótesis que señala: "En el valle de Río Abajo el aumento de los precios para las siembras de invierno y primavera incrementan el flujo de la ganancia favoreciendo el cultivo, pero con un índice elevado de contaminación, que origina un deterioro de la ecología, del medio ambiente y de la salud de la población".

Finalmente, en el capítulo séptimo se realiza la demostración de la hipótesis por medio de : a) una prueba empírica en función de variables tales como los precios, el flujo de la ganancia, la DBO; a través de una matriz de correlación, del coeficiente de determinación que concluye presentándonos la ecuación respectiva; y b) una prueba

complementaria en función del análisis estacional que toma en cuenta las estaciones anuales, el flujo de la ganancia por estación y la DBO por estación.

Cada uno de los capítulos tiene su respectivo esquema-resumen.

La presente investigación finaliza con las respectivas recomendaciones y conclusiones.

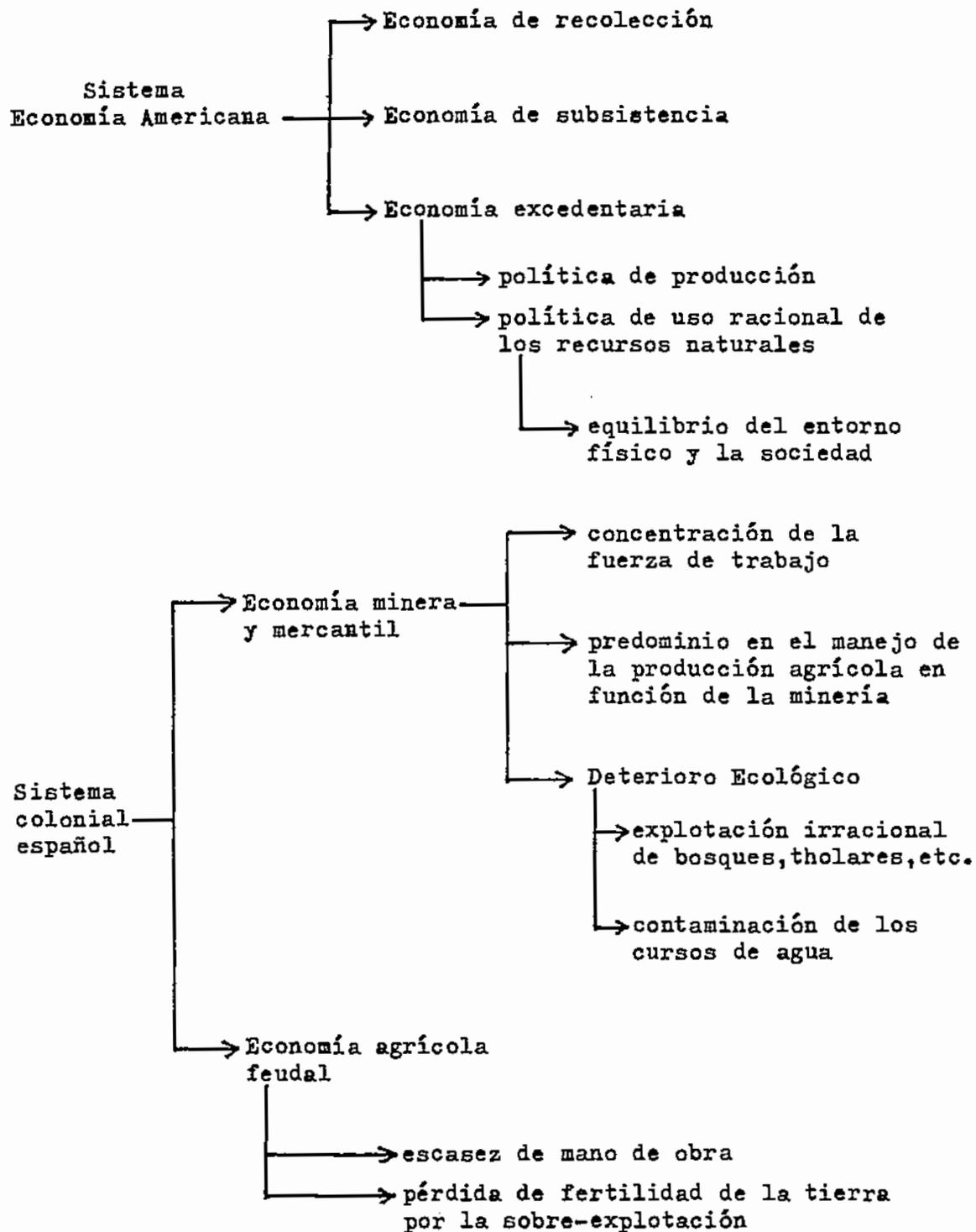
También se han incluido un anexo, referido al Glosario de Ecología Social.

Este trabajo ha sido posible gracias al esfuerzo de muchas hermanas (os) a quienes expreso mis agradecimientos. En particular quiero destacar los consejos, el apoyo y entusiasmo del profesor Máximo Bairon, sin cuya colaboración este trabajo no habría sido posible. Sin embargo los errores que podrían existir son de mi absoluta responsabilidad.

A continuación paso a describir estos aspectos.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA ECOLÓGICO Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

ESQUEMA DEL CAPITULO I

1.1 Características del desarrollo económico Latinoamericano

Al iniciarse el proceso de colonización, existían tres sistemas económicos principales en América Latina: ².

a) Sociedades de agricultura excedentaria, que se caracterizan por estar relativamente avanzadas en lo económico y tener una organización sociopolítica compleja, que incluía a la gran mayoría de la población de América Latina. Se extendían desde México y parte de Centroamérica hasta las regiones andinas de Sudamérica.

b) Sociedades de agricultura de subsistencia, que tienen un carácter fundamentalmente tribal, con una organización social simple y repartidas en grupos de población relativamente reducidas.

c) Sociedades recolectoras, localizadas en regiones con abundantes recursos naturales y una densidad de población escasísima, formada por grupos nómadas de tribus básicamente recolectoras y cazadoras.

(2) Una descripción más amplia que incluye, el análisis del modelo mercantil español, se tiene en la obra de Osvaldo Sunkel y Pedro Paz, "El subdesarrollo Latinoamericano y la Teoría del Desarrollo".

La organización colonial española en América se centra en torno a los imperios preexistentes, el incaico en el territorio andino y los imperios azteca y maya en territorios de México y Guatemala ³, donde se conjugaba una situación de abundancia de metales preciosos, de recursos humanos para explotarlos, y una agricultura excedentaria que permitía el sustento de la mano de obra de los trabajadores y también la del colonizador.

Para asegurar el usufructo y explotación de los recursos minerales y de la población indígena, se adoptaron instituciones tales como la encomienda y la mita, los repartimientos y mercedes de tierra y las reducciones a pueblos.

Como puede verse, se trata de un conjunto de instituciones que regulan la propiedad, la producción, el comercio y la distribución del flujo productivo y comercial de las colonias.

En cuanto a la estructura productiva, se dio la expansión de una nueva actividad: la minería. Para esto, se requiere un excedente de producción agrícola para alimentar esa fuerza de

(3) La sociedad Maya en el período de su apogeo se extendió hasta Nicaragua y El Salvador.

trabajo que ocasiona una transformación importante en la agricultura existente, puesto que no sólo hace falta obtener alimentos para la fuerza de trabajo minera, sino también para la nueva población urbana de origen ibérico que trae un patrón de consumo distinto al prevaleciente, lo que impulsa a introducir una serie de nuevos cultivos (trigo, arroz, centeno, avena, caña de azúcar, café, algodón, etc.); numerosas frutas y hortalizas, así como ganadería (vacunos, ovinos, porcinos, aves, caprinos, etc.).

La reorganización y el uso que se dió al ambiente tuvo un significado predominantemente minero, ya que la Corona trató de sacar el máximo de recursos, sobre todo oro y plata. La población indígena se ocupó como mano de obra para trabajar las minas y sus servicios. La agricultura se desarrolló en función del abastecimiento de los centros poblados y de los fuertes militares cuya manutención estaba a cargo de la Corona. La necesidad de producir energía, tanto de uso minero como de transporte, también condicionó la forma de organización y de ocupación del territorio dicha energía se obtuvo de los bosques cercanos a las minas y fundiciones dándose ya un proceso de deforestación (explotación de bosques, tholares, etc.).

Esta nueva organización de la economía colonial, basada

en la explotación del trabajo indígena, en la producción minera y también en la de los otros sectores de la economía originó que los españoles desorganizaran estos territorios, rompiendo la estructura social, económica y ecológica que tenían estas sociedades originarias, características que se extienden hasta la República. ⁴

Constituidas las nuevas naciones, la inserción de la economía latinoamericana al mercado mundial se verificó en base a la explotación de recursos naturales, cuyas características permitieron a cada país un cierto grado de especialización durante el siglo XIX y principios del siglo XX.

Verificada la independencia de los distintos países de América, el modelo económico tiene un nuevo centro de dominación, liderizado por el rápido desarrollo económico de Inglaterra. Dentro de este contexto, el marco ideológico se fortalece con la aplicación de las políticas de orden liberal.

"Los liberales influidos por las ideas predominantes en Europa y Estados Unidos y ajenos con frecuencia a la realidad

(4) Una descripción más amplia se cita en la obra de Julio Paz, "Historia Económica de Bolivia"; (primera parte).

de sus propios países, constituyen en parte un grupo intelectual que representa los intereses de los exportadores agrícolas y mineros, así como los vinculados al comercio y las finanzas exteriores, que en gran medida están en manos de Ingleses". 5

El proceso económico, formado en íntima relación con el desarrollo de la esfera del comercio exterior, origina un orden donde los recursos naturales exportados son las características para cada país. Así por ejemplo, el café se convierte en el producto típico del Brasil y Colombia; los minerales, en Bolivia y Perú; la ganadería y la agricultura de cereales en Argentina, Paraguay y Uruguay.

El espacio territorial se organizó sobre una estructura de tenencia consolidada mediante las formas latifundarias basadas sobre tres elementos: el monopolio señorial sobre la tierra agrícola, la ideología paternalista de la encomienda y el control hegemónico sobre los mecanismos de intercambio, de poder y de representatividad.

Como señala Osvaldo Sunkel en la obra citada, "...hacia

(5) O. Sunkel y P. Paz, "El subdesarrollo Latinoamericano y la teoría del desarrollo".

fines del siglo pasado y sobre todo en el presente, la actividad exportadora se caracteriza porque el capital extranjero aparece en la explotación misma de los recursos naturales, en la actividad productiva, en las obras de infraestructura y en el proceso de transformación y transporte hacia los países centrales (dominantes). Este fenómeno que explica muchas diferencias de tipo institucional entre sectores exportadores de distintos países latinoamericanos, está vinculado indudablemente al proceso de concentración y a la forma de organización de la gran empresa".

La transferencia del centro de gravitación económica desde Inglaterra hacia un país con una estructura económica distinta como la de EE.UU., también tiene alcances considerables para los países latinoamericanos; estableciéndose de esta manera distintos tipos de modelo de crecimiento hacia afuera.

El sector exportador se constituye en el principal demandante de mano de obra; y a su vez, la tasa de salario que se paga está por encima del valor medio establecido para el país.

De esta manera, se van formando nuevos sectores de la actividad económica que cubren los requerimientos de insumos

y materias primas, como también servicios para este sector exportador que posibilita la ampliación de la base tributaria tradicional de esta economía, ya sea por la vía de los impuestos a la exportación o por la de los derechos aduaneros.

Es así que el Estado participa procurando captar una proporción del excedente económico del sector exportador que va formando dentro de la economía un sistema diferenciado con el resto del país; al extremo que se observa una polaridad que ha sido formalmente presentada dentro del dualismo económico.

El dualismo económico se desarrolla activamente en el siglo XX en la medida en que los sectores modernos de la economía incorporan actividades de orden industrial. El sector moderno exportador cuya tecnología es más amplia y productiva frente a un sector tradicional con una tecnología de baja productividad y que concentra actividades de tipo rural. ⁶

1.2 Primeras formas de deterioro ecológico

La conquista marcó aspectos que fueron básicos para el manejo ambiental de la América Latina en el período colonial.

{6} Una exposición más amplia se encuentre en la obra de BOEKE; sobre el "Dualismo sociocultural" citado en, Desarrollo Económico de HIGGINS csp. XII.

En primer lugar, se desarticularon las antiguas culturas que en alguna medida habían tenido éxito en la integración "sociedad-entorno físico", sobre todo en los grandes imperios. Los imperios se desorganizaron social, demográfica y ecológicamente, sobre todo la estructura productiva de estas sociedades se desintegró; además de ser saqueados.

En segundo lugar, la producción agrícola, se orientó para servir a la minería mejorando su oferta al incorporarse nuevos rubros agrícolas y ganaderos; sin embargo esta mentalidad orientada a impulsar la extracción minera siguió predominando en el trato a los recursos agrícolas de la región.

En tercer lugar, en la medida que se descubrían nuevos territorios se generalizaba la creencia de que los recursos naturales de América Latina eran prácticamente infinitos.

Finalmente, es necesario destacar la manera como se organizó el territorio (espacio) en función de los objetivos de la Corona, poblando aquellas regiones que ofrecían mayores posibilidades de explotación minera.

Se dió una utilización intensiva de la mano de obra y la reasignación del recurso tierra a la producción de nuevos bienes de consumo y exportación, agrícolas y ganaderos.

Se perjudicó los sistemas de irrigación, la organización del trabajo comunal y el equilibrio ecológico de los cultivos tradicionales; a consecuencia de la falta de mano de obra en el sector agrícola, pasando de esta forma a un sistema productivo de una agricultura de subsistencia y hacia tierras de inferior calidad. Se ha tenido que producir más, sobreexplotando el suelo; este hecho, es una de las principales causas de la erosión.

La destrucción de grandes bosques para desarrollar los cultivos de café y cacao en las regiones tropicales de América, constituyen las primeras etapas de un proceso de transformación de la estructura geoeconómica y que tiene un gran efecto en la ecología y medio ambiente de estas regiones.

De igual forma, se observa que la explotación de recursos mineros por un período extenso que cubre varios siglos, originó el deterioro de los cursos de agua afectando a la agricultura y a la ganadería.

En forma análoga, en nuestro país se observa el rápido crecimiento de la frontera agrícola que ha estado impulsada fundamentalmente: En primer lugar por la necesidad de sobrevivencia de sectores pobres, expulsados de áreas campesinas y de zonas marginales urbanas.

En segundo lugar, la expansión se produce como respuesta a la demanda de determinados productos agropecuarios, ya sea para exportar o para el alimento de las zonas más desarrolladas y urbanizadas del país.

En tercer lugar, se observa la participación activa del Estado para fomentar la ocupación de nuevas tierras, y así cubrir el espacio nacional y "establecer soberanía" (colonización).

En cuarto lugar, y como proceso reciente, la expansión de la frontera agropecuaria se realiza con fines especulativos de obtener ganancias de capital.

Todo lo anteriormente señalado, trajo como resultado la destrucción de grandes zonas selváticas afectando los cursos de agua e incluso el balance de los propios recursos naturales (precipitaciones fluviales, erosión, desertificación, deforestación, sedimentación de cursos de agua, pérdida de diversidad genética, alteraciones climáticas, etc.).

1.3 Problemas ecológicos actuales

El masivo consumo que se ha venido desarrollando en los

grandes países industrializados del mundo origina una secuela de efectos negativos en el manejo de los sistemas ecológicos, en especial dentro de las disponibilidades de: los recursos forestales, recursos mineros, recursos vegetales, recursos animales (pieles de la región amazónica), etc.

El proceso ecológico se manifiesta de distinta manera en Europa y los EE.UU., la contaminación tiene su origen en los procesos industriales, en el transporte, en el sobreconsumo, en la urbanización acelerada. En América Latina, es debido al estilo de desarrollo vigente, la industrialización, y por ejemplo el mayor efecto se presenta en la explotación irracional de sus recursos naturales. "De seguir espontáneamente la evolución, el agotamiento de los recursos naturales, el crecimiento de la población y el aumento de inversiones de capital, sobrevendría un gran colapso pocos años después del siglo XXI". ⁷

En consecuencia, la degradación de los ecosistemas trae consigo un problema adicional: la pérdida del potencial productivo; puesto que nada se dice del costo ecológico que se tuvo que pagar para lograr un determinado incremento en la

(7) Rafael de la Cruz, "El ecologismo: Reforma o Revolución?".

producción.

Teniendo en cuenta que la ecología se ocupa de las interrelaciones que existen entre los organismos vivos, vegetales o animales y sus ambientes, y se estudian con la idea de describir los principios que regulan estas relaciones. Y además la ecología social es el estudio de los sistemas humanos en interacción con sus sistemas ambientales; posee una perspectiva integrada de lo social y ambiental, que desde un compromiso ético de respeto por toda la vida realiza una acción y promoción en la búsqueda de nuevas relaciones de los hombres entre sí y de éstos con su ambiente. ⁸

De esta definición derivamos la existencia de ecosistemas o sistemas ecológicos y la necesidad de preservar su equilibrio. No obstante las limitaciones señaladas, los países necesitan expandir su frontera agropecuaria y el interrogante se centra en aclarar como se va a expandir la frontera agropecuaria para minimizar el costo ecológico.

Los ecosistemas andinos de altura han sido, en su gran mayoría, afectados en tal grado por la acción antrópica que

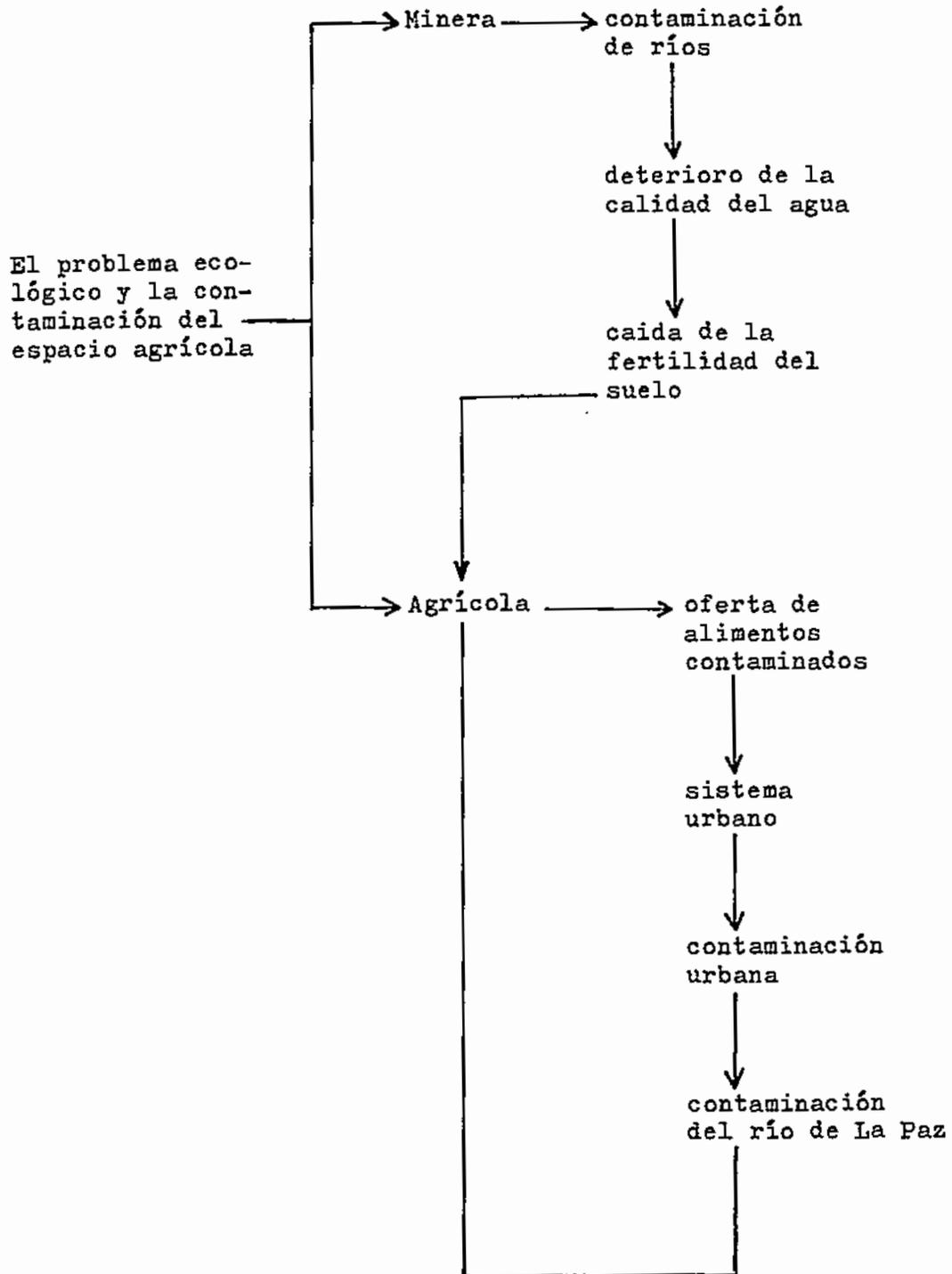
(8) E. Gudynas y G. Evia, "Introducción a las metodologías de la ecología social".

muchos de ellos se encuentran en francos procesos de deterioro. El problema se centra en la necesidad de sobrevivencia y la posibilidad de desarrollo de las comunidades que la habitan.

