

FAO GCP/RLA/126/JPN

CISTEL

ZONIFICACION AGROECOLOGICA DEL VALLE ALTO Cochabamba, Bolivia

Responsable de la Unidad:

Dr. Raúl Rico Gamboa DIRECTOR

Investigadores:

Ing. Javier Burgos Villegas

Lic. Wilma Crespo Callaú

Ing. Omar Delgado Zeballos

Ing. Ruth Herbas Antezana

Personal de Apoyo Administrativo:

Sr. Yerko Garcia Rodriguez

Personal de Apoyo de la FAO

Sergio F. Torres Moreno

Nanny Gijssen

Enrique Castillo

1. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación constituye un aporte para las Instituciones (nacionales y/o regionales) relacionadas con la evaluación y gestión de los Recursos Naturales, proporcionando información básica sobre los potenciales y limitaciones de los mismos y en particular sobre las diversas opciones de uso de la tierra, puesto que esta información constituye un requisito básico, para la planificación en el marco del desarrollo sostenible y el manejo integrado de los recursos naturales y productivos.

La zona de estudio para la aplicación de la metodología para la Zonificación Agroecológica propuesta por el Centro de Investigaciones y de Servicios en Teledetección (CISTEL) y por el Proyecto GCP/RLA/126/JPN, ha sido el Valle Alto de Cochabamba, incluyendo parcialmente a las provincias de Punata, Arani, Germán Jordán y Esteban Arce, esta zona fue elegida por la disponibilidad de información básica, necesaria para la aplicación de la metodología y por ser un área eminentemente agrícola.

Asimismo, la necesidad de contar con información sistematizada para elaborar planes y proyectos viables para el desarrollo de la región; ha motivado la realización del presente estudio. El Valle Alto es reconocido como uno de los principales productores de cereales de Bolivia, sin embargo la falta de proyectos integrales determina su mayor deterioro ambiental. Este deterioro es el producto de muchos factores, entre ellos un alto grado de salinización de los suelos; aumento del minifundio, migración constante del campo a la ciudad, etc.

2. OBJETIVOS

General

Contar con directrices para la elaboración de un Plan de Desarrollo Agrícola Sostenible (PDAS) para El Valle Alto de Cochabamba.

Específicos

A partir de la recolección de información básica, crear bases de datos geográficas y tabulares e implementar los procedimientos que permitan el procesamiento y análisis de la información para evaluar el potencial de uso de los recursos y la optimización del mismo, como base para la sostenibilidad física y económica de los planes de manejo de los Recursos Naturales y de desarrollo agrícola en el Valle Alto de Cochabamba.

3. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DEL VALLE ALTO DE COCHABAMBA

3.1. Análisis de la situación biofísica

El Valle Alto es considerado como una región de larga tradición agrícola, ocupa el epicentro del departamento de Cochabamba, incluyendo en forma parcial las provincias de Esteban Arce, Germán Jordán, Punata y Arani, constituyendo una superficie aproximada de 48.899.98 ha (en la parte plana). Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 17°31 y 17° 41 de latitud sur y 65°57 y 66°05 de longitud oeste, entre 2550 a 2800 msnm.

Según Thornwaitte, el clima corresponde a semiárido, mesotérmico (semifrio), con una precipitación promedio anual de 385 a 470 mm. La temperatura media es de 16.4 a 17.8 °C. De acuerdo a los datos de CORDECO (1991) el déficit de agua en esta zona se inicia en abril y concluye en noviembre, estos rasgos le confieren características climáticas subtropicales con precipitaciones de verano.

El sistema hidrográfico del Valle Alto, está formado por una serie de ríos importantes; algunos de curso permanente y otros intermitentes; tales como: Jatun Mayu, Pocoaata, Sulti, Cliza y Calicanto. Se presenta suelos profundos con limo, presencia de arena y cascajo, textura desde franco-arenoso hasta arcillo-limoso y variada topografía.

Las características geológicas del Valle Alto según datos de GEOBOL, CORDECO (1991) son

predominantemente depósitos terciarios y cuaternarios. Fisiográficamente constituye una planicie fluvioacustre cuya pendiente varía de 0 a 0.5% en zonas ligeramente inclinadas, la pendiente tiene un valor de 2.4% y en zonas ligeramente onduladas la pendiente es de 5.3%. Ecológicamente, de acuerdo a la clasificación de Holdridge, 23% corresponde a la región de Estepa Espinosa Montano Bajo Subtropical; 31.3% corresponde a bosque seco Montano Bajo Subtropical; 42.6% es bosque húmedo Montano Subtropical y solo 3% es bosque muy húmedo Montano Subtropical.

