



**“Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera”**

**Proyecto CEN TA - FAO**

**GCP/ELS/004/NET**

# **EL SALVADOR**

## **SISTEMA DE INFORMACION DE TIERRAS**

### **Informe de Consultoría**

**Raúl Ponce Hernández**

Consultor en Sistemas de Información de Tierras

**Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal**

**CEN TA**

**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura**

**FAO**

**San Andrés**

**Septiembre de 1996**

**INDICE****RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES****INTRODUCCION**

Terminos de Referencia de la Consultoria  
Fechas de la Consultoria  
Antecedentes de la mision  
Agradecimientos

**LOGROS Y METAS ALCANZADAS**

Relacion del trabajo realizado  
Logros y metas alcanzadas

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES****DESCRIPCION DE HAYAZGOS DE LA CONSULTORIA Y PROPUESTAS**Estructura y operatividad actual del Sistema de Información de Tierras

## Estructura

Equipo ó Hardware  
Programas ó Software

## Personal del SIT

## Local Físico del SIT

## Operatividad del SIT

Avances logrados por el SIT

Actividades Desarrolladas por el personal del SIT

Bases de Datos

Informes Generados

Relación funcional entre el SIT y otros componentes del proyecto

Relacion funcional entre el SIT y el CENTA

Relacion funcional entre el SIT y otras agencias fuera del CENTA

Diagnostico de la problematica operativa actual del SITPropuesta de Marco Metodológico para las Actividades y Objetivos del SITAplicación Práctica de la Metodología Sugerida

Estructura Deseable de las Bases de Datos en el SIT

**APENDICES**

## INTRODUCCION

### Terminos de Referencia de la Consultoria

El consultor trabajará bajo la supervisión del ATP y el Enlace Nacional del Proyecto y en estrecha colaboración con los expertos nacionales e internacionales, en particular con los del Sistema de Información de Tierras (SIT).

En detalle, las tareas del consultor incluyen:

- 1.- Revisar y asesorar la estructura y operatividad del Sistema de Información de Tierras (SIT) ya instalado y dar recomendaciones en cuanto a su mejoramiento.
- 2.- En colaboración con los expertos y consultores del proyecto, formular una estrategia para el desarrollo del SIT a largo plazo, tomando en cuenta la inserción eventual del SIT del proyecto en el sistema de información gerencial (SIGA) del CENTA y la necesidad de establecer sistemas de información a nivel local.
- 3.- Dar pautas para el uso óptimo del equipo de computo del SIT y apoyar en la identificación del equipo faltante.
- 4.- Asesorar a los técnicos del sistema de información del proyecto en el diseño de un sistema computarizado de monitoreo y evaluación de las actividades del proyecto.
5. Preparar un informe de consultoria incluyendo conclusiones y recomendaciones de carácter operativo e institucional con respecto a los resultados obtenidos.

### Fechas de la Consultoria

La consultoria se realizó durante el periodo comprendido entre el 10 de Junio al 10 de Julio de 1996 en la sede del proyecto instalado en el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) en San Salvador, El Salvador.

### Antecedentes de la Misión

El proyecto GCP/ELS/004/NET "Agricultura sostenible en zonas de ladera" con sede en el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) de la Republica de El Salvador, surge como una necesidad de responder a la problemática agropecuaria, forestal y de uso de la tierra del país, la cual se resume de la manera siguiente:

Los recursos naturales en El Salvador se encuentran enfrentando fuerte presión que se manifiesta como:

- Una alta densidad de población (80-120 habitantes/Km<sup>2</sup>)
- Un conflicto fuerte en el uso de la tierra ya que la mayoría de las tierras que son utilizadas para el cultivo de granos básicos y ganadería extensiva son de vocación natural para bosques, vegetación natural y cultivos permanentes.
- El consiguiente deterioro ambiental (deforestación que ha dejado solo un 2% del bosque original y 50% de los suelos en estado de deterioro severo) que surge por el cultivo de tierras con fuerte pendiente (más de la mitad de los terrenos con pendientes mayores a 30%) con granos básicos debido a las necesidades de subsistencia de la alta concentración de la población.
- La duración prolongada de la estación seca tiene como resultante que la disponibilidad de agua sea un factor limitativo en la producción agropecuaria y forestal.
- La necesidad de incrementar el ingreso de la familia campesina mediante el incremento del rendimientos de cultivos actuales y de la diversificación de sistemas de producción que sean ecológica y económicamente sostenibles.
- La falta de un enfoque de sistemas de producción aplicado al uso y manejo integral de los recursos naturales y socio-económicos, el cual no se ha implementado en el campo, a pesar de la existencia de los avances que existen a nivel global en el desarrollo de modelos agroforestales y de obras de control del deterioro de los suelos.

Ante tal problemática, el proyecto GCP/ELS/004/NET fue formulado teniendo como objetivos centrales los siguientes:

- Lograr una metodología de trabajo la cual desarrollada en conjunto con agricultores logre incorporar las prácticas productivas y de conservación de suelos desarrolladas en los sistemas de producción de los agricultores de ladera, junto a la diversificación necesaria en

sus actividades de producción, incluyendo agroforestales y pecuarias.

- Desarrollar modelos validados de sistemas de producción que logren un aumento considerable de los ingresos de 7000 familias campesinas, quienes establecerán sistemas de producción sostenible en tierras marginales en los departamentos de Cabañas, Usulután y Morazán. Los incrementos productivos se lograran mediante:

- Planificar las fincas de acuerdo a la capacidad de uso del suelo.
- Aumentar la productividad de la finca y su valor agregado
- Aumentar la cobertura vegetal productiva de los suelos en cultivos, pastos, sistemas agroforestales y forestales comerciales.
- Identificar los factores limitantes que estan afectando el uso de los suelos y la rentabilidad de la finca campesina.

- Mejorar la capacidad efectiva del CENTA para asistir a pequeños agricultores para diseñar, formular e implementar programas de manejo y conservación de tierras, economicamente aceptables mediante metodología participativa.

Para lograr los objetivos establecidos, se visualizo la necesidad de contar con un Sistema de Información de Tierras (SIT) que apoyara las actividades del proyecto con información derivada de sistemas automatizados que brindaran la información requerida de recursos de tierras así como de los sistemas de producción pertinentes.

El SIT fue implementado dentro del proyecto con el propósito fundamental de contribuir a tales objetivos a través de sistematizar, capturar, archivar, analizar y proporcionar información de los recursos de tierra (entendiendo al concepto tierra en su contexto más amplio) y de los sistemas de producción relevantes para alcanzar los objetivos establecidos. En su configuración actual el SIT descansa en una configuración basada en dos (2) computadoras personales (PC) y una variedad de software teniendo a un Sistema de Información Geográfica (SIG) como la parte medular del sistema.

Varios meses después de la instalación de la versión inicial del SIT (la cual ha crecido gradual e incrementalmente), se consideró pertinente la participación de una consultoría que, proporcionando una visión no comprometida aun, y "desde afuera", permitiera la revisión de la estructura y la operatividad del SIT, y contribuyera al desarrollo de enfoques metodológicos y lineamientos operativos para el SIT dentro de los objetivos generales y específicos del proyecto. Así, la presente consultoría se estableció bajo los términos de referencia que se presentan enseguida.

### **Agradecimientos**

El consultor, autor del presente reporte desea expresar su sincero agradecimiento y reconocimiento a los técnicos nacionales e internacionales del proyecto GCP/ELS/004/NET "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera" por su valiosa colaboración tanto en términos de información y discusión de ideas acerca de los diferentes aspectos técnicos del proyecto, como por su entusiasmo y trabajo colaborativo en torno a los propósitos de la consultoría. En particular, se desea agradecer el trabajo intenso y comprometido, a veces fuera de los límites de sus obligaciones profesionales, de los Sres. Víctor Castillo, Peter Sloom y Martín Engels, personal de la unidad del SIT del proyecto. La facilitación de toda clase de documentación y reportes técnicos por parte de todos los miembros del proyecto, así como el acceso a equipo y programas del SIT permitieron al consultor establecer una perspectiva clara que a su vez, dió pautas para arribar a las conclusiones y recomendaciones que se vierten en el presente documento. La continua asistencia y dirección del Sr. Jan Van Wambeke durante el desarrollo de la consultoría permitieron hacer más fructífera la labor del consultor, lo cual se agradece especialmente. Agradecimientos especiales son ofrecidos también al personal de apoyo técnico y secretarial del proyecto y de la institución, quienes con su eficiencia y atenciones hicieron de las horas de trabajo dentro del proyecto un tiempo verdaderamente placentero.

### **LOGROS Y CONCLUSIONES PRINCIPALES**

#### **Relación del trabajo realizado**

El trabajo realizado durante la consultoría atravesó por diferentes etapas de desarrollo, cada una con actividades específicas distintivas. Las etapas se listan a continuación junto con sus actividades específicas:

1. Etapa de reconocimiento institucional y adquisición de información general del proyecto
  - Reuniones con:
    - Representante residente de FAO en El Salvador
    - Director de CENTA
    - Coordinador Nacional del Proyecto

- ATP del proyecto (varias)
  - Personal de cada una de las secciones componentes del proyecto
  - Obtención de documentos y reportes técnicos relacionados con objetivos institucionales y del proyecto.
  - Lectura de documentación y reportes y sesiones de preguntas/respuestas y discusión con miembros del proyecto.
2. Etapa de adquisición de información específica relativa al Sistema de Información de Tierras (SIT).
    - Obtención de información básica acerca del SIT (documentos y reportes) demostración de sistemas instalados y reuniones de discusión con miembros del SIT.
    - Trabajo exploratorio de equipo (hardware) y programas (software).
    - Trabajo exploratorio con las bases de datos.
    - Evaluación de objetivos, restricciones, limitaciones y perspectivas.
  4. Etapa de diagnóstico de la problemática del SIT.
    - Identificación de restricciones principales y diagnóstico de la problemática del SIT
    - Refinamiento del diagnóstico y retroalimentación mediante discusiones con miembros del SIT y del proyecto.
  5. Formulación de la primera aproximación a la propuesta de guía metodológica para el SIT, presentación a los miembros del proyecto y retroalimentación.
    - Formulación de la primera aproximación metodológica y preparación de material visual para la presentación.
    - Presentación de la primera aproximación metodológica a los miembros del proyecto. Retroalimentación
  6. Refinamiento de la propuesta metodológica y identificación de estudio de caso.
    - Refinamiento de la primera aproximación a la metodología mediante incorporación de elementos de retroalimentación
    - Identificación de área piloto para prueba metodológica. Inventario de materiales requeridos y programación de actividades.
  7. Desarrollo de bases de datos y procesamiento de información del estudio de caso identificado.
    - Adquisición de materiales y datos requeridos para el estudio de caso.
    - Trabajo de desarrollo de las bases de datos en el SIT.
    - Procesamiento de datos para generación de estimaciones de datos faltantes y completamiento de bases de datos
    - Asesoramiento en los cálculos de parámetros agro-meteorológicos para la definición de Zonas Agro-Ecológicas
    - Creación del schema o estructura para las bases de datos "nuevas" a incorporarse al SIT bajo el marco metodológico propuesto.
    - Foto-interpretación de pares estereoscópicos para delineación de Sistemas de Tierras y Facetas del área piloto.
    - Desarrollo de las bases de datos espacial (digitalización) y de atributos para nuevas unidades creadas en las jerarquías sugeridas por el marco metodológico propuesto para el SIT.
    - Edición de las estructuras de las bases de datos existentes para ligar o enlazar las nuevas relaciones y bases de datos creadas.
  8. Definición de Zonas Agro-Ecológica preliminar del área piloto estudiada y su representación espacial en el SIT.
    - Definición de ZAE mediante cruzamiento o sobreposición de coberturas temáticas en el SIT.
    - Actualización de las tablas de atributos de las unidades definidas.
  9. Caracterización de unidades de producción familiar campesina en el área de influencia del proyecto y Tipos de Utilización de la Tierra (TUT).
    - Identificación de unidades de producción a lo largo de un gradiente de capitalización
    - Identificación de principales sistemas y subsistemas de producción en las unidades familiares de producción.
    - Definición de la estructura de las bases de datos para sistemas de producción, subsistemas y TUT.
  10. Primera aproximación a los modelos de árboles de decisiones para la evaluación automatizada de tierras (ALES) para 3 TUT principales.
    - Transferencia de modelos base para los tres TUT al SIT.
    - Cotejo de la idoneidad de los requerimientos de TUT considerados en los modelos y con la presencia de datos en las bases de datos existentes.
  11. Diseño de la propuesta final del marco metodológico para el SIT y presentación a los miembros del proyecto.

10. Presentación de resultados de consultoría, resultados del estudio de caso y de la propuesta de marco metodológico para el SIT a las autoridades del CENTA (jefes de departamentos y secciones y a la dirección). Escritura del primer borrador del informe de la consultoría.