CAPITULO II

2. EL PROBLEMA ECOLÓGICO Y LA CONTAMINACION DEL ESPACIO AGRICOLA

ESQUEMA DEL CAPITULO II



2.1 Los problemas de la contaminación minera

Desde la Colonia, Bolivia enfrenta el problema de la contaminación de los cursos de agua por efecto de la explotación minera.

Se observan en el país tres regiones geográficas con alto índice de contaminación durante esta época colonial; tal como se aprecia en la figura Nº 1.

En primer lugar, la región del Altiplano Central que pertenece a la Hoya Lacustre del Centro, se cita a la cuenca del Lago Poopó ubicada en el departamento de Oruro a 3.686 metros de altitud sobre el nivel del mar, cuyos tributarios cargados de materiales químicos han ido transformando la ecología de esta región, hasta un nivel crítico que dio lugar a la extinción de flora y fauna. Las aguas del lago tienen un índice de salinidad de 16,8 gramos de sal común (cloruro de sodio), en suspensión por litro. ⁹

El Lago Poopó, que en el siglo pasado tenía una superficie de 2.500 km cuadrados, era considerado como una de las reservas más importantes del país en términos hídricos.

(9) Sociedad Geográfica e Histórica de Oruro, "Informe de la misión francesa: CREQUI HONFORT".

LOS PROBLEMAS DE LA CONTAMINACION MINERA

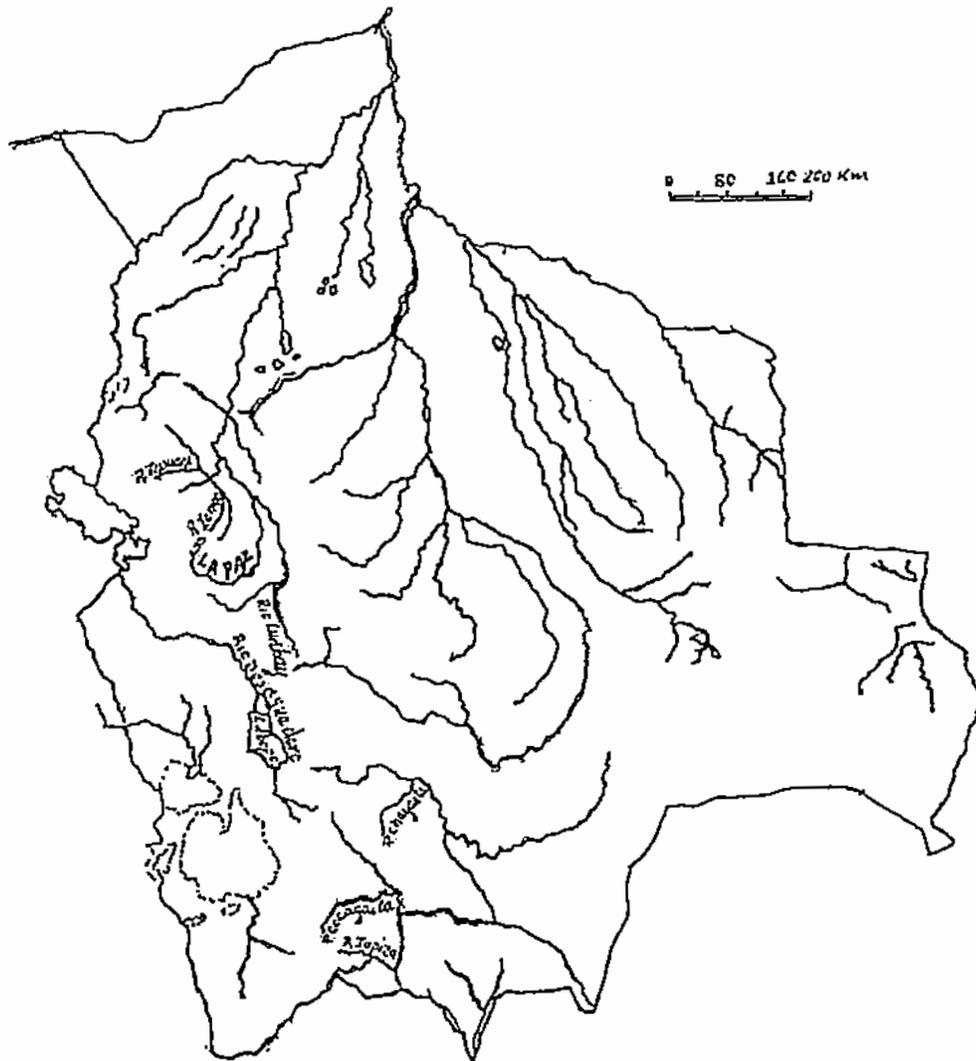


figura N° 1

Sin embargo, este importante lago no ha sido conservado y la contaminación de sus aguas llegó a los límites propios de un depósito lacustre sin opciones de vida animal o vegetal. Actualmente el lago sólo tiene 1.800 Km. cuadrados y permanentemente su espejo va disminuyendo en superficie,¹⁰ . Debido a la erosión y a la acumulación salina producida por defectuosos sistemas de riego.

La segunda zona geográfica importante se localiza en el sur de Potosí, donde los ríos de Cotagaita y Tupiza son los más perjudicados por la explotación minera. El río de Cotagaita recorre una zona de valle templado en más de 200 Km. de longitud, y por lo tanto, el daño ecológico ha tenido relación con la agricultura e incluso con la formación de asentamientos humanos importantes.

La tercera zona geográfica se encuentra al norte de Potosí y tiene en el río Chayanta el principal curso de agua contaminado. Dicho río forma un arco de 400 Km. de longitud desde sus nacientes en los principales centros mineros de Catavi, Siglo XX, y Uncía; desembocando en el río Grande en el límite de Potosí y Cochabamba en plena zona tropical. Este río

(10) Instituto Geográfico Militar

lleva elementos contaminantes que afectan las aguas de zonas tan alejadas como las del río Guapay o Grande, dentro del departamento de Santa Cruz.

Junto con estas grandes cuencas tenemos otras de menor significación, relacionadas siempre con la contaminación minera: el Río Desaguadero, el Tipuani, el Choqueyapu, etc., que también han sido objeto de una contaminación irresponsable del curso de sus aguas.

2.2 La contaminación urbana

Se debe examinar el problema de la urbanización objetivamente y estudiar con seriedad los efectos económicos y ecológicos de la urbanización a corto y a largo plazo.

Actualmente debido a la industrialización, a la expansión demográfica y a la extensión de las aglomeraciones (conurbación), las ciudades han perdido sus funciones de lugares de intercambio, solidarios de los campos agrícolas circundantes. Se han hecho transformadoras y consumidoras de energía como consecuencia del crecimiento del sector terciario, forman ecosistemas muy particulares, lugares en donde se enfrentan las leyes de la economía y las de la

ecología.

La dinámica de los procesos de urbanización se basa en la crisis producida por el estilo de desarrollo predominante en el sector rural. El agudo proceso de expulsión de pobladores rurales fue producto del estilo de desarrollo agrícola ahorrador de mano de obra e incrementador de la productividad de la tierra. Otros aspectos que han influido en este proceso, son las alteraciones climáticas (inundaciones, sequías, etc.) que obligó a muchos agricultores y pobladores abandonar sus localidades y emigrar junto a sus familias, a las zonas marginales de las ciudades en busca de fuentes de trabajo y/o de mejores oportunidades.

En este proceso de urbanización se destaca la fuerte concentración de la población y la expansión de las actividades económicas, en especial industriales, en grandes áreas metropolitanas. Otra característica importante ha sido el crecimiento notable de asentamientos humanos precarios en áreas denominadas marginales (se debe distinguir lo nocivo de las concentraciones en las ciudades pobres); por otro lado, la concentración del poder político y en general los procesos de modificaciones culturales en las ciudades, ha repercutido en los cambios de hábitos de vida poblacionales, en especial la del consumo.

Este fenómeno se verifica en el país recién a partir de la década de los años 50 y tiene como correspondencia social la gran explosión demográfica que se produce en las principales ciudades del país.

En 1950, el país tenía una ciudad de más de 100.000 habitantes, en este caso La Paz, con aproximadamente 300.000 habitantes de acuerdo con los indicadores sobre crecimiento urbano, ¹¹ sólo esta ciudad presentaba algún grado conflictivo en su ubicación geográfica y su medio ambiente. Este crecimiento urbano ha ido acompañado de un deterioro ambiental considerable, como es el caso del curso de las aguas del Río Choqueyapu.

Como se establece corrientemente, la contaminación urbana tiene efectos directos en el sistema agropecuario que se localiza en relación a las grandes aglomeraciones urbanas.

Hasta 1950, el Río Choqueyapu no presentaba índices de contaminación elevados y por lo tanto era posible una agricultura desde la zona de Obrajes hasta los valles de Río Abajo.

(11) Muller & Asociados, "Estadísticas socioeconómicas" 1994

En 1992, la transformación en la estructura urbana del país se materializa con la formación de seis ciudades de más de 100.000 habitantes y cuya población está afectando directamente las disponibilidades de agua para la agricultura como también contaminándola, originando de esta manera un deterioro ecológico que afecta a la calidad de los cultivos.

Al presente, el área metropolitana de la ciudad de La Paz, alcanza a 1.200.000 habitantes; la ciudad de Santa Cruz, 700.000; Cochabamba, 580.000; Oruro, 180.000; Sucre, 131.000; y Potosí, 113.000 habitantes. Estos son los seis centros urbanos que presentan mayores indicadores de deterioro ecológico y ambiental.

2.3 La contaminación del espacio agrícola en el área urbana de la ciudad de La Paz

El cambio de hábitos de consumo y la presión por determinados insumos productivos han influido para que el campesino trate de obtener más ingresos monetarios, y el efecto directo más significativo que se observa con el desarrollo urbano de la ciudad de La Paz es la contaminación de las aguas utilizadas para el riego, de un total aproximado a 200 hectáreas dentro del valle de Río Abajo que colinda con las zonas urbanizadas de la parte baja de la ciudad (fig N°2).

ZONA AGRICOLA DE RIO ABAJO

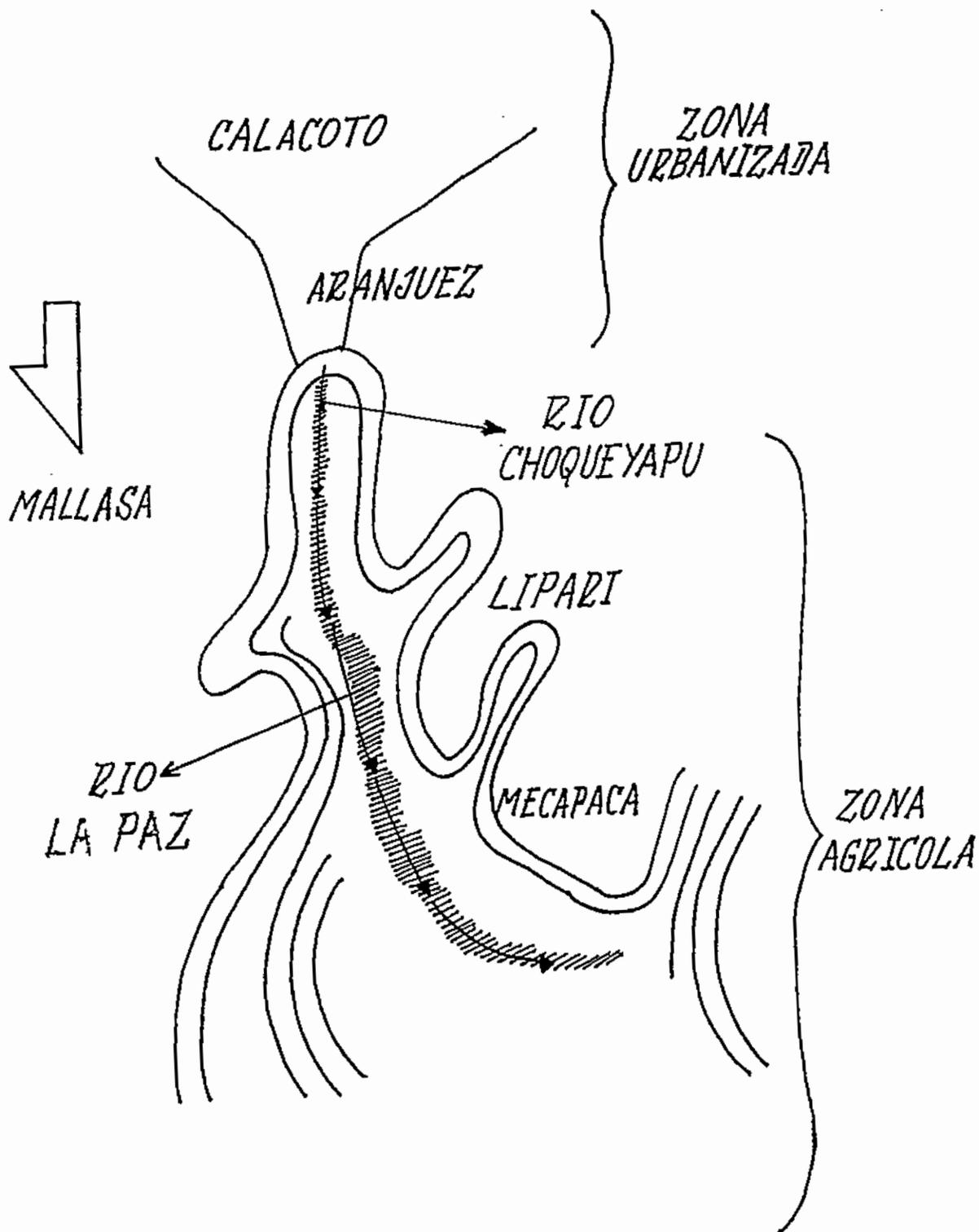


figura N° 2

2.4 Importancia del problema

Las características de la contaminación de las aguas del Río Choqueyapu debido a las emisiones industriales, domésticas, sanitarias, etc. originan en la zona agrícola del valle de Río Abajo la formación de diversos tipos de bacterias que afectan a la salud de la población. Un caso particular, es el desarrollo de El cólera , cuyos efectos son ampliamente conocidos en nuestro medio. Se debe tener en cuenta que una cuota importante de la oferta alimentaria que se realiza en forma diaria en los mercados de La Paz, provienen de esta zona agrícola.

Se han presentado numerosas peticiones; solicitando un control directo para la producción agrícola de este valle, con el objeto de evitar su comercialización en los distintos mercados de la ciudad.

Esta política tiende a afectar directamente a los productores que se ven limitados en sus formas de venta. Sin embargo, las necesidades de la población influyen para que esta producción agrícola tenga colocación, desde luego con los peligros para la salud de los consumidores.

2.5 Desagregación del problema

Los problemas ambientales, están estrechamente relacionados con la supervivencia y condiciones mínimas de calidad de vida que están asociados a necesidades básicas. La contaminación del suelo por efecto de las excretas, o incluso por estar cerca de sectores que expulsan residuos de procesos industriales, es otro de los factores que afecta gravemente a las poblaciones urbanas de la región.

Por lo tanto, el problema contiene variables de distinto tipo. En cada caso, la correspondencia que presentan nos muestra:

a) Una oferta alimentaria importante que se origina en esta zona de Río Abajo.

b) Una oferta, que tiende a mantenerse porque los precios permiten cubrir algunas diferencias que compensan la calidad del producto, señalado como peligroso para la salud.

c) La presencia de externalidades económicas, producto de la contaminación ambiental originada por las industrias, desechos urbanos, públicos, comerciales, etc. y que tienen costos que deben ser estimados.

De igual forma, dentro del campo social se pueden observar:

a) La presencia de un importante grupo de productores, cuyos ingresos provienen de la agricultura.

b) Precios para los productos de este valle, que por su bajo nivel son demandados por grupos sociales de escasos recursos dentro del área urbana.

c) Los efectos de esta producción contaminada, sobre la salud de la población (El cólera, fiebre tifoidea, salmonellas, parasitosis, etc.).

Por este motivo, el problema de la oferta agrícola de esta zona que presenta elevados índices de contaminación, tiene una relación social con aquellos grupos que por la diferencia de precios tienen la decisión de mantener el nivel del mercado a través del cual se reproduce la agricultura del valle de Río Abajo.

2.6 Alternativas

Se han presentado numerosas alternativas sobre este

problema desde la total supresión de la agricultura hasta políticas orientadas a la descontaminación del Río Choqueyapu.

Sobre el primer caso, que se refiere a la transformación de este valle pasando de una fase agrícola a una nueva ubicación económica, tiene como principal obstáculo la nueva inserción laboral de los actuales productores cuyo número se calcula en 4.000 habitantes.

Sobre la descontaminación del río Choqueyapu se plantea como principal obstáculo la observación del elevado costo de esta obra de descontaminación y que se calcula en alrededor de 19.66 millones de dólares americanos (de acuerdo a un reciente estudio realizado por la organización japonesa JICA y por el Instituto de Ingeniería Sanitaria de la U.M.S.A.), lo cual afectaría no sólo a los productores de la región, elevando el nivel de los costos de producción, y ocasionando una disminución de la tasa de la ganancia; sino que también repercute en los consumidores, y sobre todo en los pobladores de la ciudad de La Paz. (*)

* La obtención de fondos para la viabilización del proyecto de descontaminación de las aguas del río Choqueyapu, requiere de la participación del Gobierno Central dada la magnitud del proyecto y debido a su costo elevado; sólo se podrá llevar adelante con financiamiento externo. Lo cual nos permite indicar que la región se ve imposibilitada de llevarla adelante por sí misma.

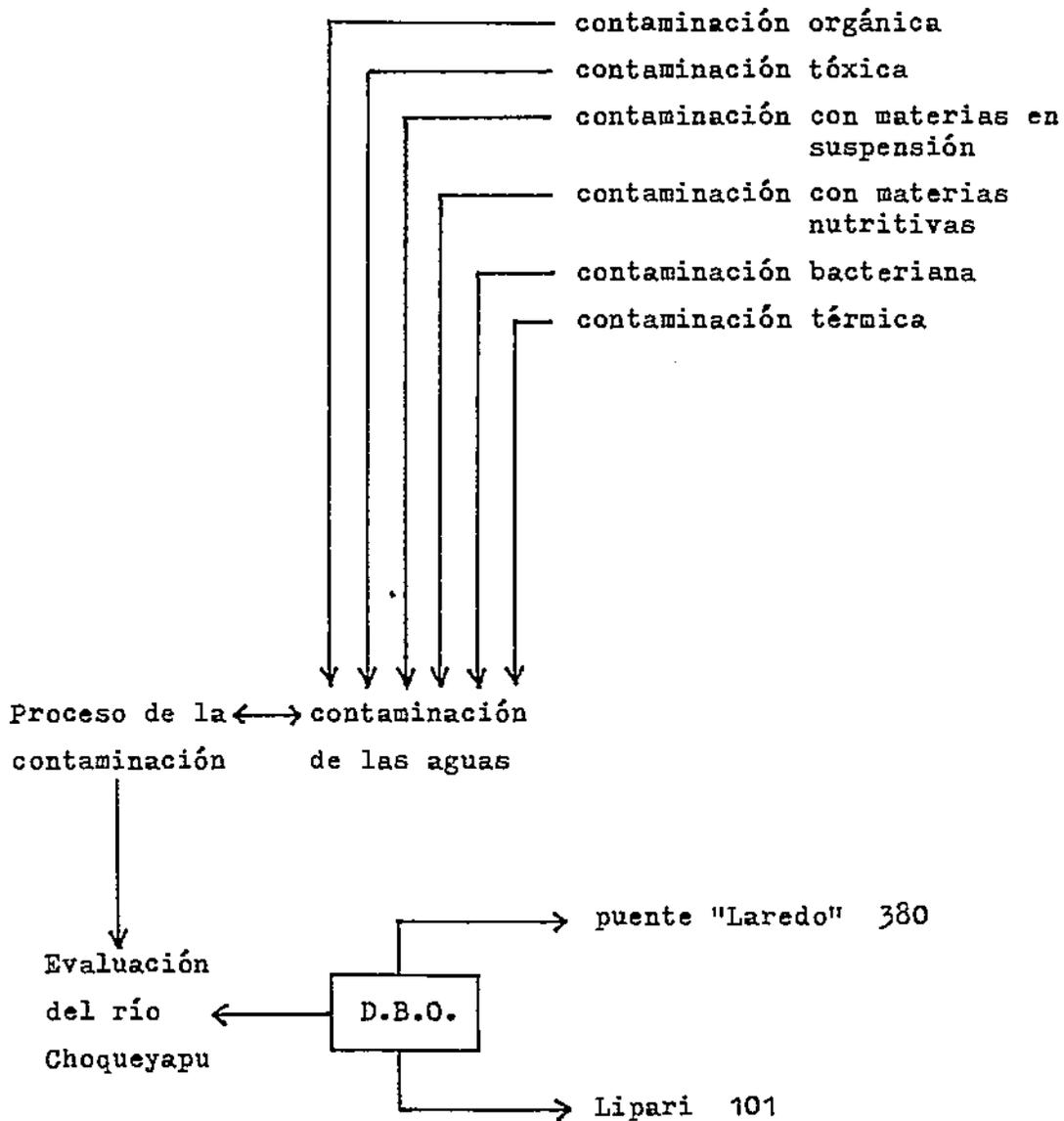
Sobre este último aspecto, también se ha señalado la posibilidad de cambiar el tipo de agricultura de la zona por otra de mayor rendimiento económico, para que se puedan cubrir los costos de la descontaminación.