El Valle Alto incluyendo la zona de Puna y la parte plana, presenta una serie de problemas que limitan la producción agropecuaria; principalmente déficit de agua (del total de la superficie agrícola de 82.631 has, solo el 6.9% tiene riego permanente y el 34.4% tiene riego ocasional), éste aspecto repercute en la baja intensidad de los cultivos de alto valor, alta dependencia del régimen de lluvias, escasa contribución al uso de insumos agrícolas; baja productividad de la tierra y trabajo, nivel de ingresos muy bajo y migraciones estacionales de las poblaciones rurales que realizan agricultura temporal.

La baja fertilidad de los suelos, salinidad y sodicidad (cuadro N° 1), inciden en proporciones considerables a la baja productividad y la disminución de la tierra agrícola. Estas características implican que de la superficie total que conforma la parte plana del Valle Alto (48.899,98 ha), el 85% son suelos normales, 3% corresponde a suelos salinos; 3.64% son suelos sódicos y 7.76% son suelos salino/sódicos.

Cuadro N° 1. Superficies clasificadas del Valle Alto (parte plana)

Clase de suelo	Superficie en (ha)	%
Normales	41858,10	85,60
Salinos	1.465,8	3,00
Sódicos	1.779,8	3,64
Salino/Sódicos	3.797,02	7,76
Total	48.899,98	100

Fuente: Torrez, J. 1996

3.2. Análisis de la situación socioeconómica

La población total de la Microregión del Valle Alto, es de: 102.616 habitantes, distribuidos de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro N° 2. POBLACION URBANO RURAL; POR SEXO DE LA MICROREGIÓN VALLE ALTO (PARTE PLANA)

Provincias y Cantones	Urbana	%	Rural	%	Total	%	Masc. Total	%	Fem. Total	%
Arani	3009	20.58	10150	79.42	13159	100	6369	48.4	6790	51.6
Esteban Arce	2826	15.48	11424	84.52	14350	100	6726	47.2	7524	52.8
G. Jordán	7352	26.73	20153	73.27	27605	100	12762	46.4	14743	53.6
Punata	12758	29.74	34644	70.26	47502	100	21757	45.9	25645	54.1
TOTAL	25945	25.36	76371	74.6	102616	100	47614	47.0	54702	53.0

Fuente: INE, 1992

Con relación a los casos de migración temporal de la población rural que se dedica a la actividad productiva, se puede observar en el Cuadro N°3 que 67.76% no migra por lo que este aspecto aparentemente no tiene mayor influencia.

Cuadro N° 3. DISTRIBUCION PORCENTUAL, LUGAR DE AUSENCIA TEMPORAL (MIGRACIONES)

Lugar de ausencia	Distrito Valle Alto	Germán Jordán	E. Arce	Arani	Punata	Tiraque
Mismo lugar	67.76	62.5	64.65	74.4	65.89	71.43
Chapare	8.83	1.25	8.62	5.13	10.08	19.04
Argentina	6.5	20	3.45	1.28	7.75	0
Cochabamba	10.58	7.5	20.69	15.4	7.75	1.59
Santa Cruz	3.36	6.25	1.73	2.57	4.65	1.59
Otros lugares	2.97	2.5	0.86	1.28	3.88	6.35
TOTAL	100	100	100	100	100	100

Fuente: Encuesta socioeconómica rural Distrito del Valle Alto, Julio de 1993

La actividad económica del Valle Alto se articula en torno a la agricultura, la pecuaria, la transformación de productos agrícolas y derivados de la pecuaria, la producción de frutales, la forestación y la compra y venta de fuerza de trabajo.

En este conjunto de actividades que realiza el campesino, la agricultura tiene una relevancia fundamental en el ingreso económico familiar (51%). Otro rubro de importancia económica, es la transformación agrícola, como ser la producción de pan, wiñapu¹, chicha y derivados de la pecuaria como leche, queso, huevos, carne y ropa de lana, representando el 31% de sus ingresos totales.

La población económicamente activa (PEA), alcanza a 74.300 habitantes, de los cuáles un 48,5% está ligada íntegramente a la agricultura, mientras que el 36% practica otros oficios adicionales como comercio, albañilería, artesanía, transporte y otros, mientras el restante (15,5%) está dedicado a tiempo completo en actividades ajenas a la agricultura.