11. Entrega de consultoría y salida de EL Salvador.

### Logros y metas alcanzadas

1. La estructura y funcionalidad del SIT instalado en el proyecto fueron revisadas y analizadas en el contexto de los objetivos del proyecto y en el de su operatividad y funciones en el CENTA.
2. Los procedimientos de captura de datos, desarrollo de las bases de datos, manejo y análisis de la información de recursos de tierras y de su uso, fueron revisados, analizados y evaluados.
3. Los principios teóricos y conceptuales que sustentan los procedimientos operativos del SIT fueron también revisados y evaluados. Como resultado de tal evaluación se logró plantear un esquema metodológico que servirá como base para la formulación de directrices o manual metodológico de operaciones del SIT a corto y a largo plazo. El marco metodológico propuesto permite resolver importantes cuestiones, entre otras, la de la integración de información del ambiente bio-físico con datos socio-económicos y de producción, la de la máxima resolución de los datos espaciales y mínima unidad de combinación de información multi-temática, la de como enlazar las diversas bases de datos temáticas a diferentes escalas, etc. El marco metodológico permite también trazar las rutas metodológicas de procedimientos de análisis de la información para generar productos específicos.
4. Se atendió al problema de manejo de información multi-escalar, multi-temática y a diferentes niveles de detalle. A este respecto se sugirió el uso de jerarquías paralelas de unidades temáticas multi-escalares, a diferentes niveles de detalle y resolución. La estructura de tales jerarquías y sus unidades componentes están descritas en detalle en el marco metodológico que fue formulado y propuesto a los integrantes del proyecto y autoridades de la institución.
5. Una demostración práctica de la aplicación del marco metodológico de operaciones del SIT, en colaboración con el personal del SIT, para una área piloto (Dolores, Departamenteo de Cabañas). La demostración comprendió desde la definición de unidades de tierras y su cartografía, basada en el cruzamiento multi-temático de información, el diseño de las bases de datos en base al uso de las jerarquías de unidades, y definición de zonas agro-ecológicas. Modelos para la evaluación automatizada de la idoneidad de las unidades ecológicas definidas para por lo menos tres tipos de utilización de las tierras, e instrucciones generales para su calibración a las condiciones ecológicas y de abundancia de datos de El Salvador.
6. Se levantó un inventario general de equipo del SIT y se identificaron procedimientos adecuados de la información con el equipo existente. También se identificaron las necesidades de equipo de cómputo (hardware), así como de programas (software) que serán necesarios para mejorar las funciones del SIT a corto y mediano plazo. Tales arquitecturas fueron discutidas con los técnicos del SIT, con el ATP del proyecto, y las autoridades del CENTA.
7. Se llevaron a cabo discusiones a varios niveles de detalle con los miembros de la unidad del SIT, del proyecto, autoridades del CENTA y con consultores de CENTA en el sistema gerencial de la institución (SIGA), para determinar los puntos delicados de la inmersión del SIT dentro del SIGA del CENTA y desarrollar una visión a futuro de las características del sistema que emergerá de tal inmersión.
8. Se prestó asesoramiento técnico individual a miembros del proyecto en aspectos particulares de captura, almacenamiento y procedimientos de análisis de datos relativos a los temas de su competencia dentro de los objetivos del proyecto. También se asesoró, en la medida de lo posible, a técnicos nacionales del CENTA involucrados en otros proyectos que convergen con los objetivos del proyecto, en lo relativo a aspectos de muestreo y cartografía (mapeo) de variables de fertilidad de suelos a nivel regional (Departamentos), y a la sistematización de la información de laboratorio de análisis de suelos.
9. Se llevaron a cabo cinco (5) presentaciones verbales dirigidas a diferentes audiencias compuestas por grupos de técnicos de diferente afiliación como sigue:
  - Presentación del diagnóstico operativo del SIT. Audiencia: técnicos del SIT y Representante Residente de FAO
  - Presentación la primera propuesta de marco metodológico operativo del SIT. Audiencia: personal del proyecto y enlace nacional del proyecto.
  - Presentación del marco metodológico operativo del SIT y su relación con las actividades de otras unidades del CENTA.

- Audiencia: Directores generales de División del CENTA y consejo administrativo del CENTA.
- Presentación del marco metodológico operativo del SIT final (refinado). Audiencia: Personal del proyecto, enlace nacional del proyecto y técnicos de otras divisiones.
  - Presentación de resultados finales de la consultoría incluyendo: marco metodológico para operaciones del SIT, resultados de su aplicación al estudio de caso (Dolores, Depto de Cabañas), estrategia para inmersión del SIT en SIGA. Audiencia: Director general del CENTA, ATP del proyecto, CPO en misión (FAO, Roma), Enlace Nacional del proyecto.

### Resumen de logros y metas alcanzadas

Se revisó la estructura y la operatividad actual del SIT y se formularon estrategias para su mejoramiento. Se dejó establecido un marco metodológico de trabajo para las operaciones del SIT dentro de los objetivos a alcanzar por el proyecto. Se indicaron pautas para el funcionamiento óptimo de la unidad del SIT, y en particular para el uso de equipo instalado. Se proporcionaron sugerencias técnicas para la adquisición de nuevo equipo y se discutió la arquitectura a futuro del SIT dentro del sistema de información gerencial, y el papel de los sistemas de información local. Se proporcionó asesoramiento técnico en la medida de lo posible, y se realizó labor de extensión y educación formal de las virtudes u capacidades de un SIT bien establecido y mejorado con la colaboración de todas las divisiones de la institución (CENTA).

### RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES

1. El personal del SIT ha venido realizando una función destacada y productiva para su establecimiento y desarrollo, a pesar de las fuertes limitaciones y obstáculos de carácter técnico, de la información de base y de disponibilidad de recursos humanos capacitados.
2. El SIT fue implementado tardíamente con relación al papel que debe jugar para los objetivos del proyecto. El estado de desarrollo actual del SIT está defasado en tiempo con respecto a las demandas de información que son hechas para los objetivos del proyecto. Como resultado, las demandas de información, asistencia técnica, servicio y procesamiento interno del proyecto, del CENTA y de otras instituciones, han sobrepasado las estructuras instaladas y los recursos humanos actualmente disponibles para el SIT.
3. Es urgente la realización de un estudio de ventajas comparativas y estrategias de mercadeo tanto a nivel nacional como internacional. Para el SIT, tal estudio proporcionaría una lista inicial de Tipos de Utilización de la Tierra potenciales para los cuales sería evaluada la idoneidad de las unidades de tierra de una región de interés, permitiendo así la formulación de planes de uso de la tierra que puedan ser recomendables.
4. La operatividad del SIT y su eficacia para contribuir a alcanzar las metas tanto del proyecto como institucionales, están basadas en los métodos y procedimientos operacionales establecidos para la captura, archivo y recuperación de datos y su subsecuente manipulación y análisis, y la generación de productos de información. Es esencial contar con un marco conceptual y metodológico que sirva de guía operativa a las funciones del SIT en concordancia con los objetivos del proyecto e institucionales. Tal marco ha sido proporcionado como resultado de la presente consultoría, y sin duda podrá ser aún mejorado con el tiempo.
5. Es de importancia extrema la ubicación geográfica exacta y la georeferencia cuantitativa de cualquier muestra de materiales tomada, medida o estimada en el campo, tales como muestras de suelos, foliares, de rendimientos de cosecha, mediciones meteorológicas, etc., realizada por extensionistas, técnicos del CENTA o agricultores cooperantes. Para fines de georeferencia automatizada es de extrema urgencia la adquisición de un sistema de posicionamiento global (GPS).
6. El SIT es un elemento esencial para los fines de archivo, recuperación, procesamiento y análisis de información requerida por los otros componentes del proyecto. Sobre todo, tratándose de información espacialmente georeferenciada (mapas e imágenes) y sus combinaciones con la información generada por los otros elementos del proyecto. Para tales propósitos el SIT deberá funcionar como el motor central del proyecto. Por lo tanto requiere de especificaciones concretas de los productos de información que se esperan del SIT.
7. La arquitectura actual del SIT, tanto en términos de equipo de computación instalado (hardware) como de programas (software), no corresponde a las demandas actuales de información y de procesamiento de datos, y aún menos a las demandas esperadas con la madurez del proyecto. La arquitectura actual del SIT requiere de actualización a una arquitectura acorde a las expectativas de las funciones que se espera desarrollar.

8. Las comunicaciones entre los diferentes sistemas instalados y entre los sistemas y el equipo periférico son un problema actual serio que requiere solución inmediata. La situación ideal sería la instalación de una red de comunicaciones interna dentro del laboratorio del SIT primero (Red de Area Local o LAN en su anglo-acronimo), y con la vision de ser expandida a toda la institución, una vez que el SIT sea integrado al sistema gerencial del CENTA (SIGA). Par a tal red se requiere la instalación física de la red de cable que conectará a los sistemas. Con una visión a futuro, y con objeto de maximizar eficiencia de la inversión en la red se pudiera pensar en cable de fibra óptica para la red, el cual permitiría ligar los sistemas (terminales) a una computadora principal (mainframe) donde residiría el SIGA y el SIT integrados.

9. El desarrollo del SIT y por tanto su funcionalidad y utilidad práctica ha estado impedida por la dispersion de actividades atendiendo a una multiplicidad de pedidos y demandas urgentes y justificadas de toda índole, y de las fuentes mas variadas tanto internas como externas al CENTA, a los cuales los técnicos del SIT se ven obligados a atender. El establecimiento de una lista de prioridades claras de servicios y tareas del SIT ayudará sin duda a acelerar el proceso de atención a tales demandas de información y/o servicios. Tal priorización deberá ser parte de la política institucional en relación al SIT y sus funciones y manifiesta en un Plan General de Informatica y Telecomunicaciones (PGIT) para el CENTA. El PGIT debe realizarse como un estudio a profundidad por parte de especialistas en informatica y telecomunicaciones, y contemplar la vision a largo plazo de los sistemas computacionales y de telecomunicación para toda la red del CENTA. El SIT deberá contemplarse en tal PGIT como integrado al SIGA.

10. Es de suma importancia el diseño de un Plan General de Informatica y Telecomunicaciones (PGIT) para el CENTA para mediano y largo plazo. Tal plan deberá incluir todos los aspectos técnicos relacionados con la instalación física de la red de telecomunicaciones y el analisis de sistemas conducente tanto a esclarecer el enlace de equipo actual y previsto de acuerdo a las demandas de información y telecomunicaciones previstas. Tales demandas serán conocidas solamente cuando se realice el estudio completo de identificación de usuarios actuales y potenciales de información del SIT y SIGA, y sus necesidades de información sean analizadas. En el PGIT se deberán esclarecer tambien todos los aspectos normativos y operativos de los sistemas (p. ej. tareas, prioridades de servicio, etc.). La racionalidad de ligar informatica con telecomunicaciones en un mismo plan se encuentra en la tendencia global del uso de INTERNET y correo electronico que ocupan lineas de telecomunicación. Se prevé que aun en el corto plazo tal tipo de interacciones telefono/computadora se incrementará enormemente.

11. Es absolutamente necesario retener al personal internacional en la unidad del SIT para que se de continuidad a su desarrollo y madurez, y así se garantice su contribución efectiva a los fines del proyecto. La separación o retiro del personal internacional en esta fase del proyecto resultaría en la insostenibilidad de la unidad y su eventual desaparición.

12. La ausencia de personal nacional capacitado para las tareas del SIT es clara. La sostenibilidad de la unidad a largo plazo está amenazada por la escasez de personal capacitado. La capacitación de personal en Sistemas de Información Geográfica y Sistemas de Información de Tierras y disciplinas afines a las tareas del SIT es urgente y de importancia primordial. El SIT no es sostenible a largo plazo sin un programa de capacitación y formación de cuadros profesionales para servir en tal unidad. La fuga de personal capacitado a otras empresas, atraídos por mejores condiciones de retribución y servicio es un riesgo grande que la institución debe enfrentar con un plan sistemático de formación de personal. Un factor determinante son los ingresos atractivos del sector privado y/o la relativa abundancia de otras fuentes de trabajo para personal especializado en Sistemas de Información Geográfica con remuneraciones atractivas. La institución deberá crear los incentivos necesarios para la formación y retención de cuadros profesionales altamente especializados en lo relativo a las funciones del SIT.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El analisis global de la estructura, funcionamiento y operación del Sistema de Información de Tierras instalado dentro del proyecto GCP/ELS/004/NET y de su situación intra e inter-institucional permite formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

### DE LOS OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO

1. Los objetivos del proyecto son muy ambiciosos, pero alcanzables, si se cuenta con la información en variedad, cantidad y a nivel de detalle adecuados para tomar decisiones acertadas.
2. Es evidente, del documento del proyecto, que la existencia del Sistema de Información de Tierras (SIT) no fue contemplada desde su formulación. El SIT por tanto ha sido implementado con objetivos identificados retroactivamente, y que se han tenido que ajustar y re-ajustar para encontrar su punto de contribución máxima a los objetivos inmediatos del proyecto y del CENTA a largo plazo.



3. Como resultado de lo expresado en la conclusión 2, el SIT tiene planteados objetivos bastante ambiciosos en términos de manejo y provisión de información que se expanden a múltiples escalas y niveles de detalle en la información desde un nivel nacional y general como a nivel muy local y detallado. Por lo tanto, las demandas de información, asistencia técnica, servicio y procesamiento interno del proyecto, del CENTA y de otras instituciones, han sobrepasado las estructuras instaladas y los recursos humanos actualmente disponibles para el SIT.

4. El SIT fue implementado tardíamente con relación al papel que debe jugar para los objetivos del proyecto. La sistematización de la información y el desarrollo de las bases de datos en el SIT son procesos muy laboriosos y relativamente lentos, y se encuentran rezagadas en tiempo con respecto a las demandas de información que son hechas para los objetivos del proyecto.

5. La diversificación de las actividades productivas en el medio rural es de suma importancia para el incremento de los niveles de ingreso de los productores. Para poder llevar propuestas de diversificación realistas y sostenibles, es urgente la realización de un estudio de ventajas comparativas y estrategias de mercadeo tanto a nivel nacional como internacional involucrando las actividades de diversificación promisorias, así como también un análisis de sus impactos en los niveles macro y microeconómico y en el ingreso de las unidades de producción para garantizar su sostenibilidad. Para el SIT, tal estudio proporcionaría una lista inicial de Tipos de Utilización de la Tierra potenciales para los cuales sería evaluada la idoneidad de las unidades de tierra de una región de interés, permitiendo así la formulación de planes de uso de la tierra que puedan ser recomendables.