CAPITULO III

3. CONTAMINACION EN EL RIO CHOQUEYAPU

ESQUEMA DEL CAPITULO III

CONTAMINACION EN EL RIO CHOQUEYAPU



3.1 Introducción

La Paz es la ciudad más grande de Bolivia, cuenta con una población aproximada de 750.000 habitantes y tiene una tasa anual de crecimiento de alrededor de un 1,8 %, pero si tomamos en cuenta el área Metropolitana es del 3,5 % aproximadamente (esto incluye a la ciudad de El Alto). ¹²

Se encuentra ubicada en los valles del Altiplano, recibiendo los efectos de los vientos del suroeste, originados en el Océano Pacífico que transporta aire seco y frío. Podemos encontrar dos estaciones definidas por la época de lluvias. La estación lluviosa desde el mes de diciembre a marzo, y la estación seca que comprende desde abril a noviembre. La temperatura promedio anual es de 11 grados centígrados.

3.2 Marco ecológico-ambiental

La cuenca del río Choqueyapu sirve de base para el desarrollo de la ciudad de La Paz. Se considera una zona geográfica de clima semitemplado, ubicada entre las cotas de

(10) Muller & Asociados, "Estadísticas Socio-económicas".

3.250 y 4.500 metros de altura sobre el nivel del mar. La cuenca tiene un total de 535 Km. cuadrados.

En particular, la cuenca del río Choqueyapu constituye un micro clima que se beneficia con una mayor humedad relativa derivada de su proximidad a la cordillera de Los Andes en un sector con numerosos cursos de agua superficiales y subterráneos que contribuyen al balance hídrico del sistema ribereño, lo cual favorece a la agricultura y al desarrollo de la ganadería.

El micro clima se observa comparando los datos sobre la temperatura media del ambiente que resulta un 20 % más alta comparativamente con regiones ubicadas a la misma altura, por ejemplo las ciudades de Oruro, Potosí, Challapata, etc.

Este micro clima se manifiesta con algunas variedades forestales de tipo arbustivo y diversas gramíneas, sin embargo la línea térmica que coincide con los 3.500 metros de altura sobre el nivel del mar señala también la frontera para el cultivo del maíz.

De acuerdo con la estructura física de la ciudad de La Paz, la cuenca del río Choqueyapu se encuentra actualmente urbanizada en un 20 %, permaneciendo las partes más elevadas

y geológicamente menos aptas como zonas de reserva para futuros asentamientos urbanos.

3.3 El agua como recurso

El agua cubre las tres cuartas partes de la superficie de nuestro globo terráqueo. El agua salada del mar, no es útil para la mayoría de los usos y esto es muy lamentable, puesto que el agua del mar representa un 97 % de nuestras reservas, mientras que las aguas superficiales (ríos, lagos) o subterráneas, representan menos del 1 % de agua dulce que es de mucha mejor calidad, pero desgraciadamente, el hombre ha contaminado este último y raro recurso.

Tiene diversas aplicaciones, desde un punto de vista económico; forma parte del consumo humano y animal, se aplica en la irrigación de cultivos, en la generación de energía eléctrica y con mayor amplitud se emplea en todos los procesos industriales, pero además su importancia ha sido catalogada como de un "bien ambiental".

Un bien ambiental es aquel que contribuye a preservar la biodiversidad y la hegemonía ecológica, el agua por lo tanto como un bien ambiental debe manejarse como un recurso libre de

contaminación (polución).

3.4 Contaminación (polución)

La contaminación de las aguas es un problema de gran magnitud y quizá uno de los más graves dentro de la problemática ambiental del país, como consecuencia de la expansión de las actividades económicas y del crecimiento de la población urbana.

No hay una, sino múltiples formas de contaminación (polución) de las aguas:

a) La contaminación orgánica

Es la que produce la ciudad, pero también numerosas industrias más o menos "naturales" como las papeleras o las agro-alimentarias (estas últimas, por si solas, representan el 45 % de las emisiones orgánicas industriales en el mundo).

Una vez emitidas al río, estas materias orgánicas van a ser "devoradas", "degradadas" por las bacterias del río. Pero las bacterias, para "comer" la contaminación, también tienen

necesidad de oxígeno. Mucha contaminación por "comer" entraña, entonces, un consumo masivo de oxígeno de la vía de agua, lo que mata a los peces, no por toxicidad, sino por asfixia.

Son aquellos contaminantes para los cuales el medio ambiente tiene cierta capacidad asimilativa. La tasa a la cual se da una acumulación de contaminantes en el medio es menor a la tasa de inyección del elemento contaminante. Si la capacidad absorbente es suficientemente alta, no se da un proceso de acumulación de desechos. Entre éstos, tenemos los contaminantes biodegradables que corresponden a elementos que se descomponen en partículas básicas en el agua. ¹³

b) La contaminación tóxica

Esta mata directamente por toxicidad, pero a diferencia de la contaminación orgánica que, según vimos, mata por asfixia. Ciertamente, esta contaminación es el hecho exclusivo de la industria y, señaladamente, de la industria química (en más del 50 %) y de la industria de los metales (en más del

(13) Tietenberg T., 1988 "Environmental and Natural Resource Economics". Library of Congress Cataloging in Publication Data. Second Edition. EE.UU.

35 %). La química no carece de productos tóxicos y los múltiples baños a los que se tiemplan los metales para desoxidarlos, cromarlos, etc.; no son nada amistosos.

La prueba "dafnia" no mide sino la toxicidad inmediata y no la toxicidad a largo plazo que puede provenir de fenómenos de acumulación. Algunas sustancias pueden quedar atrapadas en los sedimentos y liberarse tiempo después de haberse depositado (contaminación persistente). Esto sucede, principalmente, con los "metales pesados" (plomo, cadmio, mercurio, que hacen correr riesgos neurológicos...), insecticidas o herbicidas (principalmente el famoso DDT), etc.; que son denominados contaminantes de stock. El fenómeno de bio-acumulación (vegetal, de pequeños animales, peces, mamíferos, etc.).

Estos productos tóxicos a largo plazo, pueden contaminar las aguas, ya sea directamente por emisión en el agua, ya sea por transporte atmosférico a largas distancias (algunos de los productos citados, los pesticidas o el mercurio, son muy volátiles), ya sea debido al lavado de los suelos o de los vegetales contaminados (caso de los pesticidas). Por otra parte, la infiltración de los pesticidas agrícolas a las aguas subterráneas, se convierten en una preocupación mayor y su efecto contaminante puede extenderse por varios años e incluso

décadas.

c) Las "materias en suspensión"

Las aguas pueden cargarse de partículas debidas a la erosión natural o a las emisiones artificiales de las ciudades o de las industrias. Las materias en suspensión pueden crear una contaminación estética (enturbiar el agua), entorpecer la vida de los peces (introducción de las partículas en las branquias) y algunas materias en suspensión pueden contribuir a la contaminación orgánica o a la contaminación tóxica antes aludidas. La eliminación de estas materias en suspensión se hace, en general, por simple decantación; les mismas caen al fondo de un gran recipiente (quedan por eliminar los lodos...). Pero las ciudades tienen un problema creciente debido a la contaminación de las aguas de lluvia. Estas, lavando terrenos, caminos, techos y alcantarillas, en muy poco tiempo acarrear cantidades considerables de materias en suspensión.

d) Las materias nutritivas (nitratos, fosfatos)

Los nitratos y los fosfatos en el agua se convierten en

una preocupación mayor. A priori es muy curioso que estas materias "nutritivas" puedan considerarse como una "contaminación". Sin embargo, ellas son las responsables de la eutrofización de las aguas de los ríos lentos, de los lagos, de los mares (en griego, eu-trofe = bien nutrido). En efecto, un exceso de nutrientes favorece una proliferación, incluso una "explosión" de algas que pronto se descomponen y consumen cantidades enormes de oxígeno. Sin oxígeno, el agua se hace el asiento de fermentaciones y putrefacciones. El fondo de los lagos y los fondos marinos mueren ¡una muerte por explosión de vida!

Los nitratos, por su parte, tienen otro inconveniente que concierne al agua potable. Esta, normalmente no debería de exceder los 50 mg. de nitratos por litro. Los nitratos al transformarse en nitritos, provocan en los lactantes o en los fetos de las mujeres embarazadas, una enfermedad de la sangre, la "enfermedad azul"; aún un aspecto controvertido es saber si hay producción de nitrosaminas cancerígenas.

¿De dónde vienen los fosfatos y los nitratos?. Los fosfatos provendrían, por partes más o menos iguales, de los desechos humanos, de los detergentes fosfatados y de fuentes industriales agrícolas.

En cuanto a los nitratos, éstos provienen esencialmente de la agricultura (abonos) y de la ganadería intensiva (desechos animales) estiércol.

En verdad, de la contaminación de las aguas de superficie, las ciudades y las industrias también son responsables (en ocasiones hasta en un 50%); las emisiones urbanas están muy cargadas de nitrógeno (orina, por ejemplo) y algunas fábricas (de fertilizantes, de coque, petroquímicas) aportan también su dosis.

En las aguas subterráneas, la agricultura y la ganadería ocasionan una contaminación importante pero, sobre todo, acumulativa y persistente.

e) La contaminación bacteriana

Son las consecuencias sanitarias de ésta las que saltan más rápido a la vista. La clorinación de las aguas no es, por fuerza, un respaldo seguro para los estreptococos fecales, ni para las salmonelas ni para los virus. No es fácil la protección de las aguas, la ozonización es mejor, pero más costosa. Las técnicas naturales (empantanamiento extendido de las aguas usadas, riego del suelo) son mucho más eficaces,

haciendo que se emplee a fondo el poder depurador del aire, del sol y de los suelos!

f) La contaminación térmica

La contaminación térmica se refiere a la inyección de calor en el agua y corresponde a los procesos industriales y la generación de energía eléctrica. Su efecto más negativo es la disminución del contenido de oxígeno en el agua, lo cual afecta a la fauna piscícola. Siendo de esta manera muchos los ríos esterilizados (como en el caso del río Zongo).

Gran parte de las aguas que usan las industrias son aguas de refrigeración que, calientes, se eliminan de inmediato. En cuanto a las centrales eléctricas, éstas emiten, inevitablemente, calor, ya sea a la atmósfera o al agua. Este calentamiento de las aguas puede tener dos consecuencias:

- una consecuencia directa sobre la vida de algunas especies vegetales y animales.

- una actividad bacteriana más intensa y, así, un mayor consumo de oxígeno (con frecuencia, en los períodos más calientes, se ven los peces en los ríos con el vientre al

aire, asfixiados, víctimas de una "ola de calor").

Para finalizar este análisis de las distintas formas de contaminación (polución) del agua, se considera que es mejor hacer múltiples análisis químicos en el agua, también se ha de juzgar más globalmente la salud de un curso de agua por la calidad y la cantidad de los seres vivos, animales o vegetales que en él se encuentran; es el índice biótico o "índice de la calidad biológica general" (este método de apreciación biológica de un curso de agua es más eficaz en los ríos pequeños).

3.5 Curso del Río Choqueyapu

El río Choqueyapu nace en la Cordillera Oriental, se forma con los deshielos de la zona de Chacaltaya de donde recoge aproximadamente un 40 % de su caudal y fluye corriente abajo a través de la ciudad. (Tal como se puede apreciar en la figura Nº 3).

Su recorrido hasta la zona de Mecapaca es de aproximadamente 100 kilómetros, tiene como afluentes además de alrededor de 480 riachuelos a los ríos Irpavi y Achumani, todos receptores del desagüe fluvial y sanitario de la ciudad;

CURSO DE LAS AGUAS DEL RIO CHOQUEYAPU Y SUS AFLUENTES

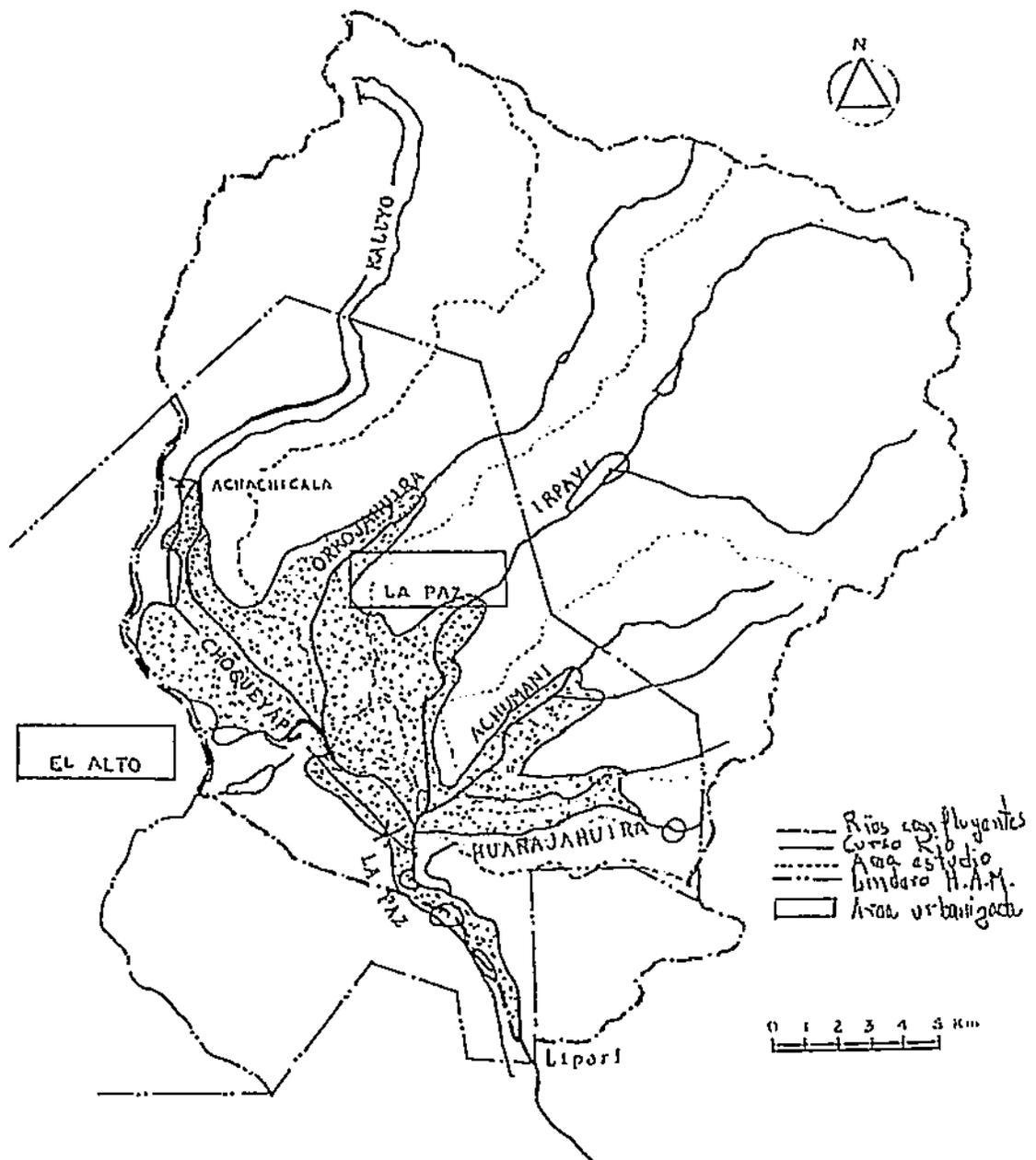


figura Nº 3

al río Orkojahuirá es también un afluente importante; éste atraviesa la zona de establecimientos de salud, y ello lo convierte en receptor de los desechos hospitalarios (en un 27%), sin cumplirse norma sanitaria alguna. ¹⁴

Al ingresar al sector urbano de la ciudad de La Paz, el río Choqueyapu es desviado y utilizado para el sistema de agua potable de la ciudad.

La zona agrícola de Río Abajo se localiza en forma adyacente a la zona urbanizada, a lo largo del río Choqueyapu y del río Irpavi.

3.6 Disponibilidad y fuentes de agua

En el examen de la cuenca del Río Choqueyapu establecemos la presencia de distintas fuentes de origen del flujo que lleva el río, y en este sentido, se transcriben las características de estos componentes.

a) Aguas superficiales, se refiere al agua fresca de los

(14) Marthadina Mendizabal de Finot, "La Paz un ecosistema frágil ante la agresión urbana" 1990.

ríos, lagos, lagunas, que generalmente provienen de los deshielos de los glaciales y nevados.

En la región geográfica que corresponde al río Choqueyapu, los glaciales más importantes se ubican en el nevado del Chacaltaya que se encuentra a 5.400 metros de altura sobre el nivel del mar.

b) Capas de aguas subterráneas, cuya recuperación a lo largo de muchos años es menos sensible a los caprichos de un año dado. En general no son ríos subterráneos; se trata de rocas de poro muy fino (arena, arenisca, calcáreas...) empapadas de agua, éstas se acumulan dentro de las rocas porosas y generalmente corresponden a millones de años de acumulación, presentando un flujo por el cual parcialmente quedan renovadas; sin embargo, una explotación excesiva de estas reservas subterráneas puede conducirnos a su agotamiento.

En la ciudad de La Paz, se han contabilizado unos 200 cursos de agua subterránea y la capa más amplia en superficie parece ubicarse en la zona de Calacoto y Cota Cota.

3.7 Contaminación de las aguas del río Choqueyapu

Las aguas del río Choqueyapu, tienen como fuente de contaminación (polución) más importante, el flujo de aguas residuales domésticas, residuos públicos y comerciales y los residuos industriales.

Técnicamente, las fuentes de contaminación se subdividen en "puntuales" y "no puntuales".

Las fuentes puntuales se asocian con el manejo de las aguas superficiales y son claramente identificables: aquellas aguas que se manejan en el sistema industrial, cuyas descargas se verifican a través de alcantarillas, de cañerías, etc.

Las fuentes no puntuales son de difícil identificación y se la asocia al manejo de las aguas aplicadas a la agricultura. En este caso resulta difícil establecer los puntos de descarga de las aguas que contienen fertilizantes e insecticidas que son contaminantes muy perjudiciales. ¹⁵

Se puede observar que en la zona agrícola de Río Abajo, el uso de fertilizantes es relativamente muy bajo para los cultivos de papas, no así para los cultivos de granos. Al

(15) W. Peñaranda, "Informe trabajo"; Facultad de Ciencias Puras y Naturales UMSA.

contrario, se observa un uso mayor de herbicidas e insecticidas.

Con todo esto podemos señalar que la contaminación del río Choqueyapu es mixta, por contener descargas de origen industrial, urbano y agrícola.

A su vez, se pueden precisar las fuentes directas de contaminación que están clasificados dentro de la estructura organizacional de la Honorable Alcaldía Municipal que reglamenta las funciones de las distintas unidades administrativas de salubridad, agua potable y alcantarillado, etc.

En el río Choqueyapu, las fuentes directas de contaminación corresponden a las descargas de origen minero (en especial en la zona de Milluni-Chacaltaya); domésticas (que corresponden en especial a las aguas residuales), industriales, públicas y comerciales.