La producción agrícola se realiza con la fuerza laboral por cuenta propia y familiar no remunerada, trabajos en compañía, trabajos recíprocos (ayni), a través del trabajo asalariado o con peones (INE, 1992)

Con relación al manejo del recurso suelo, la encuesta agrícola del Plan Director General de la Microregión del Valle Alto de Cochabamba (PDMVA) reporta que en todo el Valle Alto predomina el minifundio, destacándose en esta problemática la provincia Punata con 51,16%, seguida por Arani, con 41% de tierras agrícolas que se hallan dentro el rango de 0 - 1 ha. Las provincias Germán Jordán, y Esteban Arze, muestran una fuerte incidencia de tierras agrícolas en el rango de 1 - 2ha.

3.2.1 Desarrollo Humano (PNUD, 1995).

El desarrollo es un proceso que resulta del esfuerzo social. El Índice de desarrollo humano (IDH) es una combinación simple de un conjunto de variables e indicadores referidos a la economía, salud, y educación; comprobando la viabilidad de utilizar el IDH para comparar y evaluar procesos en el tiempo y en el espacio.

La situación de la salud es representada mediante la esperanza de vida al nacer, se establece como un indicador que combina: Tasas de mortalidad, condiciones de vida, salud y nutrición, acceso a los servicios médicos y otras variables cercanas. Se trata de un indicador de largo plazo, en el sentido que sus cambios son lentos porque en gran medida corresponden a cambios estructurales.

La situación educativa o la disponibilidad de conocimientos se incorporan al IDH a través de dos variables: La tasa de alfabetismo de los adultos mayores de 15 años, y la mediana de los años de escolaridad de la población mayor de 25 años.

El valor numérico del IDH puede oscilar entre 0 a 1, y por tanto sería expresivo del nivel de desarrollo humano de un país por la ubicación relativa de los indicadores de ingreso, salud y educación con respecto a rangos de variaciones comunes para todos los países, estas consideraciones definen al área de estudio (a nivel provincial) con los siguientes índices de desarrollo humano:

Cuadro No. 4 Índice de Desarrollo Humano Sostenible (adaptado de Laserna, 1995)

Provincia	Esperanza al nacer	Tasa de alfabet.	N. Medio de escolaridad	PIB P.C U\$	Ajusta PPA	IDH Total
PUNATA	61.17	74.43	5.97	796	2560	0.563 Des. Medio bajo
JORDAN	56.75	76.25	5.90	800	2605	0.544 Des. Medio bajo
E. ARZE	58.47	58.64	5.25	637	2256	0.487 Desarrollo bajo
ARANI	54.65	62.08	5.15	631	2053	0.460 Desarrollo bajo

¹ Wiñapu, es el grano de maíz fermentado que sirve para la elaboración de chicha.

4. Metodología aplicada en la zonificación agroecológica

Se ha implementado la metodología propuesta por la FAO, según los siguientes pasos:

- Paso 1. Selección de la zona y sus características
- Paso 2. Identificación de Tipo de Uso de la Tierra (TUT) actuales y potenciales
- Paso 3. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica
- Paso 4. Formulación y evaluación de alternativas de uso de la tierra
- Paso 5. Selección de la mejor opción

De acuerdo a esta metodología, inicialmente se efectuaron las siguientes consideraciones:

Durante la evaluación de tierras (ET) el objeto de evaluación o análisis no es la tierra o el uso de ésta sino el sistema de uso de la tierra (SUT), que es definido como la combinación de un área de tierra con características específicas delineada en un mapa (unidad cartográfica agronómica o UCA) con un tipo de uso de tierra (TUT) que puede ser el actual o uno propuesto. Así cada sistema de uso de la tierra o SUT tiene un componente de terreno y un componente de uso. En el Sistema de Información una UCA no será necesariamente la Unidad Mínima de Mapeo (UMM) pero, por supuesto, que ambas estarán directamente relacionadas.

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA REGION DE ESTUDIO

4.1.1 Aspectos edáficos

Este aspecto temático tuvo como información básica la Clasificación a nivel general de suelos y tierras con fines de capacidad de uso y salinidad del Valle Alto realizada por CORDECO, 1991 y además la Clasificación General de Suelos elaborada por Consultores Galindo, 1993.

De manera general, los suelos poseen una fertilidad natural baja, con cantidades de nitrógeno muy bajas, fósforo en cantidades moderadas y potasio en cantidades bajas a moderadas; dependiendo de su posición geomorfológica y fisiográfica estas cantidades de macronutrientes no presentan una variabilidad considerable, determinando bajos rendimientos de los cultivos.

Dada la importancia de las cualidades de la tierra (CUT) y características de la tierra expresados por el estudio ZAE, se consideraron aspectos relacionados a los siguientes tópicos: Disponibilidad de nutrientes, condiciones de enraizamiento, condiciones de germinación, exceso de sales, posibilidades de mecanización y riesgos de erosión, los que a su vez incluyen una serie de factores temáticos inherentes al presente estudio como: Textura, estructura, CIC, pH, materia orgánica, etc.