6. El SIT se encuentra al final de un proceso de definición del papel que debe jugar para ayudar a la generación de recomendaciones de valor práctico para el campesino, y para el uso participativo y sostenible de recursos con un incremento de productividad e ingresos a la granja. Una vez que tales procedimientos estén completamente definidos y refinados, el valor del SIT en el proceso de generación de recomendaciones tecnológicas de producción y conservación será superlativo.

7. Es de importancia extrema la ubicación geográfica exacta y la georeferencia cuantitativa de cualquier muestra de materiales tomada, medida o estimada en el campo, tales como muestras de suelos, foliares, de rendimientos de cosecha, mediciones meteorológicas, etc. Esto es vital para la existencia de tal información en las bases de datos del SIT. Sin georeferencia, más del 50% del valor informativo de las muestras es perdido. La georeferencia de muestras, registros y datos que no fueron georeferenciados originalmente en el campo tiene un costo muy alto en términos de tiempo (del personal del SIT), dinero y esfuerzo. Planeación adecuada de las salidas de campo y su toma de muestras, así como la presencia de un instrumento de posicionamiento global (GPS) y adiestramiento adecuado en su uso, a largo plazo resultarán en economías significativas en tiempo, dinero y esfuerzo.

#### DE LA ESTRUCTURA INTERNA DEL SIT Y SU OPERACIONALIDAD

8. El personal del SIT ha venido realizando una función destacada y productiva para su establecimiento y desarrollo, a pesar de las fuertes limitaciones y obstáculos de carácter técnico, de la información de base y de disponibilidad de recursos humanos capacitados.

9. El desarrollo del SIT y por tanto su funcionalidad y utilidad práctica ha estado impedida por la dispersión de actividades atendiendo a una multiplicidad de pedidos y demandas urgentes y justificadas de toda índole, y de las fuentes más variadas tanto internas como externas al CENTA, a los cuales los técnicos del SIT se ven obligados a atender.

10. Es necesario la re-estructuración del SIT alrededor de los productos de información que el sistema deba generar. Estos productos deberán ser determinados por los objetivos del proyecto y de la institución, así como mediante un inventario sistemático de las necesidades de la totalidad de los usuarios del SIT (del proyecto, internos del CENTA y externos), así como del establecimiento claro de prioridades de atención a tales demandas de información y/o servicios. Tal priorización deberá ser parte de la política institucional en relación al SIT y sus funciones.

11. La arquitectura actual del SIT, tanto en términos de equipo de computación instalado (hardware) como de programas (software), no corresponde a las demandas actuales de información y de procesamiento de datos, y aún menos a las demandas esperadas con la madurez del proyecto. La arquitectura actual del SIT requiere de actualización a una arquitectura acorde a las expectativas de las funciones que se espera desarrolle.

12. Para el funcionamiento adecuado de los sistemas instalados es absolutamente necesario el establecimiento de una red local (Local Area Network - LAN-) para facilitar el compartimiento y la comunicación de datos, programas y procesamientos. A su vez, de optimizar el tiempo en el procesamiento de la información, la red local (LAN), ayudará a minimizar el tiempo empleado por los técnicos del SIT en el mantenimiento periódico de las unidades de archivo permanente ("disco duro") de los sistemas individuales.

13. La adquisición de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es de fundamental importancia para las funciones en el SIT de georeferencia de los datos tomados de las parcelas de los productores (por ej. muestras de suelos para análisis de fertilidad, estimaciones

de cosecha, etc.) y desarrollo de las bases de datos.

14. Las bases de datos temáticas tanto espaciales como de atributos son de importancia crucial y definitiva en la estructura y operabilidad del SIT y su utilidad y justificación.
15. La información de recursos de tierras existente en el área del proyecto, para ser incorporada en las bases de datos digitales del SIT, es pobre en términos de los vacíos de información significativos que presenta en diferentes áreas geográficas del país y para casi todos los temas. Tales vacíos de información se presentan con diferente intensidad tanto por tema como por área geográfica. También, el nivel de generalidad de los datos en algunos temas es inadecuado para los niveles de precisión y exactitud con los que se pretende generar recomendaciones de producción para los objetivos del proyecto y de CENTA. El caso más sobresaliente de inadecuación y de información faltante es, desafortunadamente, la información de suelos.
16. La integridad de las bases de datos de recursos de tierra en el SIT es un asunto de importancia debido al problema de los datos faltantes y la calidad de los datos fuente. Normas y estándares bien establecidos de la calidad de los datos deberán definirse y ser establecidos para permitir garantizar la calidad e integridad de las bases de datos. Deberá hacerse un uso intensivo de algoritmos y procedimientos estimativos y predictivos de los datos faltantes que permitan garantizar la competencia y calidad de las bases de datos.
17. El esfuerzo invertido en el desarrollo de las bases de datos se ve limitado por la falta del establecimiento institucional de las políticas de servicio de la unidad SIT. El establecimiento de una lista de prioridades claras de servicios y tareas del SIT ayudará sin duda a acelerar el proceso de desarrollo de las bases de datos.
18. Es claramente evidente la necesidad de personal de apoyo para la captura de datos en las bases de datos temáticas del SIT. Tiempo valioso y costoso es invertido por el personal actual del SIT en labores rutinarias de captura de datos por falta de apoyo constante de este tipo.
19. El funcionamiento efectivo del SIT y el desarrollo de las bases de datos requiere de un marco conceptual y metodológico basado en la definición de jerarquías de unidades tanto ambientales como de uso de la tierra y político-administrativas, que permitan la integración multi-escalar y multi-temática tanto de los datos, así como de los procedimientos de análisis y procesamiento de datos.
20. Es absolutamente necesario retener al personal internacional en la unidad del SIT para que se dé continuidad a su desarrollo y madurez, y así se garantice su contribución efectiva a los fines del proyecto. La separación o retiro del personal internacional en esta fase del proyecto resultaría en la insostenibilidad de la unidad y su eventual desaparición.
21. La ausencia de personal nacional capacitado para las tareas del SIT es clara. La sostenibilidad de la unidad a largo plazo está amenazada por la escasez de personal capacitado. Un factor determinante son los ingresos atractivos del sector privado y/o la relativa abundancia de otras fuentes de trabajo para personal especializado en Sistemas de Información Geográfica con remuneraciones atractivas.

#### DEL MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO PARA LAS FUNCIONES DEL SIT

22. La operatividad del SIT y su eficacia para contribuir a alcanzar las metas tanto del proyecto como institucionales, están basadas en los métodos y procedimientos operacionales establecidos para la captura, archivo y recuperación de datos y su subsecuente manipulación y análisis, y la generación de productos de información. Es esencial contar con un marco conceptual y metodológico que sirva de guía operativa a las funciones del SIT en concordancia con los objetivos del proyecto e institucionales. Tal marco ha sido proporcionado como resultado de la presente consultoría, y sin duda podrá ser aún mejorado con el tiempo.
23. Al inicio de esta consultoría, el SIT contaba ya con una primera aproximación a una guía o marco metodológico el cual se juzgó adecuado pero que requería adiciones metodológicas, focalización y refinamiento de los procedimientos.
24. Las variaciones multi-escalares y multi-temáticas de la información en el SIT y sus diferentes niveles de finura y detalle requieren del diseño e incorporación en el marco metodológico de jerarquías de unidades multi-temáticas y multi-escalares que sirvan como marco de referencia para las estructuras de las bases de datos y para su operación efectiva. Tales jerarquías son parte integral de la metodología operativa del SIT.
25. La Zonificación Agro-Ecológica para El Salvador se encontró en sus estadios iniciales. La compilación y preparación de la información requerirá de una buena cantidad de tiempo y esfuerzo, dado a problemas de datos faltantes y registros incompletos. Estimación mediante modelos estadísticos y/o determinísticos tendrá que ser usada para completar los grupos de datos necesarios para

el cálculo de los parámetros necesarios para los balances de humedad, radiación y temperatura del aire, que son requeridos para la definición de los Periodos de Crecimiento por estación meteorológica.

26. Para la definición de Zonas Agro-Ecológicas es necesario la interpolación espacial de la Duración del Periodo de Crecimiento (DPC) calculado y graficado por estación meteorológica. La interpolación puede hacerse mediante isoclinas. Sin embargo, debido a las obvias limitaciones de tal método se sugiere que se interpole DPC entre estaciones usando algún algoritmo de interpolación cuantitativo, ya sea matemático (funciones de distancia) ó preferentemente Geostatístico (Kriging de Bloque). La interpolación de los valores de DPC permitirá crear un mapa raster o de celdas de DPC de cobertura ya sea local, para las áreas cubiertas por el proyecto, ó nacional. Las celdas de DPC definirán así las Celdas Agro-Ecológicas (CAE), una vez que tal mapa sea sobrepuesto y la información cruzada con las unidades fisiográficas (Sistemas y Facetas de tierras) y los suelos. Las CAE serán definidas como combinaciones únicas de todos los factores involucrados en su definición. Otro abordaje para resolver el problema de interpolación sería interpolar los parámetros que permiten calcular DPC y después cruzar la información para definir DPC (no recomendable). La resolución de las CAE coincidirá con la mínima área de manejo a nivel de parcela: una "manzana" de tierras.

27. Las Celdas Agro-Ecológicas pueden servir como las unidades mínimas de integración de la información multi-temática, tanto del medio bio-físico con los datos socio-económicos como con la información demográfica y político-administrativa. Sus dimensiones son equivalentes a las de una "manzana" de tierras. Las Zonas Agro-Ecológicas agrupan clases de CAE establecidas por conveniencia y también pueden ser muy útiles para propósitos de integración de la información.

28. Es importante mantener un enfoque integral de sistemas en la ejecución del proyecto para poder entender la realidad del productor y sus perspectivas de diversificación. La unidad de producción familiar debe ser vista en un contexto total, con todos sus sub-sistemas de actividad productiva componentes, y los intercambios de energía, materiales y flujos de dinero y trabajo que ocurren entre el núcleo familiar y los sub-sistemas (familia/fincas, y no persona/rubro solamente). En este sentido el "plan integral de propiedades" parece ser un buen modelo para planear los sistemas de producción.

29. La definición y delimitación de las Zonas Agro-Ecológicas (ZAE) aún se encuentra en proceso de ser concluida. El SIT está siendo utilizado intensamente como plataforma para el cálculo de parámetros y para la definición cartográfica.

30. Las ZAE deberán servir como marco geográfico para la definición de los dominios de recomendación de tecnología. El cruzamiento (sobreposición de la información) de ZAE con información de Facetas de tierras, un mapa de pendientes (<15%), un mapa de niveles de pobreza y la categorización por tipos de unidades familiares de producción debe resultar en una focalización socio-territorial de las actividades del proyecto y ayudaría a establecer los dominios de recomendación los cuales deben considerar no solo ambientes semejantes pero también considerar otros factores como variables socio-económicas y demográficas.

31. Es posible, con los datos presentes, establecer dominios de recomendación con aplicación práctica inmediata, caracterizados en términos de variables medibles en el terreno y de tal manera que su determinación debe ser transferible a otras áreas.

32. Se requiere contar con un modelo digital de elevación del terreno (DEM) con un nivel de exactitud aceptable tanto para la derivación de mapas de pendientes del terreno aplicables a varias escalas, así como para ser usados como base para modelos tridimensionales de escenarios de planificación de uso de la tierra.

33. La categorización de las unidades familiares de producción a lo largo de un gradiente de capitalización es de suma importancia para los objetivos del proyecto y por tanto para las funciones del SIT. Tal categorización permite también la definición de los tipos de utilización de la tierra (TUT) y la evaluación de la idoneidad de las unidades agro-ecológicas para la implementación de tales TUT. No tiene sentido práctico el conocer y caracterizar con detalle el ambiente bio-físico y reflejarlo en las bases de datos, si el ambiente de producción no está lo suficientemente conocido y caracterizado, y por lo tanto también reflejado en las bases de datos.

34. El marco metodológico del SIT debe contar con un mecanismo automatizado para la evaluación de la idoneidad ó aptitud de las diferentes opciones de uso de la tierra (expresadas como TUT). Tal mecanismo incluye el desarrollo de modelos específicos de comparación de requerimientos de los TUT contra las cualidades de la tierra. Mapas de riesgos de inversión y requerimientos de infraestructura son muy informativos y pueden ser derivados de los ejercicios de evaluación de tierras traducidos a escenarios 3-D de planificación (mapas de idoneidad sobrepuestos al modelo de elevación del terreno, DEM).

35. El Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras (ALES) se encuentra instalado en el SIT. ALES requiere de la inversión de tiempo y esfuerzo para el desarrollo de modelos que utilicen parámetros medibles y relevantes para la producción en las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto. Uno de los problemas en el uso de modelos de ALES es el de datos faltantes. Los modelos que se desarrollen deberán tomar en cuenta tal factor y deberán ser ajustados a los contenidos de las bases de datos en el SIT.