También se ha observado que en distintos lugares del curso del río Choqueyapu, hay grandes cantidades de basura que se depositan en su curso y materiales con un alto poder de contaminación ambiental (desechos sólidos). Así por ejemplo recibe 500 mil litros de orina, 200 toneladas de excretas

diarias, parte de las 140 Tn. diarias de basura, desechos hospitalarios, residuos líquidos y sólidos de las industrias asentadas en la ciudad, cadáveres de animales. Líquidos percolados que fluyen del relleno de basura de Sopocachi hacia el río Cotahuma y del relleno de Mallasa hacia el río La Paz. 16

Es necesario también citar los flujos de contaminación uniforme y de carácter disperso. Un proceso uniforme se obtiene al seleccionar muestras en diversos tramos del recorrido del río y donde obtenemos los mismos contaminantes. Un caso de esta naturaleza es el originado con las aguas domésticas; al contrario, los contaminantes dispersos tienen una fuente localizada en un proceso económico concreto, puede ser una fábrica, un sector público, etc.

3.3 Indicador de contaminación. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Para medir la intensidad y grado del proceso de contaminación del agua se aplica el índice de "Demanda

(16) Instituto de Ecología, "Mesa redonda sobre problemas ecológicos y de contaminación del medio ambiente". 1985

Bioquímica de Oxígeno" D.B.O., que representa el faltante de oxígeno para una determinada muestra de agua.

Se denomina Demanda Bioquímica de Oxígeno, de un líquido contaminado, al oxígeno expresado en miligramos por litro que este líquido consume en la descomposición de la materia orgánica, por acción microbiana aerobia.

Los microorganismos aerobios se refieren a seres microscópicos que requieren de oxígeno para vivir.

La D.B.O. de aguas domésticas e industriales es el monto de oxígeno molecular requerido para estabilizar la materia orgánica descomponible presente en el agua, bajo una acción bioquímica aerobia.

El test de la DBO está entre los más importantes análisis sanitarios para determinar la intensidad del agua residual. Se utiliza para determinar la fuerza polucional de desperdicios líquidos domésticos e industriales en términos del oxígeno que ellos requerirán, si la descarga dentro del curso natural de agua se efectúa en condiciones aerobias.

Es decir, indica el grado de polución de las aguas debido a sustancias orgánicas. Así mismo, la influencia de la DBO es

claramente perceptible, ya que los valores elevados de ésta indican un grado elevado de contaminación. ¹⁷

Los indicadores establecen el límite extremo de 400 unidades de DBO para calificar a las aguas dentro de la categoría de aguas "negras", es decir, carentes de toda posibilidad de vida; manifestándose una completa ausencia de oxígeno, razón por la cual producen fuertes olores que cubren el ambiente de zonas muy extensas. ¹⁸

A la altura del Teatro al Aire Libre "Jaime Laredo", el río Choqueyapu contienen un indicador de DBO de 395 mg/l. en época de estiaje y de 150 mg/l. en época de lluvia constituyéndose en el tramo de mayor contaminación del curso de sus aguas.

En la zona de la estación de Lipari, donde comienza a desarrollarse la agricultura, la DBO llega a 101 mg/l. y por lo tanto se trata de un flujo de agua con una contaminación muy elevada, que excede el nivel máximo permitido por las autoridades bolivianas (del Ministerio de Desarrollo

(17) María Del Socorro Peñaloza Padilla, "Análisis económico de la contaminación del río Choqueyapu". Tesis de Licenciatura UCB.

(18) G. Espinoza-C. Arze, "Estudio de la contaminación del río Choqueyapu" Tesis de Licenciatura UMSA.

Sostenible y Medio Ambiente), a través de la Ley del Recurso Agua cuyas normas permiten una DBO de 50 mg/l., para las aguas de regadíos.

La estimación de carga de la DBO de las aguas del río Choqueyapu indica que más del 50 % de la carga es de origen doméstico, un 30 % es industrial y el resto lo comparten las aguas residuales provenientes de la actividad comercial y de servicios. 19

El deterioro de las aguas del río Choqueyapu está ocasionando serios daños a la agricultura de riego, ya que se encuentran grandes extensiones de tierra agrícola regadas por el río.

Concededores de que estas aguas de irrigación presentan un alto grado de contaminación, los pobladores han disminuido el consumo de vegetales para prevenir la diseminación de enfermedades como el cólera, fiebre tifoidea, parasitosis, etc. perjudicando directamente a los agricultores de la zona, quienes para paliar esta situación están cambiando sus cultivos de hortalizas por granos.

(19) JICA-IIS, "Estudio para el control de la contaminación del agua del río Choqueyapu" 1993

El gobierno municipal es el responsable de la organización referente al control de contaminantes del río Choqueyapu. Está obligado a mantenerlo limpio y a prevenir su proceso de contaminación.

La estructura legal concerniente a la conservación y protección del medio ambiente y de sus recursos naturales, esta contemplado en:

a) La Ley General del Medio Ambiente del 27 de abril de 1992, signado con el N^o. 1333.

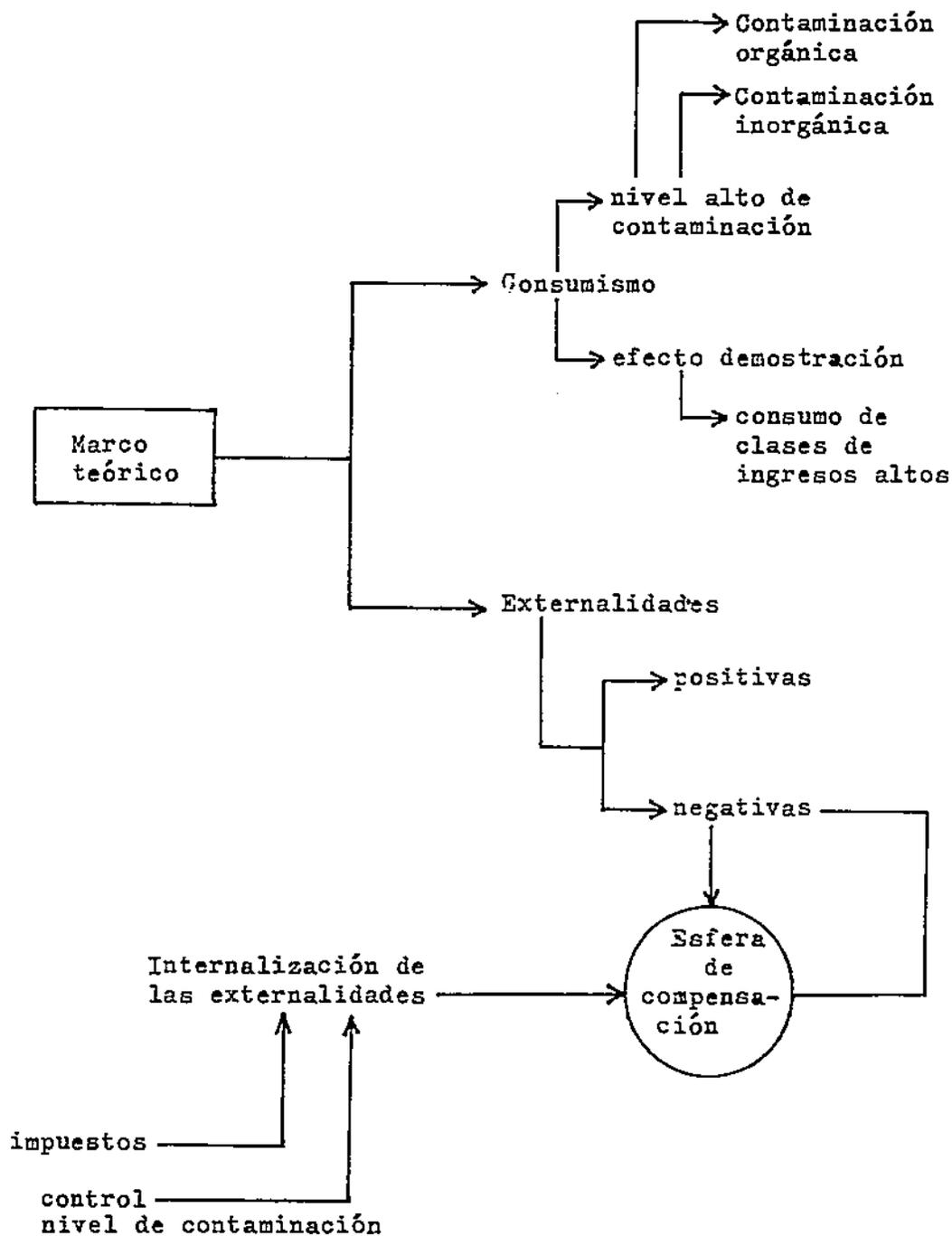
b) El Decreto Supremo de reorganización del sector sanitario básico de Bolivia del 1 de noviembre de 1991 con el N^o. 22965.

c) Estandar de calidad del agua contemplados en el artículo 36 del Decreto Ley N^o. 1333 y el Decreto Supremo N^o. 22965.

CAPITULO IV

4. MARCO TEORICO

ESQUEMA DEL CAPITULO IV



4.1 Alcances

La presente investigación tiene dos estructuras teóricas que forman la base de los conceptos que se utilizan en el examen del problema ecológico asociado al uso de las aguas del río Choqueyapu.

Una primera reflexión teórica se obtiene mediante la explicación del desarrollo del "consumismo" que tiene lugar en los países altamente industrializados.

El anterior concepto se extrae de una versión moderna de la obra de Walt Rostow sobre la teoría de las etapas del crecimiento económico. Este autor distingue 5 etapas:

- a) La sociedad tradicional.
- b) Las condiciones previas al despegue.
- c) El despegue.
- d) El impulso hacia la madurez.
- e) La época de elevado consumo en masa.

De acuerdo con esta formulación teórica, los países subdesarrollados se encontrarían en su gran mayoría en la tercera etapa que corresponde al despegue.

En el caso de las naciones altamente industrializadas y desarrolladas, estarían en el tránsito a la quinta etapa que corresponde al desarrollo de la masificación del consumo.

"Durante el siglo XX, en la época posterior a la Primera Guerra Mundial se ha presenciado la forma de cómo muchos países después de Norteamérica y Europa Occidental han alcanzado la época de elevado consumo en masa. Esta etapa fue alcanzada primero por los EE.UU., en la década de 1920. En Gran Bretaña comenzó en la década de 1930. En el resto de la parte occidental del continente europeo, la década de los años 50 representa el período en el cual se logra esta masificación del consumo.

En todos los casos, la etapa del elevado consumo en masa ha sido caracterizado por el uso del automóvil y el de una variedad innumerable de bienes de consumo y artefactos duraderos. En estos países, excepción hecha de las familias del tercio inferior de la distribución del ingreso, están comenzando a verse síntomas de que el tiempo libre y la comodidad están suplantando al consumo". 20

(20) Stephen Enke, "Economía para el desarrollo".

Este proceso de la masificación del consumo ha originado una mayor explotación de los recursos naturales de los países de menor desarrollo que, sometidos a una necesidad económica para financiar su propio crecimiento, han dejado que sus materias primas se exploten en condiciones poco favorables.

Uno de los efectos fundamentales del consumismo es su ampliación a las esferas sociales de altos ingresos dentro de los países subdesarrollados; de esta manera surge una forma de dependencia que se transmite por la vía demostrativa del consumismo de los países altamente desarrollados.

Junto con la explotación irracional de los recursos naturales, la dependencia del consumismo en las altas clases sociales origina una combinación altamente conflictiva para enfrentar el problema de la conservación del medio ambiente.

En países como el nuestro, la aplicación de la teoría de W. Rostow tiene que someterse a las relaciones de "dependencia", sobre las pautas de consumo y el consumismo que es importado por los grupos de altos ingresos a nuestro sistema social.

El proceso queda ampliado en sus factores negativos debido al crecimiento de la población urbana, donde la

concentración demográfica se manifiesta originando pautas consumistas análogas al mundo capitalista desarrollado.

Este consumismo implica un mayor gasto de recursos: agua tierra, aire, bosques, praderas, etc.

En nuestro país, ciudades como Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, están sintiendo los efectos en el deterioro de las tierras cultivables dentro de las zonas suburbanas, los linderos municipales, e incluso las poblaciones adyacentes. Como se trata de zonas típicamente agropecuarias, el desplazamiento del sector agrícola origina pérdidas en la producción y por otra parte el incremento en los costos alimentarios, debido a un aumento en la distancia entre las tierras cultivadas y el área urbana.

De igual forma, el uso del agua queda comprometido en casi todas las ciudades del país al extremo de afirmarse que en el valle bajo de Cochabamba, el 80 % de este recurso ya estaría explotado. De la misma forma, con el río Choqueyapu tenemos problemas en relación a la disponibilidad de su caudal.

Un segundo bloque técnico, se utiliza a partir del análisis marginalista, en especial con un instrumental

microeconómico. Asociando estos cuerpos técnicos, tenemos el marco referencial que habitualmente se aconseja aplicar dentro de las investigaciones sobre el medio ambiente y el desarrollo ecológico.

4.2 Teoría de las externalidades

El concepto de externalidad se refiere a los denominados efectos externos, a los cuales se someten determinadas pautas en el desarrollo e identificación de las variables económicas. De esta forma, tenemos un efecto externo que puede ser un costo, una diseconomía; o también un beneficio externo.

En general, las externalidades se refieren a un tipo de agente económico que afecta positiva o negativamente el bienestar de otro agente económico en el proceso de la producción y el consumo, sin otorgar beneficios o costos de compensación.

Una externalidad, por lo tanto, puede presentarse como un factor de apoyo a la producción; pero también se dan casos en los cuales las externalidades originan pérdidas económicas, ya sean los agentes económicos: las familias, empresas, gobiernos, etc. Refleja el conjunto de aspectos que manifiestan el desequilibrio en el funcionamiento de la

economía competitiva de mercado, donde se produce una brecha entre el beneficio económico y el beneficio social.

Por lo anteriormente expuesto, establecemos la existencia de dos tipos de externalidades positivas y negativas.

Una externalidad negativa surge cuando las actividades de un agente económico producen efectos adversos sobre terceros agentes. En este caso, el costo marginal privado no es igual al costo marginal social; el agente en la búsqueda de su máximo beneficio impone costos a la sociedad que el agente no asume como propios.

En consecuencia, una externalidad negativa se produce cuando el costo marginal privado es menor que el costo marginal social, que no incluye el costo externo.

Una externalidad positiva se presenta cuando existen beneficios adicionales sobre otros agentes, que se producen cuando un agente económico realiza alguna operación económica. En estas condiciones, el costo marginal social será menor que el costo marginal privado.

De acuerdo con esta descripción, la contaminación del río Choqueyapu para los agentes productores de la zona de Río

Abajo se constituye en una externalidad negativa. En el sentido de que esta contaminación destruye las cualidades naturales del agua, volviéndolas no aptas para el consumo humano, animal e incluso para la irrigación de los campos agrícolas circundantes, procesos que a su vez comprometen altos costos en el manejo de la salud, el medio ambiente, la descontaminación de la tierra, etc.; costos que no pagan los agentes contaminadores como son las industrias, las instituciones públicas, las familias, etc.; por los desechos urbanos que producen.

4.3 Procesos de compensación

Dentro del primer esquema técnico se acepta que las políticas tributarias juegan un papel adecuado para restringir algunas áreas del mercado, donde los flujos del consumo son extremadamente altos.

Respecto del consumismo, las políticas tributarias tienen su efecto pero lamentablemente en forma restringida e incluso mediante acuerdos internacionales; se trata de contener el desarrollo de la oferta, como ocurre dentro de los recursos pesqueros (ballenas, delfines, etc.).

A su vez, se ha desarrollado una política de innovaciones tecnológicas, cuyo resultado final constituyen los modelos industriales de reciclaje.

En la mayor parte de los países industrializados, los modelos industriales de reciclaje se han iniciado con el uso de la basura doméstica, posteriormente el reciclaje ha sido dirigido a los productos químicos, en especial los derivados de los hidrocarburos. En la actualidad, se han incorporado áreas de productos plásticos, pinturas, envases, vidrio y papel.

El impulso al desarrollo de estas tecnologías forma parte de la política económica de los distintos gobiernos. En estos países se trata, por lo tanto, de objetivos prioritarios.

La tecnología económica que corresponde a estas exigencias parte de la proposición que señala lo siguiente: "la inclusión de una tecnología de reciclaje se verifica cuando los costos de producción que se relacionan con ésta son menores que los costos con materias primas nuevas", 21

En el segundo esquema teórico, los factores de

(21) A. J. Johnson, "Problemas industriales y ambientales".

compensación se analizan dentro del concepto de "internalización de externalidades", que como corresponde a un análisis microeconómico, presentan normalmente las siguientes opciones o mecanismos de operación:

- a) Establecimiento de derechos de propiedad.
- b) Negociación entre agentes económicos,
- c) Mecanismos cuantitativos y de precios.

Dentro de este conjunto de alternativas, el criterio de "costo-efectividad" en la internalización de las externalidades se considera adecuado para los estudios sobre el medio ambiente.

El propósito de esta técnica es disminuir el costo social para alcanzar un objetivo ambiental. Para alcanzar éste es necesario regular e intervenir las fuentes causantes de la contaminación e imponer los costos de administración, fiscalización, control, monitoreo y seguimiento de una autoridad o entidad reguladora.

Los costos de la contaminación pueden ser evaluados con cierta exactitud, en función de la inversión de capital y de los gastos de mantenimiento necesarios para corregir totalmente sus efectos.

En consecuencia, el proceso de afectar los costos implica formar un agente regulador dentro del mercado que puede ser una empresa privada, una entidad pública, o una organización mixta. *

El sistema se basa en el manejo de flujos presupuestarios donde el gasto aplicado al sistema de administración no sea componente principal. Planificación, dirección control, retroalimentación, etc.; deben materializar unos costos que se componen con el propósito, de mejoramiento del medio ambiente que es el objetivo principal.

$$Q = C.A$$

Donde: Q = objetivo ambiental

C.A = costos de abatimiento

Con la tecnología de este marco teórico, el costo de abatimiento es la agregación de los gastos anteriormente señalados.

(*) Elaboración propia, "Propuesta para una política ambiental en nuestro medio".

4.4 Marco tecnológico de Ingeniería

El manejo de las aguas es parte de un proceso de tecnología hidráulica; y como tal reúne diversas versiones teóricas, que debidamente certificadas por pruebas tecnológicas, sirven de referencia para los estudios económicos.

En este sentido, es importante señalar las siguientes proposiciones planteadas por esta especialización dentro del campo de la ingeniería.

• 1) La disponibilidad de agua en los cursos de los ríos está sujeta a las temporalidades climáticas. En consecuencia, cuando existen variaciones extremas en la distribución de las lluvias el volumen de agua que circula en el curso de los ríos presenta variaciones muy grandes, de 1 a 50 o más veces con relación a los períodos secos.

2) El volumen de aguas es un factor que puede diluir los materiales contaminantes en relación inversa a su cantidad y volumen de agua. Quiere decir que dado un nivel de contaminantes, si el volumen de agua es pequeño, el nivel de contaminación será elevado; al contrario, si el volumen de agua es grande, el efecto del contaminante se reducirá.

3) El proceso de la descontaminación de las aguas de los ríos se realiza mediante una oxigenación en un tramo o distancia que está en función del tipo de contaminación del río. Así por ejemplo, dado un volumen de agua por segundo en términos constantes, si admitimos un tipo de contaminación muy elevada con materia inorgánica, la degradación de la misma dentro del volumen de agua puede disminuir en un tramo de 100 a 1.000 Km. de distancia que recorre el río. Al contrario, si en ese mismo caudal del río, su contaminación es de carácter orgánico, los efectos negativos pueden desaparecer en 10 a 20 Km. de longitud.