4.1.2 Aspectos Climáticos

Las estaciones termopluviométricas, ubicadas dentro del área de estudio y algunas vecinas proporcionaron datos promedio mensuales, tanto de precipitación como de temperaturas (máximas y medias), que fueron analizadas e introducidas a la base de datos del SIG.

Con esta información fue posible generar la “ Duración del Período de Crecimiento de los Cultivos” (combinando datos de precipitación y evapotranspiración potencial). El DPC fue calculado para un período de evapotranspiración de 100 mm. almacenados en el suelo. Esta cantidad de agua almacenada, según la metodología empleada, corresponde a las características del suelo (suelos moderadamente profundos a profundos); se prescindió de análisis climáticos mas detallados en atención a que la zona de estudio al no presentarse gradiente térmico relevante, especialmente en función a la altitud casi uniforme en la cual esta ubicada.

4.1.3 Aspectos Socioeconómicos

La caracterización socioeconómica fue definida en función a los índices de desarrollo humano anteriormente

descritos, estos constituyeron la base para la determinación de los elementos de estudio, condicionados esencialmente a la base cartográfica definida para la aplicación de la Ley de Participación Popular por el INE 1992, que incluye límites con fines censales y sin valor administrativo, de cartografía fue utilizada en atención a la inexistencia de una división administrativa actualizada, y por constituir la única base que define entidades censales con información accesible.

Para el cálculo índice del desarrollo humano en el Valle Alto, se han considerado datos de población total, población económicamente activa, y número de viviendas, como indica el cuadro N°7.

Cuadro N°7. POBLACION TOTAL Y ECONOMICAMENTE ACTIVA Y N° DE VIVIENDAS

PROVINCIAS SECCIONES	POBLACION			PEA	N° DE VIVIENDAS
	TOTAL	URBANA	RURAL		
PROVINCIA ESTEBAN A.					
PRIMERA SECCION	8.406	2.826	4.156	3.589	2.058
SEGUNDA SECCION	9.717		14.919	5.095	2.470
TERCERA SECCION	7.816		7.816	2.820	2.113
PROVINCIA ARANI					
PRIMERA SECCION	13.159	3.009	10.150	7.340	3.178
SEGUNDA SECCION	10.172		10.172	6.134	2.373
PROVINCIA GERMAN J.					
PRIMERA SECCION	17.509	7.352	8.486	6.381	4.153
SEGUNDA SECCION	6.380		6.380	3.336	1.604
TERCERA SECCION	3.616		5.287	983	772
PROVINCIA PUNATA					
PRIMERA SECCION	27.154	12.758	10.376	10.874	6.316
SEGUNDA SECCION	5.949		8.092	2.438	1.533
TERCERA SECCION	12.156		16.176	5.611	2.847

Fuente.- Datos INE. CENSO 1992.

Adicionalmente, se consideraron servicios sociales y servicios básicos, según indican los cuadros N° 8 y 9.

Cuadro N°8. SERVICIOS SOCIALES

PROVINCIAS SECCIONES	SALUD			VIVIENDA			ESCOLARIDAD		
	TOTAL	SI	NO/S .ESPECIF	TOTAL	OCUPAD	DESOCU P	TOTAL	ASISTE	NO ASISTE
PROVINCIA ESTEBAN A.	29.717	24.261	5456	10.072	9.141	931	24.461	18392	11733
PRIMERA SECCION	8.406	7.456	950	2.756	2.521	235	6.944	5367	3058
SEGUNDA SECCION	9.717	7.184	2533	3.018	2.868	150	7.925	5615	4492
TERCERA SECCION	7.816	6.577	1239	2.989	2.524	465	6.532	5250	2466
PROVINCIA ARANI		0							
PRIMERA SECCION	23.331	19.993	3338	7.283	6.606	677		0	3604
SEGUNDA SECCION	13.159	11.438	1721	4.038	3.736	302	10.823	8860	3813
	10.172	8.555	1617	3.245	2.870	375	8.068	6143	3679
PROVINCIA GERMAN J.		0							
PRIMERA SECCION	27.505	23.569	3936	8.103	7.292	811	23.070	19426	7090
	17.509	14.468	3041	5.099	4.587	512	14.767	12444	4552

SEGUNDA SECCION	6.380	5.899	481	1.976	1.820	156	5.310	4403	1741
TERCERA SECCION	3.616	3.202	414	1.028	885	143			
		0							
PROVINCIA PUNATA	47.402	40.436	6966	14.037	12.664	1.373	39.582	32993	12624
PRIMERA SECCION	27.154	23.274	3880	7.503	6.949	554	22.722	19322	6487
SEGUNDA SECCION	5.949	5.155	794	1.993	1.733	260	4.988	3887	2149
TERCERA SECCION	12.156	10.374	1782	3.697	3.255	442	10.071	8389	3249