## DE LA SITUACION DEL SIT A NIVEL INSTITUCIONAL.

36. La capacitación de personal nacional en las áreas técnicas de competencia del SIT es esencial. Sin la capacitación de personal para dar continuidad a las funciones del SIT, una vez que el personal internacional se haya retirado, la sostenibilidad del SIT no puede ser asegurada, y la inversión presente en su desarrollo sería un desperdicio de recursos.
37. La institución (CENTA) no cuenta con los incentivos suficientes (monetarios o profesionales) como para retener a los técnicos, una vez que estén capacitados en las disciplinas necesarias para el manejo del SIT. Tales incentivos deberán crearse para evitar la fuga de personal y desperdicio de recursos invertidos en capacitación.
38. No existe a nivel institucional una idea absolutamente clara de en que forma el SIT puede ayudar a la generación de recomendaciones de valor práctico para el campesino para uso participativo y sostenible de recursos con un incremento de productividad e ingresos a la granja. Esto se refleja en la falta de claridad acerca de los productos de información que el SIT deba generar, y por tanto de las tareas a las que se deba avocar el SIT. Se espera que el marco metodológico diseñado para las operaciones del SIT contribuirá en buena medida a remediar tal problema.
39. Es absolutamente necesario que el CENTA establezca una guía de normas de operación del SIT. En tal documento se deben dejar claramente especificadas las expectativas que institucionalmente se tienen del SIT, los productos/información que se espera que el SIT genere, las preguntas a las cuales el SIT deberá responder, las funciones específicas a las que se debe enfocar, y sobre todo, las prioridades que el SIT debe dar a las demandas de información, procesamiento de datos o análisis y generación de productos.
40. El SIT aún no cuenta con normas para establecer prioridades de tareas y servicio a usuarios. Estas deberán establecerse institucionalmente en el documento de normas de operación del SIT mencionado en el punto anterior.
41. No existe un análisis de las necesidades de información de usuarios a nivel institucional. Tal análisis es requerido siempre y antes de la instalación de un sistema de información, para establecer la arquitectura del sistema que enfrentará tales demandas de información. La ausencia de tal análisis se debe a que el SIT fué implementado después del inicio del proyecto. No obstante, es posible y recomendable ejecutar un levantamiento de las necesidades de información a nivel institucional y del proyecto para que sirva como pauta para guiar las expectativas de trabajo y demandas que se hagan al SIT. Así como para anticipar las necesidades de equipo (hardware) y programas (software) para el SIT a corto y largo plazo para enfrentar tales demandas.
42. El éxito de la inserción del SIT en el Sistema de Información Gerencial del CENTA (SIGA) dependerá en gran medida de:
- La capacidad de hacer compatibles las bases de datos de ambos sistemas. El modelo relacional utilizado por ambas bases de datos facilitará la actualización de las estructuras de tablas de atributos haciendo posible la inserción de campos identificadores o apuntadores redundantes en tablas de ambos sistemas, y que permitan enlazar la información gerencial del CENTA con las bases de datos espaciales (mapas) del SIT.
  - La compatibilidad de equipo ó hardware, y /o la disposición del CENTA para invertir en equipo que permita enlazar el equipo existente en ambos sistemas en una red local de la institución en donde se integren tanto el sistema gerencial (SIGA) como el SIT del CENTA.
  - La disposición de recursos por parte del CENTA, para que analistas de sistemas realicen los trabajos de edición de ambas bases de datos que permita el enlazamiento de archivos y tablas con mapas e imágenes, y el compartimiento de la información en un solo ambiente de trabajo con terminales enlazadas por la red local (LAN). La arquitectura e instalación de tal red local deberá supervisada por el analista de sistemas.
43. Previo a la inserción del SIT en el SIGA del CENTA la ejecución de una serie de estudios es recomendable. Los estudios son:
- Identificación de los usuarios actuales y potenciales del sistema a implementar
  - Análisis de necesidades de información de usuarios del futuro sistema. Esto permitirá establecer los productos de información que se pueden esperar del sistema.
  - Establecimiento de los alcances reales y esperados del sistema, de sus normas de operación, prioridades de servicio y lista de privilegios permitidos a los operadores de los sistemas y a autoridades.
44. En su estado actual, tanto como después de su inserción en el SIGA, el SIT requiere de gran apoyo institucional decidido y comprometido del CENTA. Las áreas en las que las necesidades de tal apoyo son más evidentes y urgentes son:
- Formación de personal capacitado para el SIT
  - Identificación de personal por capacitar en el corto y mediano plazo y diseño de un programa institucional de capacitación en SIT

- Creación de incentivos profesionales para retener a los técnicos capacitados.

#### DEL SITIO DE INSTALACION DEL SIT

45. El SIT se encuentra instalado en un sitio temporalmente disponible y será trasladado a un local que se encuentra siendo acondicionado actualmente. El sitio actual es adecuado en cuanto a espacio y condiciones de micro-clima (aire acondicionado y luz), humedad es un problema en cuanto a que existen infiltramientos en las estructuras del edificio con las lluvias. Esto puede llegar a ser un problema serio para la manutención y conservación del equipo instalado, y requiere atención inmediata. El problema más serio es las frecuentes interrupciones de energía eléctrica que sobrecarga de trabajo a los protectores de voltaje (UPS). Tales interrupciones eventualmente tienen un impacto en la vida promedio del equipo instalado.

46. Las comunicaciones entre los diferentes sistemas instalados y entre los sistemas y el equipo periférico son un problema actual serio que requiere solución inmediata. La situación ideal sería la instalación de una red de comunicaciones interna dentro del laboratorio del SIT primero (Red de Área Local o LAN en su anglo-acronimo), y con la visión de ser expandida a toda la institución, una vez que el SIT sea integrado al sistema gerencial del CENTA (SIGA). Para tal red se requiere la instalación física de la red de cable que conectará a los sistemas. Con una visión a futuro, y con objeto de maximizar eficiencia de la inversión en la red se pudiera pensar en cable de fibra óptica para la red, el cual permitiría ligar los sistemas (terminales) a una computadora principal (mainframe) donde residiría el SIGA y el SIT integrados.

47. Es de suma importancia el diseño de un Plan General de Informática y Telecomunicaciones (PGIT) para el CENTA para mediano y largo plazo. Tal plan deberá incluir todos los aspectos técnicos relacionados con la instalación física de la red de telecomunicaciones y el análisis de sistemas conducente tanto a esclarecer el enlace de equipo actual y previsto de acuerdo a las demandas de información y telecomunicaciones previstas. Tales demandas serán conocidas solamente cuando se realice el estudio completo de identificación de usuarios actuales y potenciales de información del SIT y SIGA, y sus necesidades de información sean analizadas. En el PGIT se deberán esclarecer también todos los aspectos normativos y operativos de los sistemas (p. ej. tareas, prioridades de servicio, etc.). La racionalidad de ligar informática con telecomunicaciones en un mismo plan se encuentra en la tendencia global del uso de INTERNET y correo electrónico que ocupan líneas de telecomunicación. Se prevé que aún en el corto plazo tal tipo de interacciones teléfono/computadora se incrementará enormemente. En su situación actual en el CENTA, tal interacción es precaria, con interferencias frecuentes entre comunicaciones telefónicas y comunicaciones vía internet.

#### DE LA SITUACION DEL SIT DENTRO DEL PROYECTO

48. El SIT es un elemento esencial para los fines de archivo, recuperación, procesamiento y análisis de información requerida por los otros componentes del proyecto. Sobre todo, tratándose de información espacialmente georeferenciada (mapas e imágenes) y sus combinaciones con la información generada por los otros elementos del proyecto. Para tales propósitos el SIT deberá funcionar como el motor central del proyecto. Por lo tanto requiere de especificaciones concretas de los productos de información que se esperan del SIT.

49. No existen especificaciones explícitas de las necesidades de información por cada sección del proyecto y del nivel tolerable de aproximación requerida. Tales especificaciones han comenzado a generarse, particularmente por la sección de manejo de suelos. Se sugiere que la ausencia de tales especificaciones es debida a la falta de claridad acerca del papel del SIT para los objetivos del proyecto, como resultado de haberse planteado la implementación del SIT después del establecimiento del proyecto. El establecimiento del marco general metodológico para el SIT (esta consultoría) ayudará a proporcionar directrices para las actividades del SIT.

50. Un estudio detallado de las necesidades presentes y futuras (tanto a corto como a mediano plazo) de las secciones componentes del proyecto es absolutamente necesario para lograr establecer prioridades y sincronización en tiempos de entrega de productos.

51. Debido a que el SIT se encuentra en un estadio de desarrollo defasado con respecto al avance de los otros elementos del proyecto, se hacen demandas de información al SIT las cuales, con los recursos humanos y de equipo actuales y el rezago en la creación de las bases de datos, no es posible satisfacer. Se requiere por tanto reforzar la unidad de SIT, por lo menos temporalmente, con personal para captura y procesamiento de datos bajo la dirección de los técnicos del SIT. Esto permitiría al SIT recuperar tiempo de rezago con respecto a las otras unidades del proyecto.

52. La información fuente de entrada a las bases de datos del SIT es de calidad variada, - desde muy pobre hasta excelente, siendo el primer caso el más frecuente. Muchos vacíos de información y datos faltantes existen, y por tanto procedimientos de estimación de valores faltantes tendrán que ser usados. El nivel de finura y exactitud de la información requerida en resultados de análisis en el SIT,

por los otros componentes del proyecto solo podrá ser alcanzado una vez que las correspondientes bases de datos estén completamente terminadas. Aún así, deberá mantenerse en mente que los resultados son de la calidad (estrictamente en términos de detalle, exactitud y valor predictivo) comparable a la de la información de entrada al SIT.

53. La sinergia, interacción y nivel de cooperación entre las unidades del proyecto y la unidad del SIT, se encontró de buen nivel.

54. La labor desarrollada por el personal internacional de la unidad del SIT ha sido muy productiva y requiere de apoyo tanto del proyecto como de la institución. La ausencia del personal internacional de la unidad del SIT en el presente estadio de desarrollo del proyecto, haría la operatividad del SIT a corto y largo plazo insostenible.

55. El marco metodológico diseñado durante esta consultoría, con las contribuciones y el apoyo tanto del personal del proyecto como del CENTA, solo podrá rendir los resultados esperados si hace una aplicación estricta en términos de las estructuras de las bases de datos, las jerarquías de unidades y los procedimientos de análisis sugeridos.

56. La focalización socio-territorial del proyecto puede ser re-orientada por Zonas Agro-Ecológicas y por tipos de unidades de producción (una vez categorizadas), tomando en cuenta las zonas de pobreza (mapa existente), un análisis del riesgo a la erosión, y el estado de las zonas degradadas (una vez que estas sean determinadas). En el SIT, un cruzamiento de tal información espacial con información de las áreas de intervención del CENTA permitiría visualizar las zonas que se han marginado y por tanto que pasan a ser prioritarias. Las celdas agro-ecológicas pueden servir como elementos integradores de los diferentes tipos de información.

57. Es de suma importancia para la obtención de resultados medibles en el campo que la información espacial generada por el SIT resultante de algún mecanismo predictivo, sea verificada en el terreno (ground-truthing) para establecer los niveles de confiabilidad con los que una recomendación derivada de estos productos puede hacerse. -

58. La cooperación de otras unidades dentro del proyecto, al desarrollo de las bases de datos temáticas, particularmente en lo que concierne a los datos de importancia para tal unidad, es altamente recomendable. Tal participación, trabajando en conjunto con el personal del SIT, permitirá brindar una visión interna más clara de las estructuras de los datos y la calidad de la información contenida en las bases de datos. Así, se evitarán expectativas irrazonables del SIT, y simultáneamente, se tendrá una visión de los alcances y limitaciones de los productos de información generados por el SIT.

#### DE LA SITUACION DEL SIT A NIVEL INTER-INSTITUCIONAL

59. El personal de la unidad del SIT ha desarrollado relaciones inter-institucionales muy importantes que pueden convertirse en economías importantes de trabajo y tiempo, sobre todo en lo relacionado al desarrollo de las bases de datos y al intercambio de información, procedimientos, algoritmos y conocimiento. Esto es un desarrollo muy positivo y debe estimularse y apoyarse.

60. La optimización de recursos, tiempo y esfuerzo en el desarrollo de las bases de datos espaciales y de atributos dentro del proyecto puede lograrse mediante la cooperación horizontal con otros proyectos en otras instituciones. El esfuerzo colectivo inter-institucional y la comunicación horizontal ha estado y continuará ayudando a evitar duplicidad de esfuerzos innecesarios. El compartimiento de datos e información de interés común para dos o más instituciones ayudará a acelerar el completar las bases de datos del SIT. El CENTA deberá de establecer guías de carácter normativo que permitan discernir en una situación dada, la información o datos que son permisibles para compartir inter-institucionalmente.

61. El personal de la unidad del SIT ha tomado un papel de liderazgo en el establecimiento de la Asociación Salvadoreña de Usuarios de Sistemas de Información Geográfica (ASUSIG). Tal actividad, por los elementos considerados anteriormente, es una actividad bastante positiva que rendirá frutos en términos de compartimiento de información, algoritmos y conocimiento.

62. La atención del personal del SIT a pedidos de información, procesamiento de datos o asesoramiento técnico que provienen de fuera del proyecto y aún de fuera del CENTA debe ser regulada. El establecimiento de guías normativas de operación del SIT y directrices de operación por parte del CENTA permitirá el establecimiento de prioridades claras y regular las respuestas a tales pedidos por parte del personal del SIT. Tales normas permitirán el atendimento a dichos pedidos sin detrimento del desarrollo de actividades ligadas a los propios objetivos del SIT y del proyecto.