4.5 Manejo del marco teórico

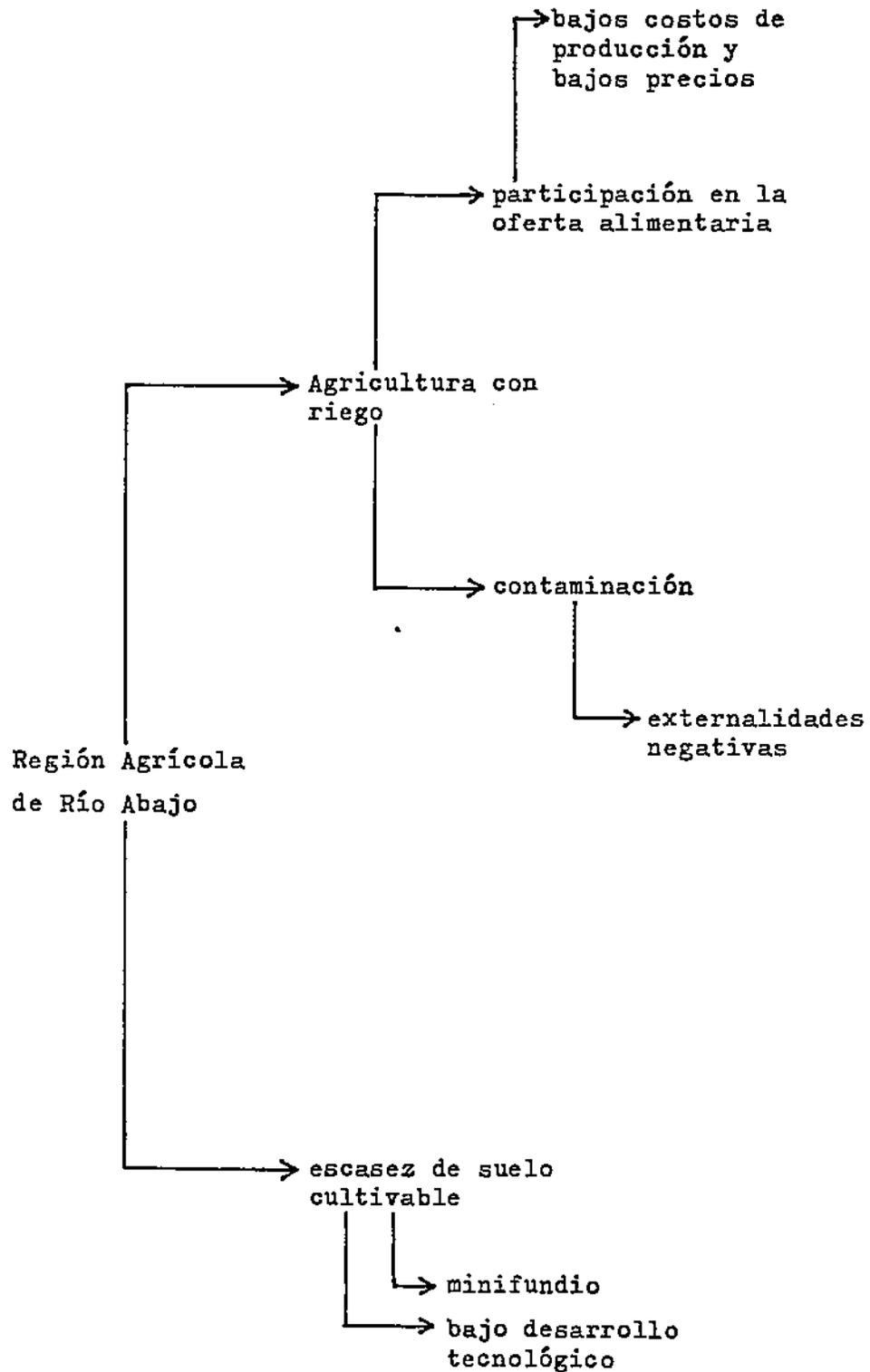
Este marco teórico se utilizará relacionando los elementos del proceso físico natural y de ingeniería, relacionados con el proceso de la producción agrícola en el valle de Río Abajo, estableciéndose a su vez una relación entre este proceso de la producción y el consumo.

CAPITULO V

5. ANÁLISIS DE LA REGIÓN AGRÍCOLA DE RÍO ABAJO

ESQUEMA DEL CAPITULO V

ANÁLISIS DE LA REGION AGRICOLA DE RIO ABAJO



5.1 Análisis Geoeconómico

La región geográfica del Valle de Río Abajo comprende un terreno aluvial de aproximadamente doscientas hectáreas cultivables bajo riego, ubicados entre las cotas de 3.000 y 2.500 metros sobre el nivel del mar.

Los terrenos se han ido formando gradualmente con los sedimentos que transporta el propio río, formando un plano con una pendiente que varía entre un 2% y un 4%. Se encuentra rodeada por un sistema de montañas, que han sido paulatinamente erosionadas, dando lugar a la formación de valles localizados entre el Altiplano y la Cordillera de Los Andes por esta razón los terrenos son muy pobres, presentan escasa vegetación y tienen zonas geológicamente muy activas donde se forman las mazmorras.

La zona esta calificada dentro de la categoría de semiarida la precipitación pluvial es inferior a los 450 m.m. año y presenta un período seco de casi ocho meses. Con un clima seco, subhúmedo y una temperatura promedio de 17°C a 19°C.

Se distinguen tres pisos ecológicos:

1) Fondo del valle que presentan terrazas bajas del río La Paz, con suelos fértiles ganados al lecho del río (Mallasa, Jupapina, Huajchilla, Taipichullo, Las Carreras).

2) Terrazas altas son depósitos lacustres producto de deslizamientos de Achocalla y comprende a las comunidades citadas anteriormente. No se cultiva en estos predios porque tiene una acelerada erosión hídrica (Valle de la Luna), existen asentamientos humanos.

3) Zona montañosa esta ubicada a ambos lados del río La Paz, en una altura considerable (Ayma, Llacosa, Yanari Alto y Bajo, Santiago Collana, Nuñumayani, Chajo). Son suelos que sirven de pastoreo y de reserva.

5.2 Características económicas

La zona esta estructurada como eminentemente agrícola con un bajo porcentaje de participación en la ganadería, aprovechando de la disponibilidad de las aguas del río Choqueyapu para el riego, se puede cultivar una gran variedad de verduras, hortalizas, e incluso de algunos frutos, etc.

La producción agrícola de Río Abajo, gracias a la buena localización de su región, comercializa sus productos con grandes ventajas, no solo a la ciudad de La Paz sino también a la zona del Altiplano. Cuyas características se pueden apreciar en el anterior cuadro Nº 1.

5.3 Población

La región de Río Abajo tiene una historia muy activa por su participación en la vida política y militar del país. Durante la guerra de la Independencia se convirtió en un centro de aprovisionamiento de armas, municiones y alimentos, gracias a la protección que le brindaba su geografía montañosa. En el período republicano el año 1841 se verifican los hechos históricos más notables, al ejército peruano ocupa el Departamento de La Paz y fue en Mecapaca donde se libró la primera batalla de esta campaña militar.

Durante el siglo XIX, las haciendas y comunidades de esta región han contribuido económicamente al desarrollo del departamento de una forma amplia, mediante una conexión comercial que se desarrolla desde las formas de trueque hasta la esfera de la circulación monetaria, facilitando de esta manera el aprovisionamiento de productos del valle tanto a la

CUADRO N° 2

COMUNIDADES SEGUN CONTEXTO HISTORICO Y ECOLOGICO

MICROREGIO	CONTEXTO HISTORICO		CONTEXTO ECOLOGICO		TOTAL					
	Ex-haciendas comunidades %	Originarios comunidades %	En el valle comunidades %	En las alturas comunidades %						
Sahapaqui	41	55	34	45	46	61	29	39	75	39
Luribay	47	94	3	6	36	72	14	28	50	26
Rio Abajo	65	97	2	3	25	37	42	63	67	35
TOTAL	153	80	39	20	107	56	85	44	192	100

FUENTE: Estudio socioeconómico de las provincias Abaroa, Villarroel, Pacajes, Loayza, Murillo, Saavedra y Camacho del departamento de La Paz, (Hugo Romero Bedregal) CIDES.

ciudad de La Paz, como a las regiones del Altiplano adyacente.

El cuadro Nº 2 nos presenta un análisis del contexto histórico, donde se establece que las exhaciendas representaban el 97% de las grandes unidades productivas de Río Abajo contándose 65 feudos agrícolas y las comunidades originarias solo llegaban a 2 unidades participando con el 3% del total de unidades productivas.

En el contexto ecológico, el 37% de las comunidades estaban localizados en el valle y el 63% en las zonas de clima frío o altiplánico. En el valle propiamente dicho se tenían 25 unidades productivas. El promedio que se registra es de 94 familias por comunidad relación que guarda correspondencia con la disponibilidad del suelo agrícola.

5.4 Tenencia de la Tierra

Antes de la Reforma Agraria, el censo que corresponde a la provincia Murillo del Departamento de La Paz, presentaba unas características peculiares que se detallan en el cuadro Nº 3.

CUADRO N° 3
DISTRIBUCION DEL SUELO EN LA PROVINCIA MURILLO
(en hectareas)

CANTON	SUPERFICIE CULTIVADA	SUPERFICIE CULTIVABLE	SUPERFICIE INCULTIVABLE	TOTALES
Achocalla	2783	8788	17633	29204
Cohoni	1483	5038	6576	13097
Chanca	488	5242	14540	20270
Palca	4817	18827	88981	112625
Mecapaca	836	2309	9624	12669
Otros	.	.	.	259998
TOTAL				447863

FUENTE: Estudio economico del IV Centenario de la fundacion de La Paz.

Las haciendas que existían en esta región no eran muy grandes; sin embargo, era el terrateniente quien controlaba la mayor proporción de la tierra; de tal manera que aparece como un propietario más completo del suelo. La hacienda se asentó sobre una comunidad mucho más débil que la existente en el Altiplano por lo que su expansión durante la Colonia y posteriormente en la República deja muy pocas comunidades originarias libres. La expansión producida debido a la topografía del terreno no significó que las haciendas se constituyeran en grandes latifundios pero fue suficiente para subordinar a las comunidades.

Otra característica de la región antes de 1953 era el hecho de que un mayor número de terratenientes vivían en los centros urbanos de la misma región, a diferencia de los terratenientes del Altiplano que radicaban en la ciudad de La Paz.

Dado que las haciendas de Río Abajo no eran extensas como en el Altiplano, las tierras no fueron expropiadas en su totalidad, manteniéndose el usufructo sobre los mejores suelos, los cuales eran de mayor extensión comparativamente con las parcelas individuales otorgadas a los campesinos.

De acuerdo con la ley de la Reforma Agraria las zonas con

una denominación genérica de valles cerrados, se establece una dotación de 4 hectáreas en zona de riego y 8 hectáreas en zona vitícola para la pequeña propiedad, siendo esta última la que se ajusta más a la relativa y discutible concepción de los proyectistas de la ley señalada.

Sin embargo la aplicación de la ley de la Reforma Agraria en la región de Mecapaca presenta dos grandes dificultades:

a) La escasez de terrenos favorecidos por el riego permanente.

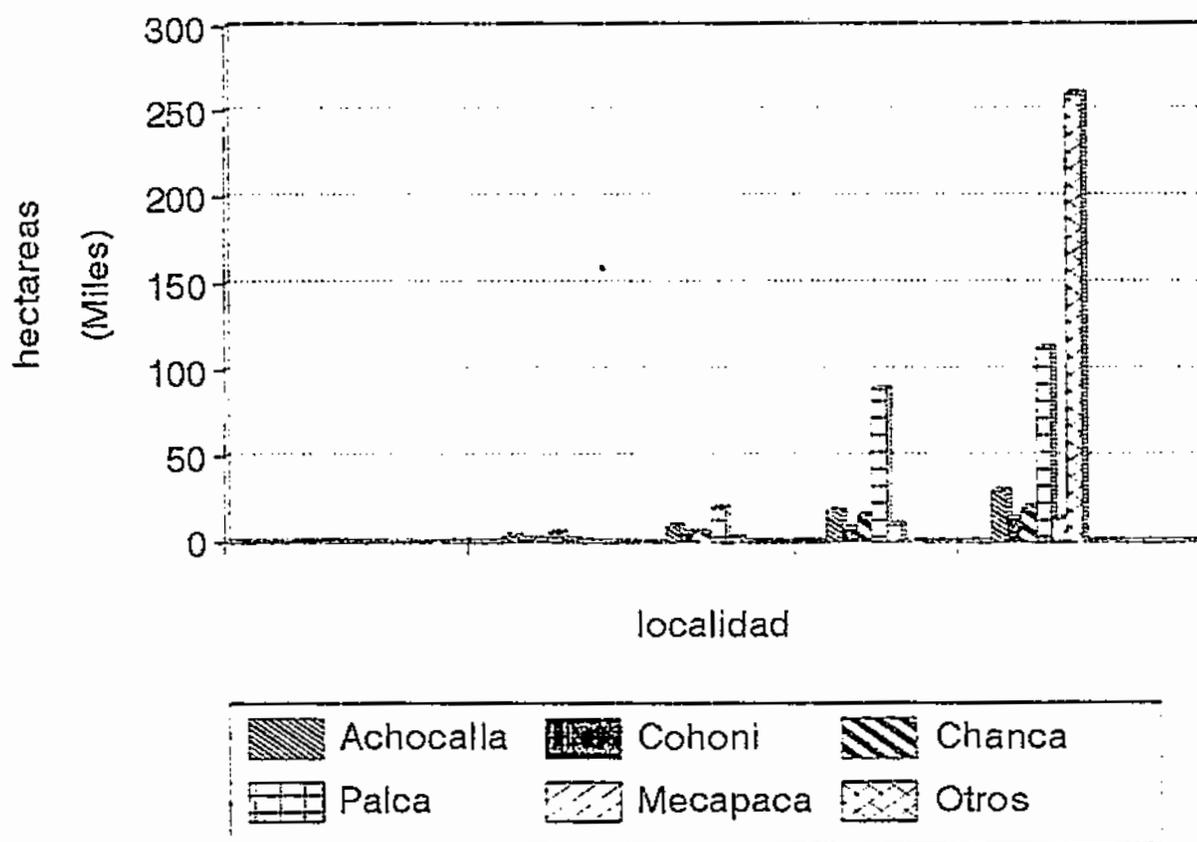
b) La desigual distribución de los suelos por la topografía montañosa de la región.

Por estos motivos cada título individual de la Reforma Agraria otorga entre 6 y 12 parcelas a cada campesino con superficies menores de 1000 metros cuadrados hasta de más de 5 hectáreas, aunque la media se aproxima a las 8 hectáreas.

Sin embargo la superficie efectivamente cultivable con el beneficio del riego permanente tiene un promedio de 1,5 hectáreas por campesino.

FIGURA Nº 4

Distribucion del suelo en la provincia Murillo



FUENTE: Estudio económico del IV Centenario de la
fundación de La Paz.

5.5 Tecnología

La formación de un sistema de manejo del suelo, tiene una típica estructura de minifundio, excluye la práctica de la agricultura mecanizada, siendo esta última muy limitada al cultivo de la tierra que somete a las prácticas intensivas y comprende una alta densidad de plantas por metro cuadrado cultivado.

Este proceso de rotación de cultivos puede variar de 3 a 5 ciclos año; y por otro lado, se cuenta con el riego artificial del río Choqueyapu que proporciona sedimentos con materias en descomposición y tienen un doble efecto:

a) Pueden favorecer a la agricultura por la cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, etc.

b) Pero también, como se indicó en el capítulo tercero del presente trabajo, estas aguas son portadoras de elementos contaminantes y bacterias, perjudiciales para la salud del hombre, de los animales y del medio ambiente.

5.6 Demanda de alimentos en el mercado urbano de La Paz

El consumo alimentario tiene una clasificación muy amplia y en la parte que corresponde a tubérculos, hortalizas, y verduras se ha establecido un promedio de 70 kilos de consumo per capita año, para el área urbana de La Paz.

En la lista de estos productos sobresalen los siguientes cultivos:

- Papa
- Arvejas
- Maíz de mesa
- Zanahoria
- Cebolla
- Lechuga
- Zapallo
- Lacayote
- Tomates
- Varios

Considerando que la población del área Metropolitana de La Paz es de aproximadamente 1.200.000 habitantes, este mercado requiere de 84 millones de kilos de mezcla alimentaria como se señaló anteriormente. Las fuentes de aprovisionamiento se encuentran distribuidas en una amplia geografía que incluso comprometen a muchas regiones del vecino país del Perú de

donde se traen productos como la racacha, tomate, morrón, zapallo, zanahoria, etc.

Dentro del territorio nacional, el flujo de la oferta incluye regiones de Comarapa, Samaipata, etc.; de donde se trae tomate, morrón, etc. El Departamento de Cochabamba proporciona todos los productos de la lista en una apreciable cantidad y al interior del Departamento, la región de Sorata es la proveedora de productos de clima de valle, y la región del Altiplano ofrece tubérculos.

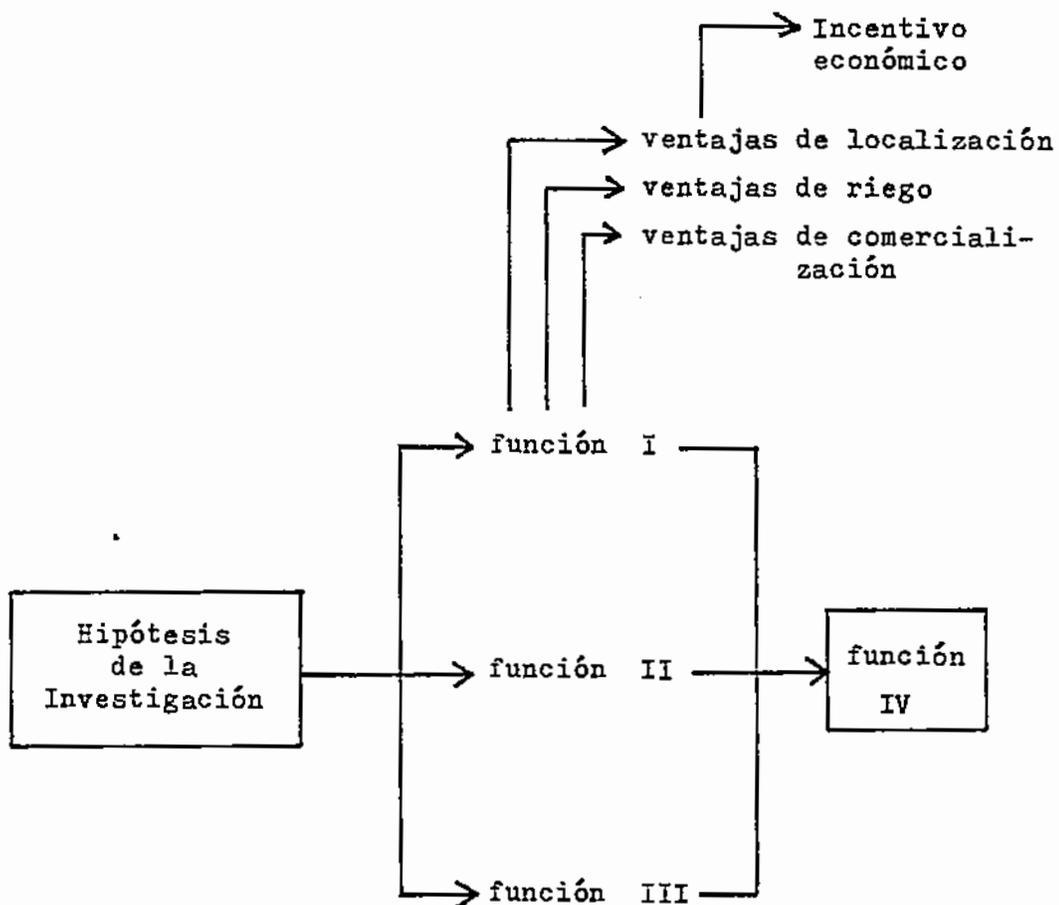
Por lo mencionado anteriormente podemos indicar que es importante la producción de Río Abajo, ya que contribuye de manera notable en la disminución del déficit de la oferta alimentaria local y por tener además, influencia en la determinación de los precios compitiendo en el mercado y controlando el alza de los mismos.

CAPITULO VI

6. INCENTIVOS AL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS DE RIO ABAJO

ESQUEMA DEL CAPITULO VI

INCENTIVOS AL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS DE RIO ABAJO



6.1 Fundamentación y alcance

La localización de Río Abajo y el hecho de constituirse en un piso ecológico diferente del Altiplano, constituye una ventaja económica para el desarrollo de la agricultura de hortalizas y verduras.

En menor escala prosperan cultivos de maíz y patatas, los frutales ocupan un lugar secundario, y la ganadería tienen un escaso desarrollo. Estos cultivos, como toda forma económica de producción, se someten a las leyes del mercado y por lo tanto tienen correspondencia con los ciclos e inestabilidad de los precios.

El sistema de precios reproduce las condiciones competitivas de un mercado atomizado por un sin número de pequeños productores; sin embargo, los canales de comercialización son controlados por pocas personas. Se trata de comerciantes que corrientemente tienen sus puestos de venta en los mercados y en menor porcentaje son propietarios del transporte.

El 96% de la producción se lleva al mercado y el 4% se ofrece en la zona. De esta producción el 53% de los agricultores entregan su producto a los rescatadores

mayoristas, 15% a rescatadores minoristas y sólo el 28% venden directamente al consumidor.

En un mercado de competencia, los flujos de la oferta y la demanda establecen el precio de las distintas mercancías. Sobre este particular, es necesario señalar que la demanda se incrementa en la medida en que baja el precio, aspecto que se observa en forma directa en las transacciones que se verifican en los mercados.

Esta conducta del consumidor no es desconocida por el conjunto de los productores de Río Abajo y responde en toda su amplitud al problema del ciclo agrícola.