Cuadro N°8. SERVICIOS BASICOS

PROVINCIAS SECCIONES	LUZ			AGUA			SERVICIO SANITARIO		
	TOT/VI IV	SI	NO	TOT/VI V	CON	SIN	TOT/VIV	CON	SIN
PROVINCIA ESTEB. A	7.592	2.679	4.913	7.592	2.634	4.958	7.592	1.526	6.066
PRIMERA SECCION	2.058	957	1.101	2.058	1.005	1.053	2.058	344	1.714
SEGUNDA SECCION	2.470	198	2.272	2.470	1.024	1.446	2.470	211	2.259
TERCERA SECCION	2.113	1.512	601	2.113	478	1.635	2.113	901	1.212
PROVINCIA ARANI	5.551	1.852	3.699	5.551	2.160	3.391	5.551	655	4.896
PRIMERA SECCION	3.178	1.677	1.501	3.178	1.594	1.584	3.178	522	2.656
SEGUNDA SECCION	2.373	175	2.198	2.373	566	1.807	2.373	133	2.240
PROVINCIA GERMAN J	6.529	4.655	1.874	6.529	2.253	4.276	6.529	1.974	4.555
PRIMERA SECCION	4.153	3.347	806	4.153	1.416	2.737	4.153	1.352	2.801
SEGUNDA SECCION	1.604	704	900	1.604	610	994	1.604	398	1.206
TERCERA SECCION	772	604	168	772	227	545	772	224	548
PROVINCIA PUNATA	11.266	8.054	3.212	11.266	4.890	6.376	11.266	2.661	8.605
PRIMERA SECCION	6.316	5.129	1.187	6.316	3.607	2.709	6.316	1.800	4.516
SEGUNDA SECCION	1.533	620	913	1.533	268	1.265	1.533	59	1.474
TERCERA SECCION	2.847	2.147	700	2.847	911	1.936	2.847	779	2.068

4.2 IDENTIFICACION DE TIPOS DE USO DE LA TIERRA (TUT)

En base a los datos procesados, se identificaron cinco TUT para la zona de estudio; Maíz (grano y choclo), Trigo, Papa y Durazno. Las prácticas agrícolas de estos cuatro primeros TUT, son anuales y se realizan en zonas que normalmente no cuentan con sistemas de riego. La producción principalmente en zonas con riego es papa, obteniendo dos a tres cosechas/año.

La identificación de estos tipos de uso, se realizó a través de un análisis de aceptación socioecológica condicionada por la situación actual de la actividad agrícola en el Valle Alto, las limitaciones y potencialidades de la zona. Las máximas limitantes están relacionadas con la baja fertilidad de los suelos y los problemas de salinidad, aunque es posible evidenciar en algunos casos que el Trigo puede tener un comportamiento muy tolerante. En lo que se refiere al Durazno, su cultivo está limitado a zonas con abastecimiento de agua por riego.

4.2.1 Tipos de Uso de la Tierra actuales (TUT)

Se ha identificado los TUT actuales de: Maíz (grano y choclo), trigo y papa. Utilizando los datos de requerimientos de uso de éstos cuatro cultivos, se obtuvo la clase de aptitud física de las diferentes Unidades Cartográficas.

La aplicación de la metodología para la confrontación entre las Cualidades y los requerimientos son mostrados

en el cuadro N° 6 el cual especifica los requerimientos para del Maíz grano, y los niveles de aptitud que se determinaran durante esta confrontación.

Cuadro N°6. REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA PARA MAIZ GRANO

REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA		Unidad	CLASIFICACION POR FACTORES			
Cualidades de la tierra	Factor diagnóstico		A-1	A-2	A-3	N
Régimen de temperatura	Temp. Máxima	°C	20 - 25	25 - 28	28 - 32	> 32
	Temp. Media	°C	16 - 20	20-22/14-16	22-24/10-14	>24/<10
	Periodo libre de heladas	días	> 190	170 - 190	160 - 170	< 160
	DPC	días	> 190	170 - 190	160 - 170	< 160
Periodo de crecimiento		días	115-190			
Humedad disponible	Precipitación total (ciclo del cultivo)	mm	> 550	450- 550	400 - 450	< 400
	Profundidad del nivel freático	cm	> 100	50 - 100	35 - 50	>35
	agua disponible a 91 cm.	mm	alto	medio	bajo	muy bajo
Disponibilidad de nutrientes	CIC	meq %	> 15	5 - 15	3 - 5	< 3
	pH	clase	6,1-7,3	5,6-6 7,4-7,8	5,1-5,5 7,9-8,4	<5,1 >8,5
	MO	(%)	>1,7	0,9 - 1,7	0,9 - 1,7	< 0,9
	Fertilidad	cualitativo	moderada	moderada	baja	muy baja
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva del suelo	cm	> 91	61 - 91	30 - 61	< 30
	Textura		media	mod. Fina mod. Gruesa	fina gruesa	muy fina muy gruesa
	propiedades físicas (subsuelo)	cualitativo	ligera	ligera	moderada	severa
Condiciones de germinación	Estructura		débil	débil	masiva	fuerte
Exceso de sales	Salinidad	mmhos/cm	< 4	4 - 8	8 - 16	> 16
	Sodicidad	PSI	> 10	10 - 15	10 - 15	> 15
Posibilidades de mecanización	pedregosidad	%	<5	5 - 10	10 - 15	>15
	Afloramiento rocoso		0 - 2	2 - 10	10 - 25	> 25
	pendiente	%	<2	2 - 6	6 - 15	>15
Riesgos de erosión	Erosión actual	t/ha/año	leve	moderada	fuerte	severa
Riesgos de inundación	Inundación actual	cualitativo	ocasional	moderada	frecuente	frecuente

4.2.2 Tipos de Uso de la Tierra potenciales

Por las características de la zona, el durazno se ha identificado como el TUT con mayor potencial, en virtud a que los beneficios logrados con esta actividad son mayores que los obtenidos con las actividades agrícolas tradicionales, dentro de esta perspectiva de desarrollo social y en base al uso de alternativas potenciales se ha

determinado la implementación de una metodología similar a la utilizada en la para establecer los TUT actuales.

5. DEFINICION DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS (UC)

5.1 Metodología empleada en la definición de UC

El estudio y análisis de la información básica recolectada, permitió establecer las zonas o celdas agroecológicas siguiendo los lineamientos definidos por la FAO.

Esta modalidad de estudio, permitió la interacción entre el SIG y ALES en forma interactiva estableciendo unidades cartográficas, definidas a continuación.

5.2 Zonificación Agroecológica

Las zonas homogéneas definidas por aspectos biofísicos fueron establecidas en base a la combinación de características similares de: Suelo, Aspectos climáticos o Duración del Periodo de Crecimiento y el análisis del uso de la tierra. Todos estos parámetros fueron introducidos al SIG mediante digitalización asignando códigos como indicadores numéricos y/o literales, esta codificación permitió posteriormente la interacción con ALES.

En la base de datos introducida a ALES, se establecieron parámetros procesados a través de los arboles de decisión. Estos parámetros permitieron realizar la confrontación entre los requerimientos de los cultivos con las cualidades y características de la tierra, esta metodología permitió el análisis y evaluación de las prácticas agrícolas actuales y potenciales de la zona de estudio

Los resultados obtenidos en ALES, fueron analizados considerando factores de limitación máxima como: Humedad disponible, Salinidad y disponibilidad de nutrientes, posteriormente estos fueron exportados al SIG. En este sistema se generó otra base de datos con los resultados semifinales, a los cuales se añadieron datos relacionados con: Riego; Zonas con alta capacidad de recarga y acumulación de agua debido a la presencia de acuíferos, esta información fue obtenida a través del análisis multitemporal de imágenes satélite, correspondientes a épocas secas y a épocas húmedas.

Finalmente, la base de datos biofísicos permitió establecer a las Areas homogéneas para cada tipo de Uso de la tierra.

5.3. Zonificación Socioeconómica

La zonificación socioeconómica, fue procesada con datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 1992 del INE, otras fuentes de información analizadas no presentaron valor cartográfico confiable, por esta razón se establecieron zonas a nivel de sección de Provincia, en atención a la carencia de límites cantonales y comunales, es importante resaltar en este punto que los límites provinciales y seccionales utilizados no tienen valor administrativo y que fueron utilizados con fines censales.

Durante la caracterización se utilizaron variables principales como ser: Servicios básicos (luz, agua y servicios sanitarios); Servicios sociales (salud, educación, vivienda); y población económicamente activa. Estas variables fueron normalizadas considerando la población total por Sección, mediante análisis simples porcentuales del universo poblacional.