## DEL DESARROLLO DEL SIT A LARGO PLAZO

63. La evolución del SIT a largo plazo y su inmersión eventual dentro del Sistema de Información Gerencial del CENTA requieren de una planeación mas cuidadosa de la que actualmente se ha brindado al asunto. Existe un buen número de asuntos subordinados a tal inmersión que demandan clarificación. Tales asuntos justifican un estudio por separado serio y cuidadoso, conducido por un especialista en analisis de sistemas, permitiendo así formular un "Plan General de Informática y Telecomunicaciones" (PGIT) para el CENTA, al cual se hace alusión en el punto 43 de estas conclusiones. Dentro de los asuntos subordinados mas sobresalientes estan:

- El estudio detallado de las necesidades de información (en cantidad, tipo y formato) de todos los usuarios actuales y potenciales del SIT/SIGA. Esto dará pautas para definir la lista de productos de información que tal sistema deberá generar. Esta información existe solo parcialmente. Sin este estudio es difícil anticipar las demandas de información que se harán al sistema. El resultado final puede ser un sistema que se quedo corto de sus propósitos prácticos, ó bien un sistema "buscando usuarios", si sus capacidades instaladas rebasan las demandas.

- La arquitectura de equipo y programas (hardware y software) adecuados para enfrentar a las demandas esperadas de información. Tal arquitectura sólo se puede diseñar adecuadamente si se conoce la lista de productos esperados de ella. Una vez definida tal arquitectura evitaria el problema tan conocido en El Salvador por varias organizaciones, de la falta de coordinación en la compra y adquisición de equipo y de esfuerzos en el desarrollo de las bases de datos, aún dentro de un mismo proyecto.

- El problema de conectividad. Con los avances tecnológicos en terminos de conectividad entre sistemas computacionales por medio de telecomunicaciones (p.ej. INTERNET), la arquitectura del futuro SIT/SIGA deberá contemplar las facilidades de éste tipo de conectividad que tal sistema ofrecerá a sus usuarios. Particularmente, la conectividad, compartimiento de información y comunicaciones entre CENTA y sus centros regionales, para permitir una transferencia de tecnología y servicio de extensión mas participativo.

- La existencia de **Sistemas de Información Local (SIL)**, tal como propuesta ya por los técnicos del SIT (Sloot, Engels y Castillo, 1995). Los SIL permitirían retener información temática muy detallada (con mas detalle que la del sistema central en la sede) perteneciente a regiones geográficas específicas. Tal información sería proveniente de quienes usan la tierra y viven de ella, los campesinos, convirtiendo a los SIL en sistemas participativos. También, los SIL permitirían la incorporación del conocimiento y experiencias locales acerca del ambiente y fenómeno de producción. La instalación de un conjunto de SIL enlazados a la computadora de cuadro principal central de la sede, por medio de telecomunicaciones, permitiría entonces el definir una arquitectura de un sistema SIT/SIGA distribuido geográficamente entre sus centros regionales, agencias y áreas de influencia.

- El problema de compatibilidad de formatos y estructuras de las bases de datos entre el SIT y el SIGA del CENTA el cual se hará de mayor prominencia cuando la inmersión del SIT dentro del SIGA ocurra, y se intenten compatibilizar y enlazar las bases de datos de ambos sistemas para que éstas sean útiles y compartidas por ambos sistemas. A este respecto cabe mencionar que debido a que ambos sistemas (SIT y SIGA) comparten el mismo modelo de las bases de datos (relacional), aparentemente el problema se reducirá a editar tablas de atributos incertando campos identificadores comunes y redundantes para ambas bases de datos que se deseen enlazar. Lo mismo debe ocurrir con las tablas de atributos de la información espacial (polygon attribute tables ó PAT) existente por cada mapa vectorial, ó por clases (grupos de pixels) identificadas en un mapa de raster o celdas. Así, una vez incertados los campos identificadores redundantes en tablas pertenecientes a las bases de datos de ambos sistemas (SIT y SIGA) estas pueden ser compartidas en un mismo sistema. La implementación de la edición de las bases de datos y su eventual enlazamiento y fusión en un solo sistema puede resultar ser un proceso laborioso e intensivo, aún cuando los problemas de compatibilidad de la arquitectura del equipo (hardware) y de sistema operativo ya se encuentren resueltos.

64. La arquitectura que aquí se propone para el SIT, una vez que sea inmerso dentro y como parte del SIGA tiene las siguientes características:

- Es un sistema distribuido basado en una red de sistemas a dos niveles (red de redes locales) los cuales estan controlados por un sistema central (main frame ó núcleo de estaciones de trabajo) de marco principal instalado en la sede. Tal computadora ó núcleo de computadoras forman lo que sería la espina del sistema ("backbone") y de la red de redes a nivel del CENTA y de los Sistemas de Información Local (SIL).

- A nivel de la sede existirían redes locales (LAN) por grupos de especialización, pero todas éstas redes estarían formando parte de la red total del CENTA, y por tanto conectadas al sistema central. A éste nivel el SIT actual formaría la red de información de tierras, pero ligada a la red de primer orden (red de redes) que tiene como espina a la computadora central y en el cual el SIGA estaría instalado.

- En un segundo nivel de redes existirían los Sistemas de Información Local, los cuales estarían ligados a la sede mediante telecomunicaciones o mediante grupos de datos en formato común con la sede y por tanto portables manualmente en ambas direcciones (diskettes ó cinta). Los SIL podrían contener tanto información local espacial (mapas e imágenes) como de atributos (tablas) tanto del ambiente natural como de producción de las parcelas de los agricultores. Ambos tipos de archivos serían completamente compatibles con las estructuras del sistema central.

## DESCRIPCION DE HAYAZGOS DE LA CONSULTORIA

### Estructura y operatividad actual del Sistema de Información de Tierras

Se describe aquí la situación actual del SIT al inicio de la consultoría.

#### Situación actual.

El SIT instalado en el proyecto posee una estructura y funcionalidad que le ha permitido operar dentro del proyecto y generar productos de información para brindar apoyo tanto a los otros componentes del proyecto como a una variedad de usuarios fuera del proyecto. La estructura actual, operatividad, recursos humanos y sitio de operación actual se describen a continuación.

#### Estructura

La estructura que se encontró del SIT al inicio de la consultoría presentaba los siguientes componentes:

#### Equipo (hardware)

El S.I.T. actual descansa sobre una configuración basada en:

- Dos (2) Computadoras Personales (PC) de escritorio con procesadores 80486 y Pentium respectivamente, y con capacidades de archivo en el disco duro de 240 Megabytes y 1.0 Gigabytes respectivamente. Una de las dos unidades está equipada con un monitor monocromo extra necesario para el Sistema de Información Geográfica instalado en ella.
- Una computadora portable (notebook) equipada con un microprocesador 486DX-50, el cual se utiliza fundamentalmente para apoyar el procesamiento de datos del SIT.
- Mesa digitalizadora MARCA
- Impresora Laser
- Plotter para dibujo de mapas vectoriales (6 plumas)
- Lectora de cinta para respaldo y archivo semi-permanente de la información de los discos duros

#### Programas (Software)

Sobre la configuración descrita anteriormente se encuentran instalados los siguientes programas:

- Sistemas Operativos:  
MS-DOS v.3.2 y WINDOWS v3.2 en los procesadores 80486 y Pentium respectivamente.
- Sistema de Información Geográfica:  
ILWIS (Integrated Land and Water Information System).
- Sistemas de Manejo de Bases de Datos: Paradox, dBase, Access.
- Hojas de Cálculo
- Procesador de textos y paquetes de diseño gráfico para presentaciones: WordPerfect, Presentations.
- Utilitarios: Megalign, F-Prot, PKZip, etc.
- Programas Especializados:

**APT4 (Agricultural Planning Toolkit):** Paquete de Programas para el procesamiento de datos. Contiene varios módulos, principalmente para la zonificación agroecológica, evaluación de tierras y la planeación del uso de la tierra.



**ALES (Automated Land Evaluation):** Sistema Experto para la evaluación automatizada de la idoneidad o aptitud de las tierras mediante modelos basados en arboles de decisiones.

**EPIC (Erosion and Productivity Impact Calculator):** Modelo para predecir la intensidad de la erosión del suelo y su impacto en la productividad bajo ciertas condiciones meteorológicas, de manejo del suelo y culturales.

### **Personal**

El SIT es operado por:

- Dos (2) expertos internacionales (Sistemas de Información Geográfica y Zonificación Agroecológica).
  - Un experto nacional que sirve de contraparte al experto internacional especialista en Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- El experto internacional en zonificación agroecológica que es parte del equipo operativo del SIT aun no tiene contraparte nacional.

### **Local de instalación del SIT**

El local en donde se encuentra instalado el SIT actualmente es una oficina con suficiente espacio y condiciones controlables de temperatura y seguridad adecuadas para la operación del SIT. Este local es, sin embargo, temporal y la unidad se moverá a otro local suficientemente amplio que se encuentra siendo acondicionado al momento de la consultoría. El nuevo local dispone de un espacio considerable como para permitir alojar equipo y personal adicional que se consideraran pertinentes al crecimiento del SIT en el corto y mediano plazo.

### **Operatividad**

El SIT ha estado instalado por un periodo de aproximadamente 12 meses. De éstos, el SIT ha operado a diferentes grados de funcionalidad debido al crecimiento por etapas incrementales al que ha estado sometido. Adiciones de componentes tales como equipo y programas han permitido completar gradualmente la configuración actual. Solamente en los últimos 9 meses el SIT ha operado continuamente con su configuración y funcionalidad actual. Dentro de éste periodo, como es casi inevitable en la implementación de tecnología digital en medios donde ésta no es muy común, las actividades del SIT inicialmente se concentraron en la identificación, selección, compra e instalación de equipo; la identificación, adquisición e instalación de programas (software), para lograr cierta funcionalidad, y la atención a pedidos específicos particulares de datos, información, capacitación corta y asistencia técnica no solo en el CENTA pero también, excepcionalmente a otras agencias, cuando por motivos de intercambio de información, esto se juzgara pertinente.

En la implementación de Sistemas de Información Geográfica en un proyecto o institución, es común que en sus etapas iniciales se invierta hasta 80% del esfuerzo total de un proyecto tan solo en el desarrollo de las bases de datos digitales. Esto requiere esencialmente la conversión de información o datos registrados en forma analógica (papel) a información digital en el computador. Gran parte de las actividades del SIT, por tanto, han sido dedicadas, durante éste periodo inicial, al desarrollo de las bases de datos tanto espacial como de información de los atributos de tales objetos espaciales. Debe contabilizarse en éste esfuerzo, los tiempos invertidos en pasar por encima de barreras burocráticas y administrativas para conseguir la información así como problemas de medio físico y formatos de conversión y depuración de los datos.

Otro aspecto de carácter operativo de importancia para el proyecto es el defasamiento de tiempos para la operatividad productiva del SIT con respecto a los otros componentes del proyecto. Mientras que al inicio, la capacidad real efectiva del SIT para atender demandas de información se alcanza solamente una vez que se encuentren digitalizadas y completamente desarrolladas las bases de datos, otros componentes del proyecto, ya en fase de operación efectiva, pueden demandar información del SIT la cual aún se encuentra en la fase de captura y/o procesamiento.

### **Avances Logrados por el SIT**

El SIT instalado en el proyecto ha conseguido avances importantes a la fecha. Un resumen de las actividades realizadas y de los avances logrados a esta fecha, se lista a continuación:

**Actividades:**

- Compra de equipo y *software* para el Sistema de Información de Tierras (SIT)
- Visitas a entidades e instituciones nacionales que trabajan en la recopilación, análisis y manejo de datos geográficos: DGRNR, ProCafé, CIG, Servitece SA de CV, IGN, SEMA, PRISMA, DIGESTYC, CEL, PRODERE, ProChalate, IICA, UCA, PROMESA/Green Project, TOPCOM SA de CV, CMS, BM, PRODAP, FIS, Banco De Tierras, CNR, entre otros
- Instalación del Sistema de Información Geográfica ILWIS en el CENTA
- Inventario de datos temáticos y geográficos disponibles en el país, a partir de las visitas realizadas
- Definición de requerimientos específicos de datos para la zonificación agroecológica
- Formación de una Asociación de Usuarios de SIG en el país
- Sistematización de datos climatológicos diarios y análisis de los regímenes de precipitación, temperatura, humedad relativa, etc; utilizando el paquete APT-4

**Desarrollo de las Bases de Datos:**

- Desarrollo de la base de datos relacional con información geográfica y temática
- Instalación de la base de datos socioeconómicos (Censo Nacional de Población y Vivienda, 1992)
- Recopilación, sistematización y digitalización en el Sistema de Información de Tierras (SIT) de la siguiente información geográfica o espacial y temática del país, en formato digital:

## \* Bases de Datos Geografica o Espacial:

## \* Mapas: + capacidad de uso de la tierra (zona del Proyecto)

- + suelos (50% del país)
- + fisiografía (derivado de suelos)
- + altitud (zona del Proyecto)
- + uso actual de la tierra/1994 (cobertura nacional)
- + pendientes promedio (45% del país)
- + cobertura del servicio de extensión del CENTA (zona del Proyecto)
- + administrativo/político: departamentos, municipios, cantones (nacional)
- + infraestructura - red vial (cobertura nacional)
- + UTI's: unidades territoriales de intervención (30% del área del Proyecto)

Para cada uno de estos mapas se tiene por lo menos una tabla de atributos de los objetos representados espacialmente.

## \* Sensores remotos:

- + Imágenes Landsat TM / 1994 (cobertura nacional)
- + Fotografías aéreas 1992 (zona del Proyecto)

## \* Bases de datos de atributos exclusivamente:

- + análisis físico-químico de suelos
- + análisis foliar

Una descripción de las estructuras de las bases de datos, en términos de registros y campos, se incluye en el apéndice correspondiente al final del presente documento.