La oferta alimentaria, que incluye la selección de productos cultivados en Río Abajo tiene en los meses de noviembre a marzo una competencia muy elevada con las cosechas que se levantan en algunas zonas del Altiplano, en los valles de Larecaja y en especial con el Departamento de Cochabamba.

En los meses indicados, la oferta de productos agrícolas origina una disminución de los precios tanto a nivel de mayoristas como de minoristas, este hecho económico nos permite observar que la demanda aumenta pero en forma inelástica frente a un volumen de oferta que resulta muy

grande para el consumidor (los precios bajan en un 50%, pero la cantidad demandada aumenta sólo en un 20%).

Los productores de Río Abajo quedan afectados por este margen de inelasticidad; sin embargo, los precios más bajos por los productos no impiden el desarrollo continuo de las labores agrícolas.

Dos aspectos económicos surgen de estas relaciones de mercado:

a) En primer lugar esta la necesidad de mantener un espacio en el mercado, que fácilmente podría ser cubierto por la producción de otras regiones.

b) En segundo lugar, se necesita mantener la estructura agrícola de la zona evitando su deterioro, que se produciría si se deja de cultivar.*

Por estos motivos el cultivo entre los meses de junio y noviembre representa para la economía de Río Abajo el período en el cual se pueden obtener el mayor índice de ganancia. Sin

(*) Elaboración propia en base a un taller en la zona de estudio.

embargo, en este período el riego suplementario con aguas del río Choqueyapu presenta los mayores índices y factores de contaminación y por lo tanto se tiene al frente un peligro latente, que está tipificado dentro de las normas de salubridad.

6.2 Presentación de la hipótesis

De acuerdo con lo expuesto en el inciso anterior, la hipótesis que corresponde a los términos de la presente investigación puede referirse en los siguientes términos:

"En el valle de Río Abajo, el aumento de los precios para las siembras de invierno y primavera incrementan el flujo de la ganancia favoreciendo el cultivo, pero con un índice elevado de contaminación, lo cual origina un deterioro de la ecología, del medio ambiente y de la salud de la población".

6.3 Variables de la hipótesis

La hipótesis contiene un proceso de relaciones causa-efecto de donde se puede obtener un modelo simultáneo de interpretación para el enunciado de la hipótesis.

$$\boxed{g = f (p)} \quad \text{I}$$

Donde:

g = tasa de ganancia

p = índice de precios

Esta primera relación explica que la tasa de la ganancia varía directamente con los precios, admitiéndose el siguiente supuesto:

1) Cuando se incrementan los precios dados los costos de producción, se amplía el excedente y por lo tanto se amplía también la tasa de la ganancia.

$$\boxed{q = h (g)} \quad \text{II}$$

Donde:

q = cultivos

Esta función admite una correspondencia entre la tasa de la ganancia y el desarrollo de los cultivos, existiendo entre

ambas variables una correspondencia directa. El supuesto que respalda esta proposición es el siguiente:

2) El crecimiento de la tasa de la ganancia es el indicado del mercado, para una mayor agregación de capital, que a su vez implica una mayor agregación del producto. Si el incremento de la tasa de la ganancia sobrepasa el valor medio que ésta tiene, fluirán capitales de otros sectores al sector donde la tasa de la ganancia tiene mayor crecimiento, originando como efecto directo el aumento de la producción.

$$\text{Ces} = k (q) \quad \text{III}$$

Donde:

Ces = costo ecológico y social de la producción agrícola.

Esta relación, también en forma directa para el caso de Río Abajo, muestra que la expansión de los cultivos en el período de invierno y primavera utiliza aguas contaminadas del Río Choqueyapu que son portadoras de elementos nocivos para la salud de la población y el deterioro del medio ambiente.

El costo ecológico y social tiene que determinarse y quizá debería existir una política para lograr compensaciones. Este aspecto se fundamenta en el siguiente supuesto:

3) Las externalidades negativas son aquellas que perjudican el desarrollo del resto de las unidades económicas sin retribuciones compensatorias originando un deterioro que representa una pérdida económica real. En consecuencia, para resarcir los daños es necesario "internalizar estas externalidades" mediante ajustes de precios o pagos compensatorios.

6.4 Agregación de las variables

Utilizando el sistema:

$$g = f(p) \quad \text{I}$$

$$q = h(g) \quad \text{II}$$

$$Ces = k(q) \quad \text{III}$$

Reemplazando II en III obtenemos:

$$\boxed{Ces = K [h(g)]} \quad \text{IV}$$

Posteriormente reemplazamos I en IV obteniendo:

$$\text{Ces} = k [h [f (p)]] \quad v$$

Hemos obtenido como resultado la función, que asocia el costo ecológico y social directamente con el mercado por la vía de los precios y constituye una síntesis de la hipótesis dada su relación directa. Es decir, cuando aumentan los precios el costo ecológico y social tiende a crecer lo que equivale a un deterioro del medio ambiente y de la salud variable señalada en el texto de la hipótesis; que menciona lo siguiente:

"En el valle de Río Abajo, el aumento de los precios para las siembras de invierno y primavera incrementan el flujo de la ganancia favoreciendo el cultivo, pero con un índice elevado de contaminación, lo cual origina un deterioro de la ecología, del medio ambiente y de la salud de la población".

El costo ecológico en la presente investigación ha sido relacionado en forma directa con el grado de contaminación de las aguas del río La Paz.

A medida que aumenta la población del área urbana es mayor el flujo de las denominadas aguas domésticas, por otra parte la ampliación de las instalaciones industriales y otras aguas residuales también incrementan el porcentaje de contaminación del curso de las aguas del río La Paz. Tal como se ha descrito en el capítulo tercero.

El costo ecológico, generalmente se calcula considerando el costo de la descontaminación de estas aguas que no debería ser pagado por los campesinos porque constituye una externalidad que lamentablemente no tiene una compensación económica en favor de los campesinos.

El costo social del daño ecológico, se relaciona con los servicios de salud que deberían implementarse para contrarrestar las enfermedades de origen hídrico.

Existen dos políticas al respecto la preventiva y la curativa. La preventiva sólo se ha desarrollado en forma discontinua por falta de recursos económicos. La curativa tuvo mayor aplicación cuando se desató la peste de El cólera entre 1988-1989 con trescientos pacientes en total y una tasa de mortalidad del 25%.

6.5 Características generales

La hipótesis con el sistema I-IV tiene el calificativo de "refinada". Sus variables proposicionales son operacionalizables y están universalmente cuantificadas.

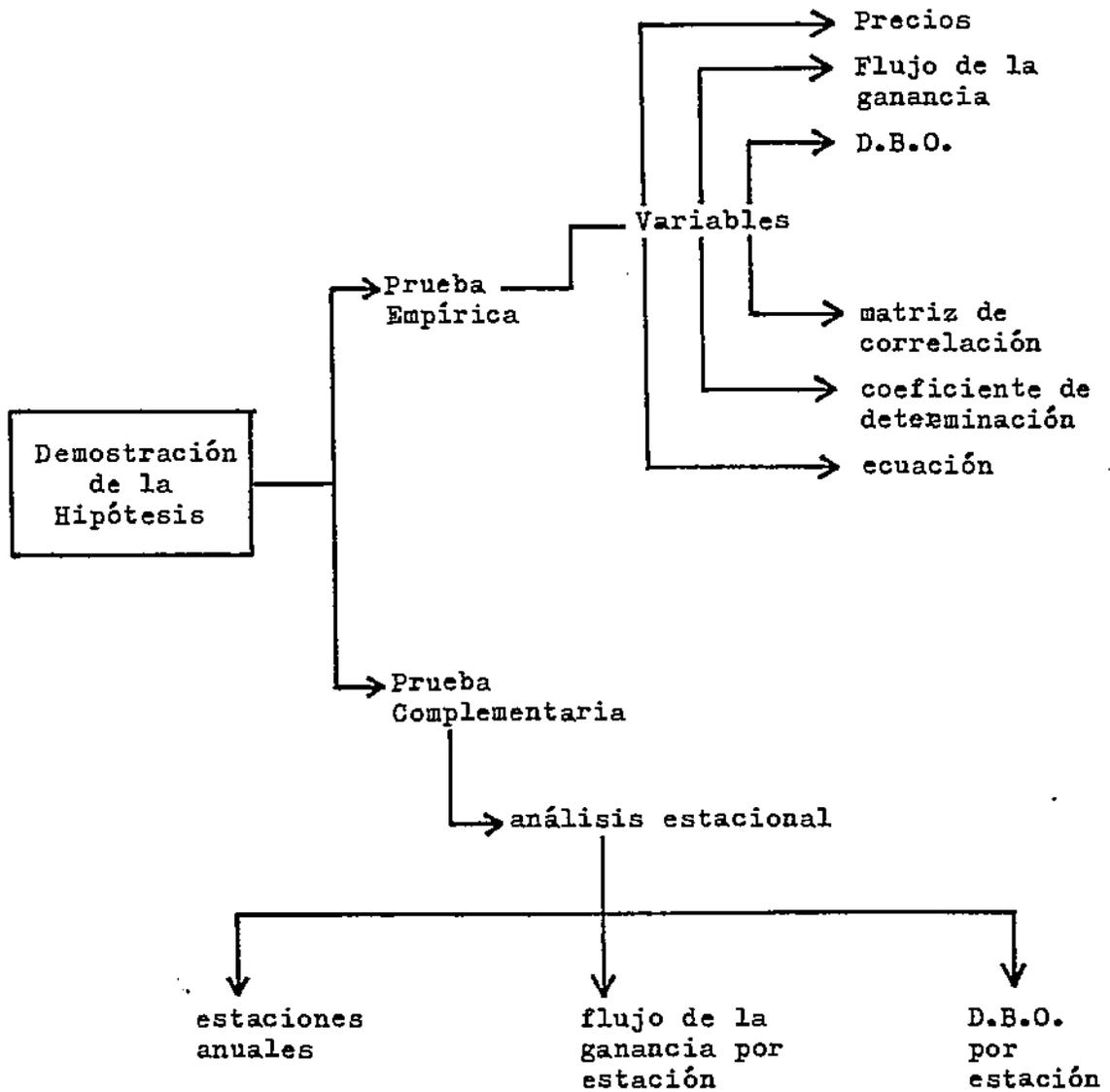
Los objetos a los cuales la hipótesis hace referencia a través de sus variables representan "correlatos objetales formales" (por presentarse como objetos lógicos y matemáticos).

La forma de contrastación de la presente hipótesis tiene un carácter empírico y es puesta a prueba mediante datos de construcción primaria y secundaria. La importancia de la conclusión empírica se refleja en la posible respuesta que se puede dar a un problema latente en nuestra comunidad y se refiere al peligro que trae consigo el consumo de productos cultivados en la zona de Río Abajo, en especial en las épocas de invierno y primavera cuando el caudal del río disminuye y la densidad de contaminantes por consiguiente aumenta, infectando el curso de las aguas con un alto grado de peligrosidad para la ecología, el medio ambiente, y la salud de la población.

CAPITULO VII

7. PROPUESTA DE LA INVESTIGACION

ESQUEMA DEL CAPITULO VII



7.1 Introducción

Determinada la hipótesis de esta investigación, recogemos en su contenido una respuesta tentativa para explicar el problema formulado en el marco de la investigación.

Como quedó establecido, el trabajo tiene una sustentación empírica y por lo tanto la hipótesis puede ser cuantificable y los resultados de la investigación son objeto de medición. Los datos empíricos se han obtenido de fuentes especializadas, por constituir estas, parte de un programa que tiene un carácter multiprofesional, que incluye a ingenieros en hidráulica, ingenieros en plantas de descontaminación y sistemas de aguas servidas, geólogos, agrónomos, biólogos, etc.

La información obtenida, por lo tanto, tiene un carácter secundario y de esta manera, la investigación se apoya en varias experiencias previamente desarrolladas.

7.2 Estructura de precios

En la región de Río Abajo el uso de la tierra se combina de distintas maneras y no existe una regla fija. Sin embargo

la experiencia en los agricultores hace que ciertos cultivos se combinen con otros para compensar precios.

De esta manera se puede obtener un promedio de precios mensuales por kilogramo producto tal como podemos apreciar en el siguiente cuadro N° 4.

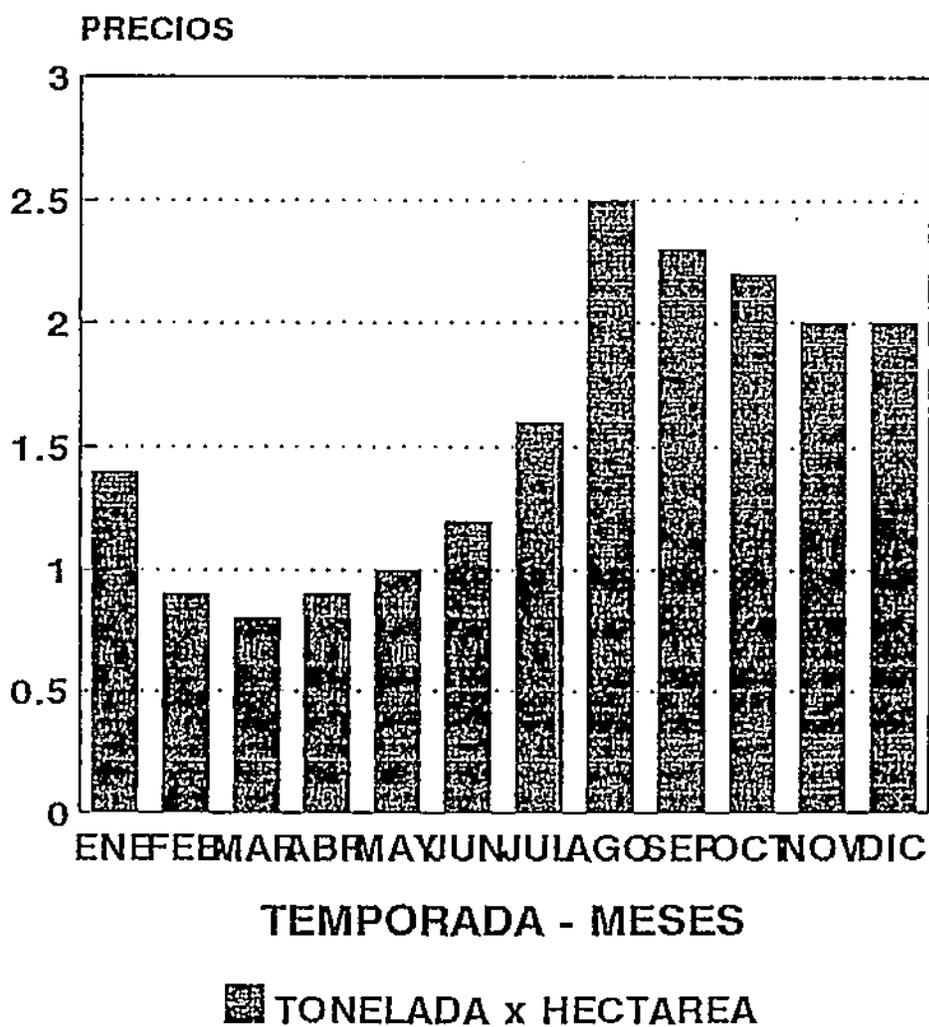
CUADRO N° 4

Período	Precio Promedio/kilo
Enero	1.40
Febrero	0.90
Marzo	0.80
Abril	0.90
Mayo	1.00
Junio	1.20
Julio	1.60
Agosto	2.50
Septiembre	2.30
Octubre	2.20
Noviembre	2.00
Diciembre	2.00

FUENTE: Encuesta a productores MACA 1992.

figura Nº 5

ESTRUCTURA DE PRECIOS



Encuesta a productores MACA 1992.

De acuerdo con esta elaboración de precios mensuales por Kg. producido, se establece que en la zona de Río Abajo existe un período de ascenso para los precios que comienza en el mes de junio encontrando su punto más alto en el mes de agosto; manteniéndose esta alza hasta el mes de diciembre, para luego descender hasta encontrar su nivel más bajo en el mes de marzo.

Este sistema de precios se encuentra determinado por las condiciones ecológicas. Efectivamente a partir de junio terminan las cosechas en la mayor parte de las zonas agrícolas del resto del departamento e incluso del país, y es cuando la producción de Río Abajo adquiere mayor importancia. Por lo tanto, los precios empiezan a subir y al contrario, en los meses de verano comienza a llegar producción de otras regiones del departamento y del país, y los precios empiezan a bajar siendo la producción de Río Abajo menos importante.

Este manejo del sistema de precios es resultado de las condiciones climatológicas en el período de invierno, cuyas primeras referencias están a partir del mes de mayo cuando disminuyen bruscamente las precipitaciones fluviales y por lo tanto, se necesita riego artificial. Esta zona de Río Abajo tiene la ventaja de contar con este recurso gracias al río Choqueyapu, pero el grado de contaminación de este río en el

invierno es también más elevado.

7.3 Costos de producción

Considerando que la técnica de trabajo se mantiene en forma regular durante todo el año agrícola que coincide con el año calendario, los costos fijos y variables son relativamente homogéneos.

Si bien en la época de lluvias se suspende la aplicación de fuerza de trabajo para el riego, la disponibilidad de mano de obra se emplea para mantener los defensivos y una mayor limpieza de los cultivos.

En la época del invierno no se necesita emplear trabajo en defensivos, pero sí en riego. Considerando además que el trabajo de la familia campesina tiene un coeficiente de reserva, su uso puede ampliarse, lo cual facilita deducir una conclusión económica: Es decir; respecto de la tendencia homogénea de los costos de producción a lo largo de todo el año tal como se puede ver en el cuadro N^o 5.

CUADRO Nº 5

COSTOS DE PRODUCCION
(Estudio obtenido para un área agrícola de 1000 mts.²)

Período	Cantidad de trabajo	Costos totales
Enero	10	Bs. 300
Febrero	10	" 300
Marzo	10	" 300
Abril	10	" 300
Mayo	10	" 300
Junio	10	" 300
Julio	10	" 300
Agosto	10	" 300
Septiembre	10	" 300
Octubre	10	" 300
Noviembre	10	" 300
Diciembre	10	" 300

FUENTE: Encuesta para Río Abajo y Huayhuasi (MACA) 1992.

Como se observa al comparar los costos y los precios obtenemos un aumento de la ganancia en las épocas en que los precios son más elevados, aspecto que se enuncia en la hipótesis como parte esencial de la explicación del problema.

7.4 Producción y rendimiento de la tierra

El rendimiento de los cultivos tiene una variación de acuerdo con la disponibilidad de agua, humedad y los cuidados agrícolas. Este extremo se puede observar en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 6

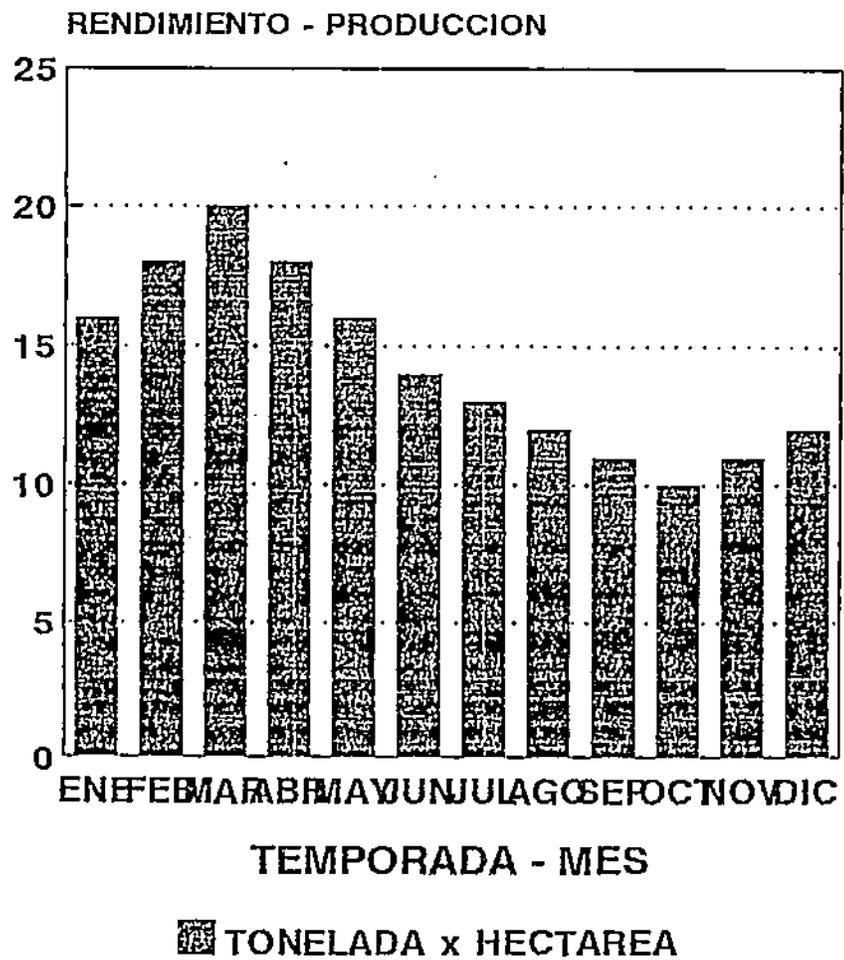
PRODUCCION POR HECTAREA

Período	Tn/Ha.
Enero	16
Febrero	18
Marzo	20
Abril	18
Mayo	16
Junio	14
Julio	13
Agosto	12
Septiembre	11
Octubre	10
Noviembre	11
Diciembre	12

FUENTE: Encuesta a productores de Río Abajo (MACA) 1992.

figura Nº 6

PRODUCCION POR HECTAREA



Encuesta a productores MACA 1992

La anterior figura N° 6 nos muestra, la evolución de la producción agrícola del valle de Río Abajo.