Esta modalidad para la determinación de la caracterización socioeconómica, fue comparada con los índices de desarrollo humano sostenible establecidos por el PNUD 1995, obteniéndose un alto grado de aproximación entre provincias. Los siguientes rangos de ingreso al SIG fueron establecidos de la siguiente manera:

Cuadro N°10. RANGOS INDICATIVOS DEL DESARROLLO POR SECCIONES

CODIGO	ATRIBUTO
1	Desarrollo bajo
2	Desarrollo moderadamente bajo
3	Desarrollo moderado

Estos rangos fueron exportados al SIG para ser utilizados en una posterior modelización.

5.4. Zonificación ecológica-económica

Estas unidades fueron obtenidas mediante sobreposiciones (overlay) entre las unidades agroecológicas y las socioeconómicas, los resultados de aptitud son mostrados en el punto 7 (Resultados) y representan la base para la implementación de un plan de desarrollo sostenible en la región

6. RESULTADOS

Los mapas de aptitud de uso de la tierra obtenidos siguiendo la metodología ZAE, tanto para los cultivos actuales como para los potenciales; constituye una propuesta cartográfica de aptitud de uso de la tierra. Esta información global se relaciona con ningún sistema de manejo de la tierra definido, por el contrario establece niveles de aptitudes biofísicas y socioeconómicas específicas para cada tipo de uso de la tierra propuestos, con una base de datos cuyas características en el futuro permitirán retroalimentar la información obtenida y proponer nuevas alternativas de uso acorde a los requerimientos de estas y las condiciones locales.

En este contexto se realizó el análisis de cada tipo de uso de la tierra (TUT) en forma individual acorde a los requerimientos de los mismos (RUT); los cuales representan la demanda; esta demanda fue confrontada con la oferta determinada por las cualidades (CUT) que posee el suelo y otros factores involucrados en el estudio, al respecto los niveles de aptitud de uso definidos, se han representado en series de mapas y cuadros detallados a continuación:

APTITUD MAIZ (GRANO)

Clase de aptitud	Grado de Desarrollo	Superficie (ha.)	Limitación Máxima.
Apta	Bajo	123.68	
Apta	Mod. Bajo	1019.92	
Apta	Moderado	1113.56	
Apta (total)		2257.16	
Moderada	Bajo	8939.48	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
Moderada	Mod. Bajo	9734.44	
Moderada	Moderado	3668.28	
Moderada (total)		22342.2	
Marg. Apta	Bajo	1009.8	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
Marg. Apta	Mod. Bajo	2684.08	
Marg. Apta	Moderado	4334.32	
Marg. Apta (total)		8028.2	
No Apta	Bajo	2032.12	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
No Apta	Mod. Bajo	2875.88	
No Apta	Moderado	5831.36	
No Apta (total)		10739.36	

Cuerpos de agua		1698.24	
Centros Poblados		417.24	
Areas sin Información		3399.96	

Del cuadro y mapa de aptitud de uso de la tierra correspondiente al maíz (grano), se ha establecido que de las 48882.4 ha. que abarcan el total de la zona de estudio, solo 2257.16 ha. presentan las condiciones adecuadas para este cultivo.

Los niveles de aptitud considerados a continuación están en función al grado de incidencia de las máximas limitaciones determinadas por el estudio y las características de la zona; es así que han establecido como moderadamente aptas a una superficie de 22342.2 ha.; marginalmente aptas a 8028.2 ha.; y finalmente tierras no aptas para el maíz (grano) 10739.36 ha.

Las condiciones de desarrollo humano definidas anteriormente, determinan que las restricciones de carácter biofísico y socioeconómico permiten una zonificación espacialmente de la región de estudio, determinando en cada caso la incidencia de las zonas agroecológicas y las socioeconómicas, estas están detalladas en el cuadro y mapa correspondiente.

APTITUD MAIZ (CHOCLO)

Clase de aptitud	Grado de Desarrollo	Superficie (ha.)	Limitación Máxima
Apta	Bajo	1006.44	
Apta	Mod. Bajo	1120.92	
Apta (total)		2127.36	
Moderada	Bajo	9115.38	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
Moderada	Mod. Bajo	10791.94	
Moderada	Moderado	7315.93	
Moderada (total)		27223.25	
Marg. Apta	Bajo	1726.68	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
Marg. Apta	Mod. Bajo	1836.4	
Marg. Apta	Moderado	714.00	
Marg. Apta (total)		4277.08	
No Apta	Bajo	1599.00	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
No Apta	Mod. Bajo	2569.32	
No Apta	Moderado	5571.04	
No Apta (total)		9739.36	
Cuerpos de agua		1698.24	
Centros Poblados		417.24	
Areas sin Información		3399.96	

En el cuadro anterior, un total de 2127.36 ha. presentan condiciones aptas para este cultivo, cuyas restricciones de orden socioeconómico presentan una superficie de 1006.4 ha. con un grado de desarrollo bajo y 1120.9 ha. con desarrollo moderadamente bajo. Posteriormente al grado de incidencia de las máximas limitaciones y condiciones socioeconómicas se han establecido 27223.25 ha con aptitud moderada; 4277.08 ha. con aptitud marginalmente apta; y 9739.36 ha. como zonas no aptas para este cultivo.