Además de las bases de datos digitales, los técnicos del SIT han documentado ideas, enfoques metodológicos y los progresos logrados. Esta información se encuentra contenida en los siguientes reportes:

**Informes Producidos:**

- “Hacia un Sistema de Información de Tierras: Objetivos. Conceptos y Productos esperados”, 1995, 26 pp.
- “Zonificación Agroecológica: El Primer Paso”, 1996, 30 pp.
- “El Sistema de Información Local (SIL) para el uso de datos ecobiofísicos, socioeconómicos y culturales”, 1996, 20 pp.
- “El Sistema de Información de Tierras (SIT) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) en el Proyecto Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera”, 1996, 12 pp.
- “El Sistema de Información del Proyecto para fines de monitoreo y evaluación”, 1996, 15 pp.

Cabe mencionar que los informes enlistados con anterioridad reportan ya algunas perspectivas metodológicas y operacionales del SIT a varios niveles de generalización y escalas, sugeridas por los técnicos del SIT. Los esquemas metodológicos contenidos en el reporte de ésta consultoría están construidas tomando como base algunos elementos de tales perspectivas.

**Relación del SIT con los demás componentes del Proyecto**

La unidad de SIT está, en teoría, íntimamente integrada dentro del Proyecto, sus funciones siendo de archivo (almacen de datos temáticos y espaciales), procesamiento (conversión de datos de diferentes escalas y/o de diferentes fuentes etc), seguimiento y monitoreo (de las actividades del Proyecto y sus impactos), análisis y estudio. En términos de apoyo a las actividades del Proyecto, la unidad ha trabajado en:

- La recopilación y análisis de la información necesaria para la selección de las UTI's (Unidades Territoriales de Intervención) junto con los profesionales de socioeconomía, manejo de tierras, ATP, etc; del proyecto.
- Desarrollo de bases de datos, formatos y formularios para las muestras de suelo/muestras foliares, datos socioeconómicos, datos de producción agrícola, etc.
- Iniciar y apoyar en el desarrollo de la consultoría de recopilar experiencias a nivel nacional en el tema de pesticidas naturales
- Desarrollo de un Sistema de Información del Proyecto para fines de seguimiento y monitoreo (en preparación).
- Creación de una base de datos bibliográfica digital (actualmente con unas 500 publicaciones).

Sin embargo, han existido desde el inicio del Proyecto problemas en realizar y concretizar ésta integración por varios razones que se exponen a continuación:

- La falta de un estudio preliminar de las necesidades de información de los usuarios potenciales del SIT, incluyendo los otros componentes del proyecto. Tal estudio es recomendable previamente a la implementación de cualquier sistema de información. Desgraciadamente, en la mayoría de las circunstancias reales de un proyecto, tal tipo de estudio llega a ser muy difícil de planear y ejecutar.
- La falta de claridad en las demandas de información que se le pueden hacer al SIT. Este problema es derivado del anterior, arriba mencionado.
- El proceso iterativo de incorporación de nuevo conocimiento y re-ajuste de objetivos y metas de acuerdo a los nuevos elementos incorporados. Tal proceso es natural en un proyecto y es un mecanismo adaptivo.

**Relación del SIT con CENTA**

El SIT ha colaborado con el CENTA mediante la realización de actividades, algunas de las cuales no necesariamente están ligadas directamente a los objetivos directos del proyecto. Tales actividades son las siguientes:

- Inventario y mapeo de las rutas de visita de los extensionistas en el área del Proyecto, junto con los contrapartes de CENTA (escala 1: 50,000).
- En conjunto con los laboratorios de suelo y química agrícola: desarrollo de bases de datos para las muestras de suelo y foliares, así como capacitación en el uso del paquete de software asociado.
- Desarrollo de bases de datos de productores de enlace, productores vecinales y extensionistas, compatible con el sistema SIGA (en formación).

-Participación en el Comité Evaluador para la consultoría sobre el Sistema de Información Gerencial de CENTA y la estrategia de informática del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

-Capacitación activa y continua de tres profesionales de CENTA en el tema de GIS y manejo de bases de datos (en progreso).

- Contactos puntuales, a nivel semi-personal en el tema de SIG, procesamiento digital de información y temas afines.

- Elaboración de una propuesta a largo plazo, para la integración en CENTA de la unidad SIT. Aún no hay respuesta institucional para la integración dentro de la organización.

#### **Relación SIT con otras agencias e institutos**

La relación del SIT con otras agencias e instituciones fuera del CENTA ha sido muy buena desde su inserción. Al iniciar las actividades en marzo de 1995 el Proyecto no tenía la capacidad instalada para desarrollar sus bases de datos temáticos y espaciales, únicamente recursos humanos y conocimiento teórico. Estas circunstancias provocaron el establecimiento de contactos con otros organismos desde el inicio del proyecto, en un afán de evitar duplicar esfuerzos, crear sinergia y evitar duplicación de esfuerzos y pérdida de tiempo y dinero. La red de contactos, con esfuerzo del Proyecto, otros organismos, instituciones y empresas privadas, etc. ha resultado en la creación de una Asociación Salvadoreña de Usuarios de Sistemas de Información Geográfica (ASUSIG) que está formada por usuarios de sensores remotos, tecnología de GPS, GIS, etc. con los fines principales antes mencionados.

Hasta la fecha la ASUSIG ha producido importantes intercambios de datos digitales, procedimientos, y otros tipos de información que han contribuido mayormente a reforzar el esfuerzo de desarrollo de las bases de datos espaciales. Las economías logradas en las instituciones por concepto del intercambio de ideas y experiencias y, la reducción de costos es notable. Se espera que esta asociación tenga mayor desarrollo en la medida que más usuarios se incorporen, las tecnologías sean más accesibles para el público en general y, en la medida en que se promueva un mejor intercambio.

Existe la red de centros de información (actualmente en fase de formalizarse como Asociación Salvadoreña de Usuarios de Sistemas de Información Geográfica, con secrete. En el Proyecto).

#### **Diagnostico de la Problemática Actual del SIT**

En su situación actual, el Sistema de Información de Tierras se encuentra en una etapa de transición y evolución hacia capacidades mayores de apoyo a los objetivos del proyecto (a corto y mediano plazo) y hacia su integración en el CENTA (a largo plazo). La problemática central que el SIT enfrenta se origina primordialmente en la falta de correspondencia entre

- Las capacidades instaladas (personal, equipo y en menor medida software) y las demandas de información presentes y futuras tanto internas del proyecto, como dentro de CENTA y de fuera de CENTA, así como las expectativas creadas en tales instancias.

- Los objetivos específicos del proyecto, los objetivos generales del CENTA, las demandas de información de ambos y la tasa de crecimiento y madurez del SIT después de su instalación e implementación inicial.

- El periodo de madurez productiva de un sistema de información digital y el periodo de demanda máxima del SIT de información detallada y específica. Tales periodos usualmente presentan un defasamiento en tiempos debido esencialmente al proceso laborioso de conversión de información analógica (mapas en papel) a información digital dentro del proceso de desarrollo de la base de datos.

- Los objetivos del proyecto y una serie de objetivos claros y concisos para el SIT, incluyendo una estrategia general de procesamiento de datos y generación de productos de información que respondan a demandas claras y bien articuladas.

- El papel del SIT en el proyecto y la visión del CENTA en relación al papel del SIT después de su inmersión en el sistema gerencial del CENTA.

- Los procedimientos actuales de desarrollo de las bases de datos y de análisis de la información y un marco metodológico de trabajo que sirva como guía metodológica para el desarrollo de las bases de datos, el procesamiento de la información y la generación de productos y respuesta a las demandas de información específicas.

- La definición de la política institucional sobre lo que pretende hacer CENTA con el Sistema de Información de Tierras /GIS, y la posición actual de ausencia de una estrategia a mediano y largo plazo para el SIT. La ausencia de una política institucional clara en relación a manejo de la información, y a sistemas de información puede retardar el desarrollo y madurez del SIT debido a factores restrictivos de recursos humanos y capacidades de computo (equipo y sitio).

### Objetivos Específicos del Sistema de Información de Tierras

Los objetivos del Sistema de Información de Tierras (SIT) fueron definidos después de un proceso iterativo de análisis y discusión hasta que se llegó a la articulación de metas específicas correspondientes a las necesidades observadas y los resultados esperados.

En términos generales, el SIT pretende apoyar el Proyecto en el logro de sus tres objetivos inmediatos (ver arriba), desarrollando sistemas de producción agrícola sostenible en zonas de ladera. Por lo tanto los objetivos específicos del SIT son: elaborar estudios de zonificación agroecológica y socioeconómica, generar y evaluar escenarios de desarrollo agrícola sostenible para los usos actuales y usos potenciales de la tierra, definir dominios de recomendación, apoyar la planificación participativa del uso de la tierra, y apoyar el monitoreo y evaluación de las actividades de intervención del Proyecto.

Central en la formulación de los objetivos específicos del sistema están las necesidades de información de los usuarios. *Usuarios principales* del SIT son todo el personal del Proyecto, los planificadores, investigadores y extensionistas de CENTA, y representantes de productores (dentro del proceso de la planificación participativa). Como *usuarios secundarios* se definen a todas las demás personas y entidades que hacen uso de la información del sistema o contribuyen al mismo.

Las necesidades de información requieren el SIT de tener capacidad de funcionar a diferentes niveles de generalización (escala y detalle): tanto nacional (escala 1:300,000) como departamental (1:100,000) y, en estudios de caso, a nivel local (escalas 1:10,000 y mayor). Además, estas necesidades no se presentarán de manera secuencial, sino simultáneamente e interactivamente. Así el SIT debe poder combinar dos modos de trabajo: 'de arriba hacia abajo' y de 'abajo hacia arriba', como son por ejemplo la zonificación agroecológica y la planificación participativa respectivamente.

En términos concretos los productos de información a ser generados por el SIT serán mapas y bases de datos georeferenciados que corresponden a las necesidades observadas anteriormente. Se tratará por ejemplo de bases de datos y mapas de *zonas y celdas agroecológicas, sistemas de producción, sistemas de cultivo, dominios de recomendación, modelos digitales de terreno, presencia de CENTA, fertilidad del suelo superficial, uso actual*, etc. El área cubierta por estas capas de información será el área del Proyecto (los departamentos Cabañas, Morazán y norte Usulután), o parte de esto, con la excepción de algunos estudios de carácter nacional (uso de la tierra, zonificación agroecológica). El máximo nivel de detalle o resolución de la información será una manzana (0.7 ha), que es la unidad de superficie utilizado en el campo, con la excepción de estudios de caso especiales.

Algunos otros alcances esperados del sistema son la estandarización de almacenamiento, interpretación, procesamiento y validación de datos biofísicos y socioeconómicos (ejemplo: la elaboración de base de datos para los laboratorios de suelo y química agrícola del CENTA), rutinas definidas para la definición de zonas agroecológicas y dominios de recomendación, capacitación de personal de CENTA en el uso y manejo del SIT, organización a nivel nacional de todos los técnicos trabajando en el área de sistemas de información geográfico y bases de datos, integración del SIT del Proyecto en el Sistema de Información Gerencial de CENTA, y la capacitación de los usuarios principales en el almacenar y actualizar del SIT.

### Marco Metodológico para las Actividades y los Objetivos del SIT

Para cumplir con sus objetivos específicos, el SIT requiere de procedimientos de análisis los cuales tienen su fundamento en un marco teórico y conceptual que permite entender su racionalidad. Tales procedimientos brindan la capacidad de ofrecer información con diferentes niveles de generalización y a diferentes escalas de trabajo de acuerdo con los objetivos del proyecto.

#### **Marco Teórico-Conceptual**

En esta sección se intenta establecer el marco teórico-conceptual que da forma a la estructura y al funcionamiento (procedimientos) del SIT.

#### **Los factores de la producción y el uso de los recursos naturales.**

Las actividades de uso de los recursos y la consiguiente productividad y producción de tales actividades, obedecen a la conjugación de una multitud de factores de diferentes ambientes:

- Bio-físico
- Económico
- Social/Antropológico
- Político/administrativo/institucional
- Demográfico

Se puede entender que tales ambientes de la producción están constituidos, por lo menos conceptualmente, por una serie de factores decisivos, a los cuales se les puede categorizar en términos de:

- Modificables
- Inmodificables

La producción agropecuaria y forestal derivada de las actividades de uso de los recursos de tierra se puede representar como una función de producción compleja en la cual se incluyen tanto los factores modificables como inmodificables de los diferentes ambientes que afectan la producción. Tal función se puede expresar algebraicamente como:

$$Y = f \{ \{ (C_1, C_2, \dots, C_n); (S_1, S_2, \dots, S_n); (R_1, R_2, \dots, R_n); \dots; (BF_1, \dots, BF_n) \}_{BF}, \{ (C_1, C_2, \dots, C_m); (MO_1, MO_2, \dots, MO_m); \dots; (Ec_1, \dots, Ec_m) \}_{Ec}, \dots; \{ (DM_1, \dots, DM_n) \}_{DM} \}$$

Donde  $C_i$  son las  $n$  variables climáticas que determinan la producción,  $S$  son las  $n$  variables de suelo,  $R$  son las  $n$  variables de relieve, etc., hasta la  $n$ -ésima variable del ambiente biofísico  $BF$ . Así también,  $C$  son las  $m$  variables que definen los componentes del capital,  $MO$  son las  $m$  variables que definen el trabajo o mano de obra, y así hasta la  $m$ -ésima variable de tipo económico  $Ec$ . Todas las variables de los diferentes ambientes son así consideradas hasta el último ambiente en este caso, las variables demográficas  $DM$ .