7.5 Ganancia y tasa de la ganancia

Utilizando la información de los cuadros N° 4, N° 5 y N° 6 se puede determinar la ganancia y su tasa respectiva, tomando como unidad el cultivo de una hectárea.

CUADRO N° 7

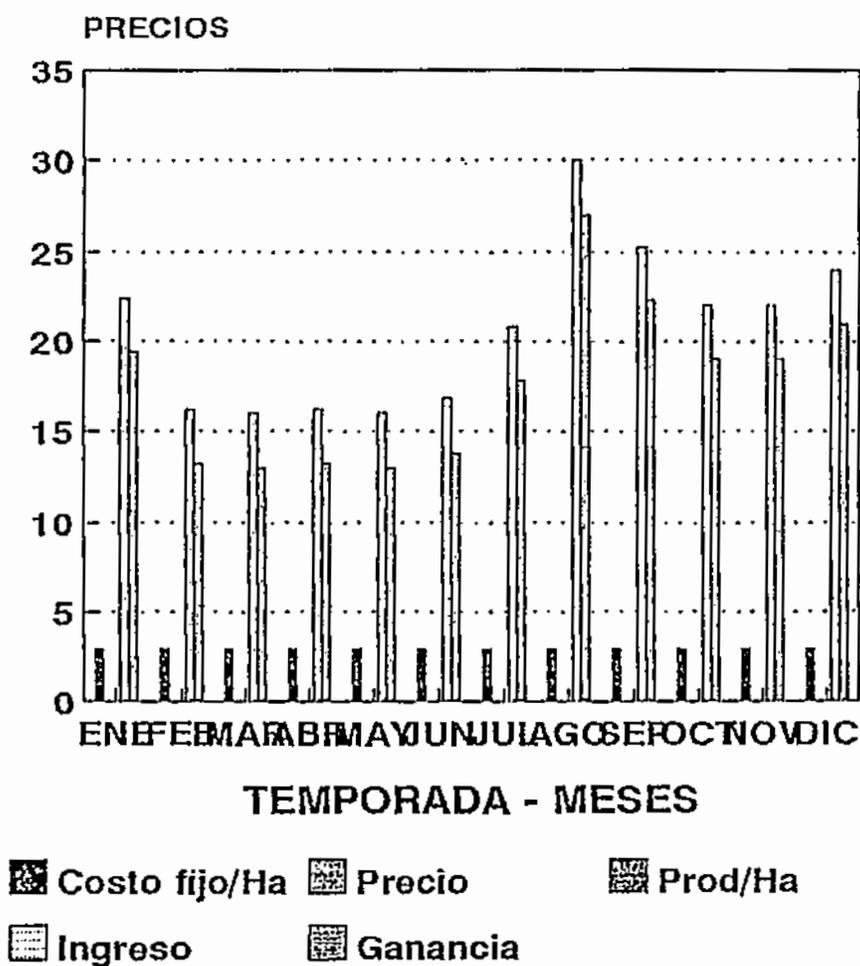
GANANCIA Y TASA DE LA GANANCIA POR HECTAREA

Período	Costo fijo/Ha.	Precio	Prod./Ha.	Ingreso	Ganancia
Enero	3000	1.40	16 Tn	22400	19400
Febrero	3000	0.90	10 Tn	16200	13200
Marzo	3000	0.80	20 Tn	16000	13000
Abril	3000	0.90	18 Tn	16200	13200
Mayo	3000	1.00	16 Tn	16000	13000
Junio	3000	1.20	14 Tn	16800	13800
Julio	3000	1.60	13 Tn	20800	17800
Agosto	3000	2.50	12 Tn	30000	27000
Septiembre	3000	2.30	11 Tn	25300	22300
Octubre	3000	2.20	10 Tn	22000	19000
Noviembre	3000	2.00	11 Tn	22000	19000
Diciembre	3000	2.00	12 Tn	24000	21000

FUENTE: Elaboración propia.

figura Nº 7

GANANCIA Y TASA DE LA GANANCIA



Fuente: Elaboración propia

Con la información proporcionada por los cuadros anteriores podemos obtener la evaluación económica entre el flujo de la ganancia y el nivel de los precios.

CUADRO Nº 8
FLUJO DE LA GANANCIA Y PRECIO

Período	Precios	Flujo de Ganancia
Enero	1.40	19400
Febrero	0.90	13200
Marzo	0.80	13000
Abril	0.90	13200
Mayo	1.00	13000
Junio	1.20	13800
Julio	1.60	17800
Agosto	2.50	27000
Septiembre	2.30	22300
Octubre	2.20	19000
Noviembre	2.00	19000
Diciembre	2.00	21000

FUENTE: Elaboración propia en base al cuadro anterior.

La información que nos proporcionan los cuadros anteriores, nos llevan a tomar en cuenta los ensayos referentes a la determinación de la D.B.O.; para lo cual se emplea el siguiente procedimiento:

- Se determina el oxígeno disuelto del agua en dilución inoculada con la solución de tiosulfato de sodio. Una vez determinado el oxígeno disuelto por titulación, se calibra el aparato medidor de oxígeno disuelto; entonces la D.B.O. es el método empleado mediante el dicromato de potasio, que nos mide la cantidad posible de oxidación química.

A la altura de la estación de Lipari, el río Choqueyapu presenta un proceso de contaminación relativamente importante, que asciende a una D.B.O. de 101 mg/l.

Los indicadores señalan que un valor igual a 400 D.B.O, representa el punto crítico que separa el nivel de las aguas "negras" o totalmente contaminadas, de las aguas aptas para el consumo. Sin embargo; para la agricultura los niveles tolerables de contaminación no deben exceder las 50 unidades de D.B.O. Como se mencionó en el capítulo quinto.

CUADRO Nº 9

COEFICIENTE DE CONTAMINACION DEL RIO CHOQUEYAPU EN LA ESTACION DE LIPARI

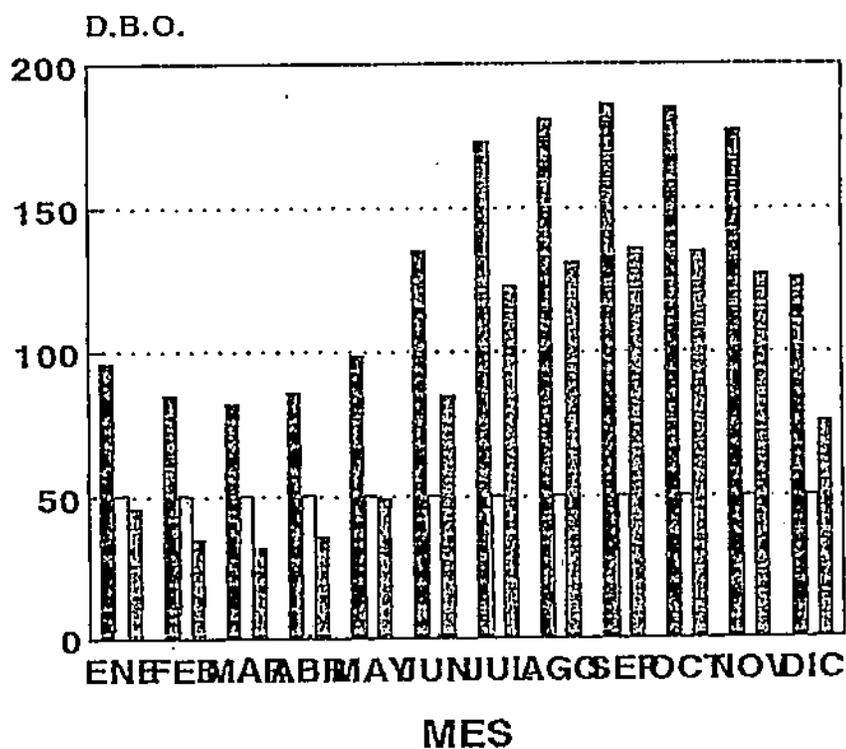
Período	D.B.O.	Contaminación tolerable	Exceso
Enero	96	50	46
Febrero	85	50	35
Marzo	82	50	32
Abril	86	50	36
Mayo	99	50	49
Junio	135	50	85
Julio	173	50	123
Agosto	181	50	131
Septiembre	186	50	136
Octubre	185	50	135
Noviembre	177	50	127
Diciembre	126	50	76

FUENTE: Seminario sobre la contaminación del río Choqueyapu, febrero de 1987.

Espinoza, G.; Arze, C., "Estudio de la contaminación del río Choqueyapu" Tesis de Grado, UMSA, 1987.

figura Nº 3

COEF. CONTAMINACION RIO CHOQUEYAPU



-  D.B.O.
-  CONTAMINACION TOLER.
-  EXCESO CONTAMINACION

Estos grados de contaminación no pueden regularse con políticas impositivas o de marco jurídico solamente, en especial por la correlación existente con las variables económicas que en última instancia, son las que determinan el manejo del suelo cultivable, el empleo de recursos, semillas, aperos de labranza, gastos de transporte, etc.; y con carácter particular, el empleo de la fuerza de trabajo de la familia campesina. Este extremo se puede observar en el siguiente análisis econométrico, que se presenta a continuación.

7.6 Alcances de la investigación

Por la estructura de datos que se ha obtenido, corresponde analizar el comportamiento de las variables que han sido seleccionadas para contrastar la significación de la hipótesis.

El flujo de la ganancia, como quedó establecido representa la variable más importante como "estímulo" para el proceso de la producción.

CUADRO Nº 10

ANÁLISIS ECONOMETRICO

Período	Flujo de la ganancia	Precio X1	D.B.O. X2
Enero	19400	1.40	96
Febrero	13200	0.90	85
Marzo	13000	0.80	82
Abril	13200	0.90	86
Mayo	13000	1.00	99
Junio	13800	1.20	135
Julio	17800	1.60	173
Agosto	27000	2.50	181
Septiembre	22300	2.30	186
Octubre	19000	2.20	185
Noviembre	19000	2.00	177
Diciembre	21000	2.00	126

FUENTE: Elaboración propia en base a los cuadros Nº 8 y Nº 9.

La referencia anterior guarda correspondencia con las formulaciones teóricas planteadas por las distintas escuelas del pensamiento económico. Así por ejemplo, para D. Ricardo..."la tasa de la ganancia en última instancia explica las particularidades del crecimiento económico. Si la tasa de la ganancia está por encima de su valor natural, aumenta la inversión, el empleo y el bienestar de la población o viceversa" 22.

Para Marx, la ley fundamental del sistema capitalista de producción es "...la producción de plusvalía" a partir de este flujo se determina la ganancia y su importancia se mide con la tasa de la ganancia. Encontramos observaciones análogas dentro de los modelos neoclásicos y keynesianos.

En consecuencia, el flujo de la ganancia en el caso de la presente investigación, reúne condiciones teóricas y empíricas suficientes para explorar una conducta en los agentes sociales; y en concreto, entre los productores de la región de Río Abajo.

Este flujo de la ganancia ha sido estudiado en relación

(22) Adelman Irma, "Teorías del desarrollo económico".

con los precios. Esta correspondencia permite unir a los productores con el mercado en una sociedad donde se observa un amplio desarrollo de las formas monetarias, como corresponde a la producción agrícola de Río Abajo. Al considerar la estructura del mercado, y en especial los precios que se determinan por los flujos de oferta y demanda, nos proporcionan una información suficiente para establecer la determinación del flujo de la ganancia.

Haciendo la salvedad que corresponde, se debe señalar que los productores de Río Abajo forman un grupo social con alta integración en el sistema capitalista de producción, presentando una gran creación de mercancías, al contrario de otras regiones agrícolas del país donde predominan formas capitalistas muy superficiales y donde además el auto consumo de lo producido tiene una participación importante dentro del total producido, razón por la cual la monetarización del sistema agrícola es superficial y muy limitada.

Para explicar el proceso ecológico como un nuevo conjunto de variables, se utiliza la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Esta variable ha sido incorporada en la presente década dentro del análisis económico como un indicador de la

eficiencia de la inversión y la producción. Corresponde por lo tanto señalar la importancia de preservar el estado óptimo del bienestar social con una respuesta en el manejo adecuado de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente. En este último encontramos el índice de desarrollo humano, los indicadores de salud, de satisfacción y realización social y finalmente, todo el conjunto de medios que hacen posible el desarrollo sostenido con la preservación del sistema ecológico.

En términos operativos, este proceso se explica mediante la siguiente configuración de datos, tomando como base el cuadro Nº 10, presentado anteriormente.

7.6.1 Análisis estadístico de los datos

Número de casos: 12 (n)

Número de variables: 3 (k)

Flujo de la ganancia: Y

Precio: X_1

D.B.O.: X_2

CUADRO Nº 11

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Período	Y	X1	X2
1 Enero	19400	1.4	96
2 Febrero	13200	0.9	85
3 Marzo	13000	0.8	82
4 Abril	13200	0.9	86
5 Mayo	13000	1.0	99
6 Junio	13800	1.2	135
7 Julio	17800	1.6	173
8 Agosto	27000	2.5	181
9 Septiembre	22300	2.3	186
10 Octubre	19000	2.2	185
11 Noviembre	19000	2.0	177
12 Diciembre	21000	2.0	126

FUENTE: Elaboración propia en base al cuadro anterior.

7.6.2 Matriz de correlación

	Y	X1	X2
Y	1.00000		
X1	.92675	1.00000	
X2	.71456	.88425	1.00000

La matriz de correlación muestra asociación alta y directa entre la variable dependiente Y y las variables X1 y X2. Las variables independientes X1 y X2 tienen una correlación alta y directa, mayor a la de Y y X2.

7.6.3 Análisis de regresión

VARIABLE	NOMBRE	MEDIA ARITMETICA	DESVIACION ESTANDAR
X1	Precio	1.57	.61
X2	D.B.O.	134.25	43.72
Y	Ganancia	17641.67	4519.34

MODELO GENERAL:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + u$$

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR STANDAR DE COEFICIENTES	T-STUDENT CALCULADO	PROBABILIDAD DE RECHAZO
Precio (X1)	9952.58	1582.03	6.291	.00014
DBO (X2)	-49.73	22.22	-2.238	.05200
Constante	8724.96			

El modelo es:

$$Y = 8724.96 + 9952.58 X_1 - 49.73 X_2 + e$$

Existe buena estimación del valor poblacional de los coeficientes, cuando el error estándar del coeficiente de las variables X 's es despreciable. En este caso, la variable X_1 tiene un error bastante grande, la variable X_2 presenta una dispersión baja.

7.6.4 Indicadores de evaluación

Utilizando el test T-Student, para la prueba de la hipótesis de significación de cada uno de los coeficientes de regresión (B_i).

(Hipótesis nula) $H_0 : B_i = 0$

(Hipótesis alterna) $H_1 : B_i \neq 0$

Se rechaza H_0 si el T-Student calculado en valor absoluto es mayor al T- Student de tablas con $n-k$ grados de libertad (G.L.) y un nivel de confianza de $(1 - \alpha/2)$:

Donde:

$n = 12$ casos

$k = 3$ variables

La última columna de la tabla nos muestra las probabilidades de cometer el error de tipo 1, que consiste en rechazar la hipótesis nula H_0 , para cada coeficiente B_i , cuando esta es verdadera.

Por ejemplo:

$H_0 : B_2 = 0$

$H_1 : B_2 \neq 0$

T calc. = $\left| -2.238 \right| = 2.238$

T tabla = 1.83 ($\alpha = 0.05$)

Como 2.238 es mayor a 1.83; se rechaza H_0 al 95% de confianza indicando que el coeficiente B_1 es significativo en el modelo.

De acuerdo a la probabilidad de rechazo, los coeficientes de las variables son significativas individualmente; es decir que las dos variables en forma individual, influyen significativamente en el comportamiento del Flujo de la Ganancia (Y).

7.6.5 Correlación múltiple

La relación lineal entre las variables independientes X_1 , X_2 y Y ; presenta una correlación conjunta muy buena.

$$\text{MULTIPLE } R = 0.95$$

7.6.6 Coeficiente de determinación

$$R^2 = 0.91$$

Es la razón entre la variación explicada (REGRESION) y la variación total (TOTAL) que se muestran en la columna 2 del cuadro ANOVA. Muestra la variación RESIDUAL en relación a la del TOTAL; por lo tanto, el modelo de regresión lineal se ajusta en un 91% a los datos observados.

7.6.7 Análisis de la varianza (ANOVA)

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	F FISHER	PROBABILIDAD
Regresión	204297655.01	2	102148827.51	45.129	0.0000203
Residual	20371511.66	9	2263501.30		
T O T A L	224669166.67	11			

La tabla de ANOVA, presenta los componentes de la varianza total.

La columna suma de cuadrados indica:

a) La variación debido al ajuste (REGRESION) que es la suma de la dispersión de los valores estimados respecto a la media aritmética de valores observados de la variable Y^2 .

b) La variación debido a los errores (e) RESIDUAL, definida como la suma de las diferencias entre los valores observados y los estimados de Y^2 . Esta dispersión debe ser lo mínimo posible para un mejor modelo.

c) La variación TOTAL es la suma de la de REGRESION y

RESIDUAL. Es la dispersión de los valores observados de Y respecto a la media.

d) El valor de la columna cinco, F-Fisher = 45.129 es la razón de los cuadrados medio de la REGRESION y RESIDUAL y es necesario para probar la hipótesis de que los coeficientes del modelo B_1 y B_2 son significativos conjuntamente.

$$H_0 : B_1 = B_2 = 0$$

$$H_1 : B_1 \neq B_2 \neq 0$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si el valor de F-Fisher calculado en la tabla ANOVA es superior al valor F-Fisher de la tabla, obtenido con $(k-1), (n-k)$ grados de libertad, a un nivel de significación dado (α).

Donde:

$$k=3$$

$$n = 12.$$

En nuestro caso $F_{\text{calc}} = 45.129$ Si $\alpha = 0.05$

$F_{\text{tabla}} = F(k-1, n-k); (1-\alpha) = F(2, 9); (0.95)$

$F_{\text{tabla}} = 4.26$

Se rechaza H_0 porque 45.129 es mayor a 4.26

Los coeficientes B_i son significativos conjuntamente.

7.6.8 Coeficiente de autocorrelación

$$\text{TEST DURBIN-WATSON} = 1.1312$$

Este test verifica y comprueba si existe o no el problema de la autocorrelación positiva o negativa.

Las perturbaciones de error presentan baja autocorrelación positiva, ya que la prueba de Durbin-Watson arroja un valor entre 0 y 2.

7.7 La prueba de la hipótesis

De acuerdo con el inciso 6.2; la hipótesis queda establecida en los siguientes términos:

"En el valle de Río Abajo, el aumento de los precios para las siembras de invierno y primavera incrementan el flujo de la ganancia favoreciendo el cultivo; pero con un elevado índice de contaminación, lo cual origina un deterioro de la ecología, del medio ambiente y de la salud de la población".

Observando los datos del cuadro N° 10 podemos formar el ciclo agrícola, de acuerdo con las estaciones que corresponde.

Es importante esta segmentación cualitativa, considerando que en esta región se trabaja en la tierra todo el año; sin embargo, las siembras estacionales presentan distintas características de inserción en el mercado.

CUADRO Nº 12
CICLO AGRICOLA

ESTACIONES ANUALES	
VERANO	Diciembre Enero Febrero
OTOÑO	Marzo Abril Mayo
INVIERNO	Junio Julio Agosto
PRIMAVERA	Septiembre Octubre Noviembre

FUENTE: Elaboración propia.

Las siembras de verano normalmente se realiza a fines de noviembre y durante el mes de diciembre; las siembras de otoño generalmente comienzan en marzo, durante los meses de junio y julio se tipificarían las siembras de invierno y el período que corresponde a la primavera comenzaría con las siembras de

septiembre. De acuerdo con los datos sobre el flujo de la ganancia podemos segmentar tomando la estacionalidad del año agrícola.