APTITUD TRIGO

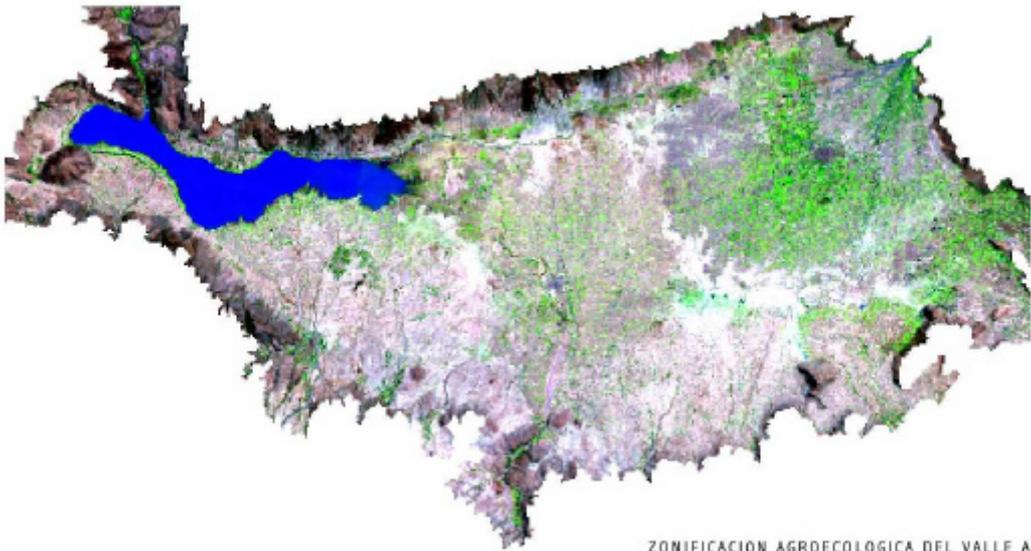
Clase de aptitud	Grado de Desarrollo	Superficie (ha.)	Limitación Máxima
Apta	Bajo	2092.6	
Apta	Mod. Bajo	2519.0	
Apta	Moderado	2383.72	
Apta (total)		6995.32	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
Moderada	Bajo	3353.32	
Moderada	Mod. Bajo	6329.8	
Moderada	Moderado	6185.08	
Moderada (total)		15868.2	
Marg. Apta	Bajo	3760.72	
Marg. Apta	Mod. Bajo	2320.44	
Marg. Apta	Moderado	1016.48	
Marg. Apta (total)		7097.64	
No Apta	Bajo	1941.64	Disponibilidad de nutrientes, Humedad disponible y sales
No Apta	Mod. Bajo	5145.08	
No Apta	Moderado	6319.16	
No Apta (total)		13405.88	
Cuerpos de agua		1698.24	
Centros Poblados		417.24	
Areas sin Información		3399.96	

Este cuadro presenta 6995.32 ha con condiciones aptas para este cultivo, cuyas restricciones de orden socioeconómico presentan una superficie de 2092.6 ha con un grado de desarrollo bajo; 2519 ha corresponden a características de desarrollo moderadamente bajo; y finalmente 2383.72 ha con desarrollo moderado. La incidencia de las máximas limitaciones y condiciones socioeconómicas definen a 27223.25 ha con aptitud moderada; 4277.08 ha con aptitud marginalmente apta y a 9739.36 ha como zonas no aptas para este cultivo.

Todo el estudio fue realizado mediante el uso de un Sistema de Información Geográfico (SIG), usando imágenes de satélite (página 13) e información cartográfica existente (página 14). En esta publicación se presenta sólo algunos ejemplos de imágenes y mapas utilizados para derivar mapas de aptitud por cultivo, como el que se presenta en la página 15 para el Tipo de Uso de la Tierra: Maiz:grano.

Los interesados en ver el informe inextenso (incluidos todos los mapas e imágenes) favor dirigirse a: cistel@pino.cbb.entelnet.bo (atención: Sra. Wilma Crespo).

IMAGEN LANDSAT TM 1995 - EPOCA SECA



ZONIFICACION AGRDECOLOGICA DEL VALLE ALTO
Departamento de Cochabamba- FAO-CISTEL-UMSS

USO Y COBERTURA DEL SUELO - 1995