Los efectos positivos en los que el hombre puede incidir en la producción es a través de intervenir y manipular las variables modificables (económicamente) de la producción.

#### **Variabilidad Espacial y Temporal**

Los factores de la producción en la función descrita con anterioridad para los diferentes ambientes presentan variaciones en el espacio y en el tiempo con diferentes magnitudes e intensidades y a diferentes escalas. Tales variaciones, puestas juntas, tal como ocurre en la realidad, resultan en variaciones bastante complejas dentro del fenómeno de producción. Sin embargo, con fines prácticos, tales variaciones deben ser entendidas y sus efectos sobre la producción, en la medida de lo posible, cuantificados y descritos.

Como la variación de los factores de la producción ocurre a diferentes escalas espacio-temporales, para entenderlas, estas deben ser separadas tanto en tema como en escala, haciéndose necesario el planteamiento de una jerarquía de unidades que permita entender tales variaciones en términos de esas unidades aplicables a las diferentes escalas de trabajo. Una jerarquía de unidades ambientales

permitira la partición de la variación del ambiente de producción a diferentes escalas y temas, de tal manera que permita no solo entender la naturaleza de la variación de un tema en particular, pero la organización de la información de los diferentes factores colectada de la realidad.

### **Enfoque Integrativo.**

El enfoque seguido en la identificación y diseño de la jerarquía de unidades necesaria para entender variaciones espacio-temporales es un enfoque integrativo. Es decir, la jerarquía debe proporcionar unidades a los niveles mas altos de detalle (resolución) tales que permitan la integración de los diferentes factores considerados. Así, de la integración de los factores bio-físicos, económicos, sociales y antropológicos, administrativos y políticos, y demográficos se podrá tener disponible toda la información pertinente, de la multitud de factores que afectan la producción. En la estructura del SIT se ha designado a la Celda Agro-Ecológica (CAE) como la unidad integrativa de la información. La jerarquía de unidades seleccionada como parte de la estructura del SIT se presenta en los siguientes párrafos.

### **Jerarquía de unidades del ambiente físico, de uso de la tierra y demográfica/administrativa.**

La información de los diferentes ambientes y sus variables que inciden en la producción pueden ser categorizada, por conveniencia práctica del SIT, en tres grandes grupos o jerarquías:

- Jerarquía de unidades del ambiente Bio-físico
- Jerarquía de unidades de uso de la tierra y de sistemas de producción
- Jerarquía de unidades Administrativas y Demográficas.

Cada grupo de datos presenta variaciones espacio-temporales a múltiples escalas que, para ser entendidas, requieren de sus respectivas jerarquías de unidades. En tales jerarquías las unidades se organizan en orden ascendente de escala, de mayor a menor nivel de generalización, es decir, de menor a mayor nivel de resolución, y de menor a mayor nivel de detalle y escala.

En la definición de las jerarquías están considerados, principalmente, aspectos de importancia para el SIT tales como:

- Los objetivos y los productos de información que se esperan del SIT.
  - La cantidad y naturaleza de los datos tanto espaciales (mapas, imágenes, etc.) como de atributos existente en el país, y la información que se pretende obtener para desarrollar y alimentar la base de datos del SIT.
  - La utilidad de los datos existentes para la generación de productos que permitan alcanzar los objetivos del SIT.
- Así, en la definición de las jerarquías de unidades se intenta definir unidades que:

- Tengan valor práctico en términos de los objetivos del SIT.
- Sean accesibles y relativamente fáciles de definir con los datos espaciales y de atributos existentes.

Los tipos de unidades en las jerarquías mencionadas anteriormente tienen consecuencias prácticas definitivas que determinan la estructura de las bases de datos en el SIT. Tales jerarquías de unidades se describen en las siguientes secciones con mayor detalle.

### **Zonificación del Medio Bio-Físico: Jerarquía de unidades de tierras a múltiples escalas.**

Las expresiones espacio-temporales del medio bio-físico son el resultado de la conjugación de las variaciones de sus componentes individuales:

- Roca y substrato geológico
- Geoformas
- Hidrología
- Suelos
- Clima
- Cobertura vegetal

Por conveniencia práctica, dada la falta de información a un nivel de detalle adecuado de algunos recursos naturales del medio bio-físico (p.ej. suelos), y ante la imposibilidad de ejecutar los inventarios de tales recursos, se usa un enfoque integrativo para definir unidades de paisaje que permitan integrar las variaciones de roca y substrato geológico, geoformas e hidrología principalmente en

terminos de unidades de paisaje. Tales unidades fisiográficas se ubican a los niveles mas altos de generalización, y se describen a continuación.

### **Unidades Integrales del Paisaje: Sistemas y Facetas de Tierras**

Las unidades de paisaje que se emplean al nivel mas alto de generalización en la jerarquia, surgen de un enfoque de unidades integrales como mecanismo de inventario de recursos de tierra y como casilleros importantes para la organización y archivo de la información. Las unidades integrales de paisaje forman una jerarquia propia que se conoce como el "levantamiento fisiografico". De tales unidades se utilizan solamente los niveles de generalización mas altos: El Sistema de Tierras y sus correspondientes Facetas de Tierras.

#### **Sistemas de Tierras**

El Sistema de Tierras se entiende como una estructura del paisaje de segundo orden, usualmente con roca o substrato geologico, geoformas, clima e hidrologia que forman un patron simple y consistente. Un Sistema de Tierras se puede entender como un patron recurrente de formas simple o Facetas de Tierras.

#### **Facetas de Tierras**

Una Faceta de Tierras es una area del paisaje que representa la unidad mas simple del paisaje la cual no puede ser subdividida en formas mas simples. Una Faceta de Tierras se define como una unidad de paisaje, usualmente de forma simple, y con roca o substrato geologico, hidrologia y regimen de humedad, suelo y cobertura que son suficientemente homogeneos internamente, o que si tienen variaciones internas, estas son de caracter simple y consistente. Usualmente una Faceta es una unidad con uniformidad interna tal que puede recibir el mismo manejo ó un manejo uniforme en toda su extensión.

El uso de un enfoque integral de paisaje se justifica tambien, en el caso de El Salvador, por las variaciones topograficas y morfologicas así como del relieve del paisaje tan significativas que existen en todo el país, lo cual hacen a las pendientes del terreno un factor condicionante muy importante o determinante de la producción y de las condiciones de manejo de los terrenos.

#### **Zonificacion Agroclimatica**

El clima es un ambito multifactorial. Las variaciones espacio-temporales de variables climaticas son de suma importancia para determinar la viabilidad de sistemas de produccion familiar en el medio rural que dependen, en buena medida, de la disponibilidad de humedad extraible suficiente en el suelo, y de radiación solar y temperaturas del aire adecuadas para la funcion fotosintetica de las plantas y la acumulacion de biomasa y producto.

De los factores del clima que son de importancia agropecuaria y forestal los esenciales son aquellos que participan en la definicion de:

- Los regimenes de Temperatura y Radiación Solar
- Los regimenes de humedad disponible en el suelo, resultado de un balance hidrico suelo- planta- atmosfera.

Así, el periodo de tiempo (días) dentro del cual se tienen condiciones de temperatura y humedad favorables para el desarrollo vegetal se viene a conocer como Periode de Crecimiento.

#### **Duración del Periodo de Crecimiento (DPC).**

La duración del periodo de crecimiento esta dado por el numero de dias consecutivos dentro de los cuales, para un sitio dado, se presenta una combinación de temperaturas y humedad disponible en el suelo para el desarrollo vegetal.

La definicion de DPC depende de un conjunto de variables climaticas que establecen la temperatura del aire y definen el balance de hidrico y la humedad disponible en el suelo. Tales variables son:

- Temperatura Media Diaria
- Precipitacion pluvial (P)
- Evapotranspiracion Potencial (ETP). El balance de humedad se establece sobre un horizonte de tiempo sobre del cual se analiza la discrepancia:

$$P - ETP$$



y se asume ( cuando no se tienen datos medidos o estimados) una capacidad de retención de humedad del suelo de 100 mm. DPC consiste por tanto en el número de días consecutivos dentro de los cuales la diferencia  $P-ETP$  es positiva, y además, la temperatura mínima promedio supera al zero biológico (6 C). Para una estación meteorológica dada se tienen entonces T, P, ETP y DPC el cual se pueden graficar en un climograma para caracterizar al balance de humedad por cada estación meteorológica.

La variable ETP, a su vez, es una variable difícil de medir y usualmente se estima con mucha exactitud, ya sea por medio de ecuaciones empíricas o de funciones complejas que describen matemáticamente las demandas evapotranspirativas de la atmósfera hacia los suelos y las plantas, en función de parámetros termodinámicos y de viento.

La Zonificación Agroclimática consiste del cálculo de DPC por cada estación ( y de los correspondientes parámetros que originan a la DPC), y la representación de sus variaciones en el espacio geográfico mediante Zonas o áreas dentro de las cuales los valores de DPC se mantienen dentro de un ámbito establecido por conveniencia práctica. La representación espacial de tales variaciones requiere necesariamente de un proceso de síntesis sinóptica de los valores de DPC representados puntualmente en el paisaje por cada estación meteorológica. Tal síntesis se logra mediante el trazo de isoclinas de DPC interpretando el patrón de variación espacial de los datos puntuales ó interpolando los valores para la localización de las isoclinas. De otra manera, mediante la interpolación espacial de los valores puntuales a una malla ó grid donde cada elemento de la malla (pixel) termina con un valor de DPC ó de sus elementos componentes. Existen técnicas contruidas en algoritmos accesibles tales como "Kriging" para el cómputo de las interpolaciones espaciales y la generación de mapas representados por la malla de valores interpolados que permite representar la variaciones espaciales antes mencionadas.

Tanto el método para la representación de las variaciones espaciales así como la escala más conveniente para la representación de la zonificación agroclimática dependerán en buena medida de la densidad de estaciones meteorológicas con datos suficientes y confiables. Sin embargo, puede decirse que las zonas agroclimáticas usualmente contienen variaciones que son representadas a una escala a nivel nacional, y que para su cálculo se requieren registros continuos de las variables determinantes de DPC de por lo menos 10 años.

Las zonas agroclimáticas estarán definidas entonces por pixels ó celdas cubriendo toda la superficie del territorio nacional. En cada celda se tendrá un valor de la DPC y de sus variables componentes. El tamaño de la celda (nivel de resolución) será el equivalente a las dimensiones de una "manzana" (70m x70m aprox.) Tales dimensiones son de utilidad práctica y permiten la definición de las Celdas Agro-ecológicas (CAE), una vez que las celdas agroclimáticas estén "sobrepuestas" o "cruzadas" en el SIG, con expresiones espaciales de las formas del paisaje (Sistema y Faceta de Tierras) y de suelos.

### **Unidades de Suelos**

Las unidades de suelos contienen información fundamental para la actividad agrícola. El estado de las variables del suelo que determina su carácter, determina también su potencialidad para diferentes usos agropecuarios, forestales e ingenieriles. Tales variables se entienden como las "cualidades de la tierra". Idealmente, las unidades de suelo provenientes de inventarios sistemáticos deberían formar una jerarquía de unidades a diferentes escalas. Existiendo a cada escala sus respectivas unidades de clasificación y cartográficas de suelos. Tal jerarquía podría así ser compatibilizada con otras jerarquías de unidades, por ejemplo de uso de la tierra o de unidades administrativas y demográficas. En el caso de El Salvador el levantamiento de suelos existente a nivel nacional no contiene los niveles de detalle necesario, aún a un nivel muy alto de generalización tal como lo es a nivel nacional. La información existente de unidades de suelos es equivalente a la información de un levantamiento de reconocimiento ó de un levantamiento de unidades suelo-paisaje, sin contar con una leyenda adecuada, tampoco existe disponible la "memoria" ó reporte del levantamiento conteniendo los datos de los perfiles de suelos descritos durante éste.

### **Unidades de Clasificación de Suelos.**

Las unidades de clasificación de suelos existentes en El Salvador a nivel nacional corresponden a Grandes Grupos de suelos (sistema de clasificación de FAO) ó a Ordenes de suelos (USDA) ó asociaciones de éstos. Tales unidades representan niveles de generalización bastante alta que corresponden con inventarios a nivel nacional o regional. Los datos de perfiles típicos de tales unidades no se encuentran disponibles. En el mejor de los casos, los datos que se pueden extraer de los perfiles de suelos típicos proporcionarían información generalizada para áreas relativamente grandes comparadas con la densidad de cobertura de las muestras ó perfiles de suelos.

### **Unidades Cartográficas de Suelos**

Las unidades cartográficas de suelos son las representaciones espaciales de las unidades de clasificación. Las unidades cartográficas de suelos en el caso de El Salvador corresponden a unidades compuestas que son asociaciones de Grandes Grupos ó Ordenes de suelos. No es posible, a partir de la leyenda del mapa ó del informe del levantamiento, obtener información acerca de las

proporciones de las unidades de clasificación contenidas en una unidad cartográfica dada. La información de suelos existente tiene, por tanto, un valor muy limitado para efectos tanto de zonificación ecológica como de utilidad para trabajo de recomendaciones de manejo de los suelos.