CUADRO Nº 13

FLUJO DE LA GANANCIA POR ESTACION AGRICOLA

ESTACION		FLUJO DE LA GANANCIA	FLUJO DE LA GANANCIA ESTACIONAL
VERANO	Diciembre	21000	
	Enero	19400	
	Febrero	13200	53600
OTOÑO	Marzo	13000	
	Abril	13200	
	Mayo	13000	39200
INVIERNO	Junio	13800	
	Julio	17800	
	Agosto	27000	58600
PRIMAVERA	Septiembre	22300	
	Octubre	19000	
	Noviembre	19000	60300

FUENTE: Elaboración propia en base al cuadro Nº 10.

Como se observa, el flujo de la ganancia durante el período de invierno tiene mayor significación comparativa con los resultados económicos de las siembras de verano y del otoño, con las siguientes justificaciones:

a) En el invierno, el cultivo se realiza íntegramente con riego artificial.

b) En la época de invierno las carreteras no presentan dificultades como en la época del verano lluvioso.

c) El control de las plagas y otro tipo de cuidados fitoculturales presentan costos más bajos, como consecuencia de una temperatura media del ambiente relativamente baja (entre 14 y 15 grados centígrados).

Estas ventajas sin embargo son relativas y correspondería ante todo a los problemas de ingeniería agrícola y del transporte. Sin embargo la variable más importante como se explica es la "inserción de esta producción en el mercado" y para conocer este alcance es importante la participación explicativa de los precios.

CUADRO Nº 14

PRECIOS PROMEDIO POR ESTACION AGRICOLA

ESTACION		PRECIOS	PROMEDIO
VERANO	Diciembre	2.00	1.43
	Enero	1.40	
	Febrero	0.90	
OTOÑO	Marzo	0.80	0.90
	Abril	0.90	
	Mayo	1.00	
INVIERNO	Junio	1.20	1.77
	Julio	1.60	
	Agosto	2.50	
PRIMAVERA	Septiembre	2.30	2.17
	Octubre	2.20	
	Noviembre	2.00	

FUENTE: Elaboración propia.

Si comparamos el flujo de la ganancia con los precios promedio por temporada agrícola, conociendo que entre ambas variables tenemos un coeficiente de correlación de 0.95 y un coeficiente de determinación de 0.91:

CUADRO Nº 15
 FLUJO DE LA GANANCIA Y PRECIOS PROMEDIO

ESTACION	FLUJO GANANCIA ESTACIONAL	PRECIOS PROMEDIO POR ESTACION
VERANO	53600	1.43
OTOÑO	39200	0.90
INVIERNO	58600	1.77
PRIMAVERA	60300	2.17

FUENTE: Elaboración propia en base a los cuadros Nº 13 y Nº 14.

La hipótesis en su primera parte conceptual queda explicada con la información empírica del cuadro Nº 15. Efectivamente las siembras del invierno y de la primavera originan un mayor flujo de ganancia, y en estos períodos, los precios promedio son también los más altos.

En estos períodos de invierno y primavera existen una serie de cultivos de corta duración que favorecen al agricultor. Por ejemplo: lechugas con un período de cosecha que comprenden entre 40 y 60 días; repollo, entre 80 y 120 días; acelgas, entre 100 y 120 días; rábanos, entre 40 y 50 días; coliflor, entre 120 y 150 días, etc., etc.

Estas ventajas para el agricultor del valle de Río Abajo, que se determinan por las características del mercado (precios), sin embargo no representan las mejores condiciones biológicas y bioecológicas que demanda la sociedad. Por esta razón es necesario realizar una determinación del grado de contaminación estacional de las aguas del río Choqueyapu. Lo cual se puede observar en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 16

CONTAMINACION PROMEDIO EN LAS ESTACIONES ANUALES

ESTACION		D.B.O.	PROMEDIO D.B.O.
VERANO	Diciembre	126	102
	Enero	96	
	Febrero	85	
OTOÑO	Marzo	82	89
	Abril	86	
	Mayo	99	
INVIERNO	Junio	135	163
	Julio	173	
	Agosto	181	
PRIMAVERA	Septiembre	186	183
	Octubre	185	
	Noviembre	177	

FUENTE: Elaboración propia en base al cuadro Nº 9.

Si comparamos el flujo de la ganancia como variable determinada por las condiciones del mercado (precios) y la variable ecológica que representa nuestro indicador de evaluación de esta actividad económica (D.B.O. en las aguas del río Choqueyapu), encontramos la siguiente correspondencia:

CUADRO Nº 17

EVALUACION ECOLOGICA DEL FLUJO DE LA GANANCIA

ESTACION	FLUJO DE LA GANANCIA	PROMEDIO D.B.O.
VERANO	53600	102
OTOÑO	39200	89
INVIERNO	58600	163
PRIMAVERA	60300	183

FUENTE: Elaboración propia en base a los cuadros Nº 15 y Nº 16.

Se observa que los mayores flujos de ganancia en los cultivos, se obtienen en las peores condiciones ecológicas; es decir cuando el grado de contaminación de las aguas del río Choqueyapu requieren una mayor cantidad de oxígeno para su descontaminación.

CUADRO Nº 18

INDICES DE LA EVALUACION ECOLOGICA

ESTACION	FLUJO DE LA GANANCIA	PROMEDIO D.B.O.
VERANO	100	100
OTOÑO	73	87
INVIERNO	109	160
PRIMAVERA	112	179

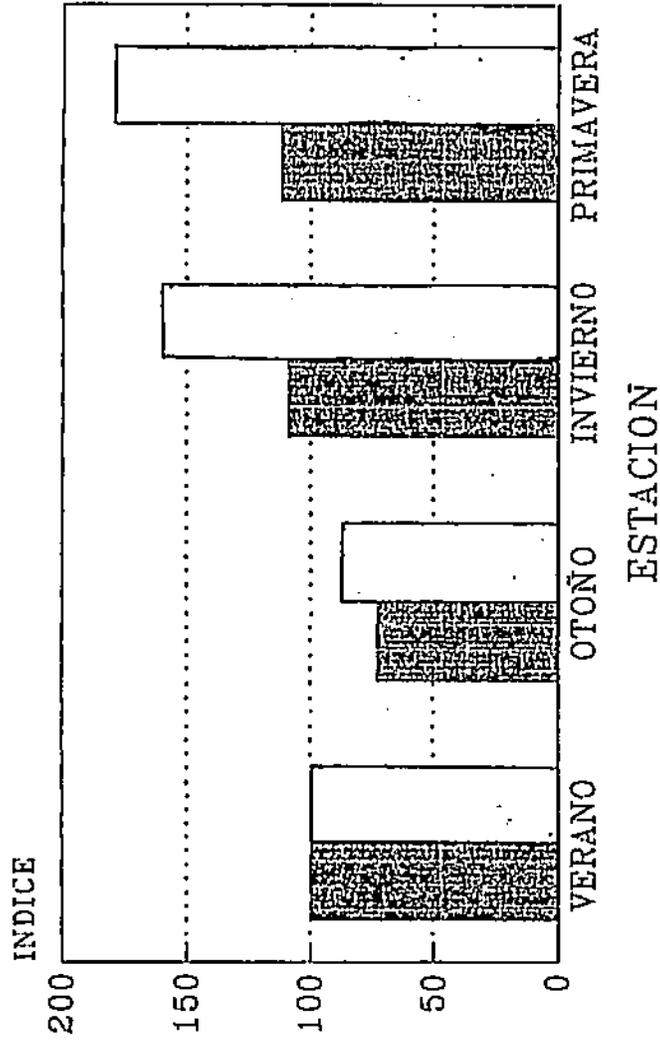
FUENTE: Elaboración propia en base al cuadro Nº 17.

Los indicadores de salud señalan que el nivel tolerable de D.B.O., para la agricultura con riego artificial no debería exceder de 50 mg/l.; nivel que no se alcanza ni siquiera en la época de lluvias, tal como se verifica en el cuadro Nº 18 y su respectiva figura Nº 9.

En consecuencia, la segunda parte explicativa de la hipótesis queda confirmada al señalarse que: "el mayor flujo de la ganancia en el cultivo realizado en esta zona se verifica con un elevado índice de contaminación".

INDICES DE LA EVALUACION ECOLOGICA

figura Nº 9



■ Flujo de la ganancia □ D.B.O. promedio

FUENTE: Elaboración propia

CONCLUSIONES

De conformidad con la evaluación de la investigación, el alcance de las conclusiones comprende varios aspectos entre los cuales se pueden señalar relaciones teóricas empíricas y relaciones de carácter socio-político.

Las conclusiones sobre el marco teórico señalan la incorporación de las variables ecológicas; que representan una necesidad para mantener un nivel de vida y hábitat en beneficio de la sociedad.

En el caso de la agricultura desarrollada en el valle de Río Abajo, la contaminación del río Choqueyapu se constituye en un hecho concreto que no puede ser revertido por tener una vinculación muy directa con la expansión de la ganancia, que se verifica en los cultivos que coinciden con las épocas de cosecha de las temporadas de invierno y primavera; que a su vez es también cuando el río tiene un mayor índice de D.B.O. y por lo tanto sus aguas son peligrosas para la salud de la población.

La cadena ecológica y social que se forma con las relaciones: agua, tierra, agricultura, consumo, salud; originan un deterioro del nivel de la calidad de vida de la

población cuando el agua contaminada inicia este ciclo, por este motivo se ha incorporado en la presente investigación un detalle amplio de los tipos de contaminación existentes.

Respecto de las conclusiones empíricas; el manejo de la información estadística confirma la existencia de un coeficiente de correlación múltiple de 0,95; un coeficiente de determinación de 0,91; y un coeficiente de autocorrelación de 1,1312; indicadores que sustentan la hipótesis en su alcance principal.

En cuanto a las conclusiones referentes al aspecto socio-político, se ha señalado la necesidad de aplicar políticas para internalizar las externalidades, en este caso los campesinos de la región del valle de Río Abajo están con el derecho de exigir a las autoridades pertinentes: inversiones en infraestructura para la descontaminación de las aguas del río Choqueyapu.

Se nota la falta de regulaciones claras y labores de fiscalización, tareas elementales de un Estado que quiere aplicar un modelo de desarrollo sustentable, sin embargo se contradicen con el modelo neoliberal que confía en la autorregulación a través del mercado, sólo con el mecanismo de quien contamina paga.

Se necesita profundos cambios en la propiedad de la tierra, en la situación de mejorar la calidad de vida de nuestras ciudades, de las distintas nacionalidades, reconocer la autonomía de las distintas regiones, procesos de redistribución de la riqueza, de las cargas tributarias y del control de los recursos naturales.

No basta sumarle una preocupación ambiental a un modelo que, en sus cimientos, es social y ecológicamente depredador.

Por lo expuesto anteriormente se recomienda ampliar este campo de investigación relacionados con las variables ecológicas y económicas con el propósito de cumplir su aplicación dentro del modelo de desarrollo sustentable.

La carrera de economía tiene asignaturas muy importantes para este propósito como por ejemplo: Geografía Económica, Desarrollo Económico y los nuevos enfoques que deben aplicarse con este criterio en macroeconomía y microeconomía.

GLOSARIO DE ECOLOGÍA SOCIAL

Abiótico: Componentes no vivos del ecosistema (por ejemplo: agua, minerales, energía solar).

Autóctono (=Endémico): Especie que habita en un área geográfica determinada.

Biodiversidad: Diversidad en el número de especies vivas; o diversidad en la información genética entre los individuos de una especie.

Biomasa: Masa de material vivo (por ejemplo: biomasa de vegetales en la selva).

Biósfera: Es el ecosistema mayor, que incluye a todos los organismos de la tierra y su soporte físico. Es una esfera que incluye a la superficie terrestre, los mares y la atmósfera, en tanto habitada por formas de vida.

Biota: Fauna y flora de una determinada región geográfica.

Biótico: Componentes vivos del ecosistema (por ejemplo: especies animales o vegetales).

Conservación: Mantenimiento de los procesos ecológicos en los ecosistemas, y mantenimiento de la biodiversidad que contienen los ecosistemas.

Contaminación: Cambio en las características abióticas y/o bióticas del ecosistema, que afectan nocivamente a los seres vivos. Término adjudicado a cambios perjudiciales en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente.

Capacidad de carga: Número total de individuos de una especie que se pueden mantener vivos en un ambiente determinado a partir de los recursos que éste ofrece.

Comunidad: Conjunto de poblaciones de diferentes especies que viven en un sitio determinado.

Ecología: Ciencia que estudia la distribución y abundancia de los seres vivos en sus relaciones entre sí y de éstos con el ambiente. Término introducido por E. Haeckel (alemán, embriólogo), en 1869.

Ecología profunda: Postura de reflexión, iniciada por el filósofo noruego A. Naess, de respeto a todas las formas de vida y a reconocer en ellas valores intrínsecos. Actualmente,

sus postulados se expresan en una serie de principios: reconocimiento del valor intrínseco en lo humano y no humano; que la riqueza y diversidad de la vida constituye un valor en sí misma; los humanos no tienen derechos en reducir esta diversidad excepto para satisfacer sus necesidades vitales; se reconoce una excesiva interferencia humana sobre lo no-humano y se mencionan diversas acciones para evitar esto.

Ecología superficial: Opuesta a la anterior; no reconoce valores propios a los seres vivos y tan sólo valores instrumentales determinados por la potencialidad que tienen para el hombre los elementos de la Naturaleza.

Ecología social: Estudio de los sistemas humanos en interacción con sus sistemas ambientales. La ecología social posee una perspectiva integrada de lo social y ambiental, que desde un compromiso ético de respeto por toda la vida realiza una acción y promoción en la búsqueda de nuevas relaciones de los hombres entre sí y de éstos con su ambiente.

Ecosistema: Conjunto de seres vivos y elementos inertes que interactúan intensamente entre sí en un determinado sitio. Como todo sistema tiene elementos que lo constituyen (los distintos seres vivos, elementos inorgánicos) y procesos entre éstos (flujos de materia y energía). Se reconocen los siguientes tipos de ecosistemas: naturales; agropecuarios (por ejemplo, ganaderos, agrícolas, etc.); urbanos (ciudades); y peri-urbanos (áreas de intercalación urbano-rural que rodean a las ciudades).

Ecosofía: Término introducido por el filósofo A. Naess, análogo a ecofilosofía, para enfatizar una "sabiduría" (sofía) ecológica.

Eco-teología: Reflexión teológica que asume los desafíos de la crisis ambiental en América Latina y el resto del mundo.

Especie animal o vegetal: Conjunto de individuos con determinados caracteres morfológicos, ecológicos, comportamentales, etc., que se reproducen entre ellos y están reproductivamente aislados de otros conjuntos.

Ética antropocéntrica: Postura que concibe los imperativos morales restringidos a los humanos; la Naturaleza es entendida sólo para el servicio del hombre.

Ética biocéntrica: Postura que reconoce los valores intrínsecos en los seres vivos y no vivos. Enfrenta la realidad desde una perspectiva de respeto a la diversidad.

Evolución: Proceso de modificación de los seres vivos a lo largo del tiempo. El proceso evolutivo determina que los seres vivos desciendan unos de otros (secuencia de ancestros y descendientes). El mecanismo esencial de este proceso es la selección natural. Fue primeramente postulado con detalle por Charles Darwin a fines del siglo pasado y reformulado entre los años 30 a 50 de este siglo por varios científicos.

Extinción: Desaparición de una especie. Desaparición de un tipo particular de información genética. Puede ser natural (por ejemplo, la extinción de los grandes dinosaurios) o provocada por el hombre (por ejemplo, la extinción del "zorro de las Islas Malvinas", la vicuña, etc.).

Filogenia: Historia evolutiva de secuencias ancestro-descendientes de un grupo de organismos.

Freática: Aguas acumuladas en el subsuelo sobre una capa impermeable.

Hábitat: Ambiente donde desarrolla sus procesos vitales una especie animal o vegetal.

Lluvia ácida: Precipitación de agua acidificada por la contaminación del vapor de agua con vapores de azufre que se desprenden en la combustión.

Población: Conjunto de individuos pertenecientes a una misma especie que viven en un sitio determinado.

Sistema: Conjunto de elementos que presentan ciertas relaciones entre ellos y con su ambiente.

Sistema ambiental: Sistema, diferente del sistema humano, pero que presenta uno o más elementos que interactúan con éste, determinando aspectos del comportamiento del sistema humano que no se desprenderían de su sola organización interna. Corrientemente se le reconocen tres subsistemas: humano o social, construido y natural.

Sistema humano: Sistema referido a una persona, grupo, población o conjunto de poblaciones humanas.

BIBLIOGRAFÍA

- ASHBY, ERIC (1981). "Reconciliar el hombre con el ambiente", pp. 7e. España.
- BUSTO DUTHURBURU, J. ANTONIO DEL (1988). "La tesis universitaria", pp. 187. Callao-Perú.
- BARRERE MARTINE (comp.) (1992). "La tierra: Patrimonio común", pp. 291. Barcelona-España.
- CAC-ILDIS (1993). "La visión política para el desarrollo agropecuario nacional", pp. 182. La Paz-Bolivia.
- CIPFE (comp.) (1990). "Cultura, ética y Religión frente al desafío ecológico", pp. 126. Montevideo-Uruguay.
- CIPFE (comp.) (1991). "Crisis, ecología y justicia social", pp. 109. Montevideo-Uruguay.
- DE ROMA GIUSEPPINO (1991). "Hermana tierra", pp. 139. Caracas-Venezuela.
- FONDAD (1992). "Deuda externa, Desarrollo y Ecología", pp.170. Quito-Ecuador.
- GALINDO SOZA MARIO (1993). "Políticas y estrategias del medio ambiente urbano", pp. 186. La Paz-Bolivia.
- GUDYNAS EDUARDO Y EVIA GRACIELA (1991). "La praxis por la vida", pp. 276. Montevideo-Uruguay.
- KREIMERMAN NORMA (1992). "Métodos de investigación para tesis y trabajos semestrales", pp. 131. México.
- LONDOÑO ALEJANDRO (1990). "Acción y vivencia ecológica", pp. 96. Bogotá-Colombia.
- LÓPEZ SORIA JAVIER (1993). "Recursos forestales de Bolivia y su aprovechamiento", pp. 112. La Paz-Bolivia.

- MENDIZABAL MARTHADINA de F. "La Paz: Un ecosistema frágil ante la agresión urbana", pp. 181. La Paz-Bolivia.
- MOSER ANTONIO (1991). "Ética ecológica", pp. 74. Bogotá-Colombia.
- PADUA JORGE (1992). "Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales", pp. 360. México.
- SERRANO PÉREZ VLADIMIR (1991). "Teología de la ecología", pp. 161. Quito-Ecuador.
- UMBERTO ECO (1986). "Como se hace una tesis", pp. 267. Barcelona-España.
- VIAL JOAQUÍN (comp.) (1991). "Desarrollo y medio ambiente", pp. 228. Santiago-Chile.
- VIDAL SUSANA (1993). "Ecología de la acción", pp. 338. Buenos Aires-Argentina.
- WEITZ RAANAN (comp.) (1974). "Planeación rural en los países en desarrollo", pp. 415. México.

R_E_S_U_M_E_N

La presente investigación tiene por objeto, estudiar el comportamiento de la oferta agrícola mediante la incorporación de variables relacionadas con los procesos ecológicos. Es decir realizar un análisis económico y ecológico de los valles de Río Abajo, y en especial el deterioro que se origina en la ecología, en el medio ambiente y en la salud de la población (especialmente de escasos recursos), al consumir productos cuyos cultivos han sido regados con aguas contaminadas del río Choqueyapu.

La contaminación de las aguas del río Choqueyapu son de índole mixta por contener descargas de origen industrial, urbano y agrícola. Su evaluación se realizó en el puente "Jaime Laredo" con una DBO de 395 mg/l. en época de estiaje y de 150 mg/l. en época de lluvia; y en la estación de Liparí que presenta una DBO de 101 mg/l.

Esta contaminación (polución) de las aguas del río Choqueyapu origina serios daños a la agricultura del sector, debido al riego realizado. No obstante tal constatación; la agricultura continua desarrollandose principalmente por las ventajas de localización, de comercialización, sus bajos costos, la tasa de ganancia alta y en especial porque son demandados por sectores de escasos recursos. Un otro factor que influye es que la contaminación de las aguas es producto de agentes económicos externos (industrias, familias, comercio, sector público, etc.)

Es necesario aplicar políticas para "internalizar esta externalidad" es decir solicitar inversiones en infraestructura para la descontaminación de las aguas del río Choqueyapu.

No se puede dejar a la "autoregulación" a través del mercado este problema de contaminación. Se precisa de regulaciones claras y labores de fiscalización si se quiere aplicar un modelo de desarrollo sustentable.