#### **Zonificación Agro-Ecológica (ZAE): Cruzamiento de información temática.**

Las Zonas Agro-Ecológicas (ZAE) se definen como las áreas que surgen de una combinación única de las condiciones agro-climáticas, topográficas o de relieve y de suelos para una área geográfica determinada. La extensión territorial de una ZAE está determinada por la extensión espacial de la uniformidad de los factores agro-ecológicos que la componen. La combinación única de factores agroecológicos surge de la sobreposición o cruzamiento de la información temática de los factores antes mencionados. Para El Salvador, las ZAE están determinadas por las combinaciones únicas de los siguientes factores:

- Sistema y Faceta de Tierras
- Gran Grupo de Suelos
- Duración del Periodo de Crecimiento

Como ya se mencionó, tales combinaciones únicas surgen necesariamente de la sobreposición temática de los mapas de los factores arriba listados.

#### **Zonas Agroecológicas**

Las zonas agroecológicas son áreas que representan las combinaciones únicas de los factores relevantes para la producción agropecuaria y forestal. Su extensión territorial puede ser definida y mediante la sobreposición de las variables temáticas individuales. También sus linderos pueden ser definidos mediante un enfoque integral a través de la cartografía de unidades de paisaje, de las cuales se tiene evidencia empírica de que dentro de sus límites, la unidad se mantiene relativamente uniforme dentro de límites establecidos por conveniencia práctica. El enfoque integral requiere de un equipo de expertos o de un experto en zonificación con mucha experiencia práctica.

El enfoque más frecuentemente usado en la definición de zonas agroecológicas es el de la combinación de información temática. Tal enfoque es facilitado enormemente con el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La sobreposición o cruzamiento temático de información, en la práctica, tiene lugar en el SIG una vez que los mapas temáticos se encuentran digitalizados.

Para efecto de análisis temático y sobreposición de los mapas, estos, son convertidos de modelo vectorial a modelo raster (grid). En raster, los mapas pueden ser sujetos a múltiples operaciones algebraicas para lograr la definición de combinaciones únicas de todos los factores temáticos involucrados.

#### **Celdas Agro-Ecológicas: unidades básicas de máxima resolución de la información.**

El resultado final de la combinación de factores es un mapa en modelo raster (grid o enrejado) el cual contiene un valor en cada pixel representando las condiciones ecológicas únicas. Tales pixels son las Celdas Agro-Ecológicas (CAE). Las Celdas Agro-Ecológicas son las unidades básicas de zonificación. Una CAE representa la máxima resolución y escala que se puede obtener dados los datos de partida en el análisis. Las CAE son agrupadas en clases con intervalos definidos por conveniencia. Estas clases ocupan un espacio geográfico determinado. Tales espacios definen las Zonas Agro-Ecológicas. Una Zona Agro-Ecológica, por lo tanto, está compuesta por un conjunto de CAE cuyos valores se encuentran dentro de un intervalo establecido por conveniencia práctica.

La Celda Agro-Ecológica representa la unidad básica integrativa de toda la información temática tanto de recursos naturales como de las unidades administrativas y políticas, como la información demográfica y socio-económica.

#### **Cualidades de la tierra**

Las cualidades de la tierra se refieren a las cualidades del recurso contenido dentro de áreas específicas de tierra. Tales áreas están representadas por polígonos en un mapa digital en el SIT, los cuales corresponden a las Zonas Agro-Ecológicas ya delimitadas. Además de representar ZAE, los polígonos pueden ser ya sea unidades de tierras, unidades de manejo o unidades de planificación seleccionadas mediante cualquier criterio, siempre y cuando sean unidades aceptadas para ser evaluadas y las cuales puedan servir como base para la planificación del uso de la tierra.

Las cualidades de la tierra pueden ser las características mismas de la tierra o pueden ser derivadas mediante la combinación de dos ó más características individuales. Algunas cualidades de la tierra (p. ej. humedad disponible en el suelo) sólo son derivadas mediante cálculos relativamente complejos basados en las características individuales de dos ó más factores ó temas ambientales.

Idelamente, las cualidades de la tierra deben corresponder a los requerimientos ambientales y de manejo del Tipo de Utilización de la Tierra (TUT) implementado ó a implementar. Esto aseguraría que existiera una correspondencia 1:1 entre cualidades de la tierra y los requerimientos de uso de la misma. Permitiendo así su comparación o evaluación, y la determinación de la aptitud de la tierra para un uso dado. El número y tipo de cualidades de la tierra con las cual deba caracterizarse una ZAE dependerá entonces, en gran medida, de los TUT para los cuales se quiera evaluar la aptitud de la tierra o las ZAE.

Es importante entonces, la identificación temprana de los Tipos de Utilización de la Tierra acerca de los cuales se harán interpretaciones sobre la aptitud de las ZAE. En las siguientes secciones se abordan los procedimientos para la definición de TUT y su caracterización y definición de requerimientos específicos.

### **Inventario de Uso de la Tierra: Jerarquía de unidades de utilización de la tierra y sistemas de producción.**

Los usos de la tierra ocurren a diferentes escalas espacio-temporales. Las variables que caracterizan cada tipo de uso son múltiples. La complejidad de los sistemas de uso de la tierra y sus características multi-escalares y multi-variadas demandan su jerarquización en un sistema de uso de la tierra. En la jerarquía, las unidades están organizadas de mayor a menor generalización, ésto es, de menor a mayor nivel de detalle. Las unidades mayores de la tierra, por ejemplo, solo hacen la distinción entre usos mayores de la tierra al nivel más alto de generalización, p.ej. rural vs. urbano, etc.

La subdivisión de las formas de uso de la tierra es de utilidad en El Salvador para poder reducir complejidad en los niveles de aproximación en el entendimiento de los sistemas de uso de los terrenos. Las divisiones jerárquicas intentan hacer el número de variables dentro de cada nivel jerárquico y categoría, más manejable. Esto también permite el entendimiento de los procesos en el uso de la tierra y de la identificación de las variables más relevantes en un sistema de uso dado.

### **Unidades Mayores de Uso de la Tierra**

Las unidades mayores del uso de la tierra distinguen categorías mayores que separan la el uso de la tierra por cuanto a su orientación principal. Así, las siguientes categorías jerárquicas, ordenadas de mayor a menor nivel de generalidad y de menor a mayor nivel de detalle pueden ser de utilidad:

- División de uso de la Tierra
- Clase de uso de la Tierra
- Unidad Familiar o Sistema de Producción Familiar
- Subsistema de Producción Familiar
- Tipo de Utilización de la Tierra

**La División de Uso de la Tierra** se refiere a la distinción más fundamental de uso de los recursos de tierra que depende del nivel de intervención antrópica en el paisaje natural. Las divisiones son:

- Rural
- Urbano
- Industrial.

**La Clase de Uso de la Tierra** se refiere dentro de cada una de las divisiones anteriores, a la orientación sectorial de la actividad de uso de los recursos. Así, dentro de la división de uso rural de la tierra se pueden contemplar las siguientes clases de uso, dependiendo del sector donde se encuentre la principal actividad productiva:

- Forestal
- Agropecuaria
- Extractiva Orgánica
- Extractiva Inorgánica o Mineral
- De transformación o industrial rural

### La Unidad Familiar y sus Sistemas de Producción

Desde un punto de vista práctico, la unidad familiar campesina constituye el núcleo de integración de las actividades productivas en el medio rural. La familia campesina define sus estrategias de supervivencia y desarrollo, en la mayoría de los casos de una manera intuitiva, pero siempre basada en la experiencia colectiva y el conocimiento acumulado y tradicional. La estrategia familiar es usualmente la de minimizar riesgo a través del tiempo antes que maximizar beneficio neto en un año dado. Con el objeto de minimizar riesgo, la unidad familiar adopta diversas estrategias basadas en la diversificación, dentro de un ámbito de actividades que son conocidas y manejables, ó de las cuales se tiene noticia mediante tradición oral o transferencia de tecnología tradicional. Para ser consideradas y adoptables tales tecnologías deben representar ganancias significativas, pero sobre todo, mínimo riesgo.

La familia campesina es la unidad de integración de las diversas actividades productivas en el ámbito rural. La unidad familiar sirve como núcleo estratégico de integración de actividades que permiten su supervivencia y sostenibilidad en el tiempo. La unidad familiar cuenta con una cantidad finita de recursos económicos, energía, tiempo y materiales. Estos recursos son distribuidos en actividades que son percibidas como las menos riesgosas, primero, y después las que rinden mayor beneficio neto. La estrategia familiar está por tanto orientada a:

- minimizar riesgos a largo plazo
- maximizar ingresos en un periodo determinado

### Sistemas de Producción y Sub-sistemas: Estructura y Funcionamiento

Con tales reglas intuitivas fundamentales, la unidad familiar selecciona las actividades productivas (sectores y rubros) que se ajustan mejor a sus recursos limitados. La unidad familiar puede ser considerada como un sistema de producción el cual posee varios componentes. Los componentes del sistema de producción familiar son los sub-sistemas o actividades productivas principales. El núcleo familiar en el sistema de producción determina cuales componentes o sub-sistemas son posibles, los implementa, y establece flujos de intercambio de energía, materiales, trabajo, y dinero entre el núcleo familiar y los sub-sistemas, y entre los sub-sistemas mismos. Así, los sub-sistemas son todos aquellos componentes del sistema de producción familiar que representan actividades productivas, por ejemplo:

- La parcela de cultivos anuales.
- La ganadería de traspatio (aves, cerdos, ovinos, caprinos, etc.)
- La ganadería extensiva (bovinos)
- El huerto familiar.
- Las remesas de dinero del extranjero
- La confección y venta de artesanías
- La venta de mano de obra fuera de la finca
- etc.

Tales actividades componentes del sistema de producción familiar son los sub-sistemas. El número y tipo de sub-sistemas define la estructura del sistema de producción de la unidad familiar. Los flujos de energía, materiales, trabajo y dinero entre el núcleo familiar y los sub-sistemas, y entre los sub-sistemas mismos determinan el funcionamiento del sistema de producción. En buena medida, la estructura y el funcionamiento del sistema de producción determina la capacidad de la unidad familiar para absorber tecnología y para la diversificación.

En el caso de El Salvador es imperativo definir y caracterizar a los diferentes tipos de unidades familiares ó sistemas de producción en función de sus sub-sistemas componentes para una región dada, y así adaptar la generación de tecnología a las diversas capacidades de absorción de la misma por los diferentes tipos de unidades de producción de las familias campesinas.

### Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)

En la jerarquía de unidades de uso de la tierra, después del sistema de producción y los sub-sistemas, el Tipo de Utilización de la Tierra es una unidad más específica de uso. El TUT es una unidad integrativa no sólo de las características del producto o productos que se obtienen con un uso determinado, pero también de las características del manejo de los recursos, la infraestructura, y las condiciones económicas, sociales y técnicas necesarias para obtener tal producto o productos.

El Tipo de Utilización de la Tierra es la unidad fundamental de uso de los recursos. El TUT está constituido por un conjunto de sub-sistemas del sistema de producción, ó por todo el sistema de producción entero. Por lo tanto, un TUT consiste de un sistema de producción entero o de un conjunto de sub-sistemas que son parte de un sistema de producción. El TUT es la unidad fundamental en

el uso de los recursos, y está descrito en términos del producto o productos, la tecnología empleada, las variables de manejo y las condiciones económicas, sociales, e infraestructurales que participan en el fenómeno de producción.

### **Caracterización de los TUT**

Los términos de la descripción del TUT son de suma importancia para su caracterización. A su vez, las características del TUT definen sus requerimientos. La aptitud de una área de tierra dada para un TUT determinado depende en buena medida en la porción de tierra pueda ajustarse y satisfacer los requerimientos del TUT. De ahí se desprende la importancia de definir con consistencia y exactitud las variables que serán usadas para caracterizar al TUT. En el apéndice de este reporte se encuentra un cuadro conteniendo las variables clave que se usan para la identificación descripción y caracterización de un TUT.

El Tipo de Utilización de la Tierra es la unidad de uso que debe ser considerada como unidad fundamental para la introducción de programas de diversificación de uso de la tierra. Así, los TUT a evaluar serían esencialmente de dos tipos: TUT actuales (ya existentes en el área de estudio con varios niveles de intensidad y cobertura), y TUT potenciales (considerados como promisorios después de un análisis preliminar de las condiciones de los ambientes y de los posibles TUT).

### **Requerimientos de los TUT**

Los Tipos de Utilización de la Tierra, para su implementación exitosa, presentan una serie de requerimientos ambientales, de manejo e infraestructurales. La identificación de las variables relevantes de cada grupo de requerimientos, sus unidades de medición y sus valores óptimos son esenciales para la evaluación del potencial de implementación de los TUT en una área determinada.

En una situación ideal, las necesidades de tal información debería quedar claramente establecida con anterioridad a la realización de los inventarios de recursos, los cuales deberán incluir la obtención de datos de campo relevante a los requerimientos de los TUT. En la práctica, los inventarios son realizados con múltiples propósitos. Los valores de los parámetros de los requerimientos de TUTs son derivados de los datos existentes, resultantes de los inventarios de recursos.

Es posible, en términos generales, categorizar a los requerimientos de los TUT en grupos temáticos los cuales están constituidos por variables específicas. Así, los requerimientos de los TUT pueden ser de las siguientes categorías:

- Climáticos
- Topográficos y de paisaje
- Fertilidad del Suelo
- Condiciones Físicas del Suelo
- Humedad y Anegamiento
- Salinidad y Toxicidad
- Infraestructurales
- Manejo

Las variables componentes de cada grupo de requerimientos son finalmente seleccionadas dependiendo de la cantidad y tipo de datos disponibles. Usualmente se alcanza un equilibrio entre las variables esenciales y necesarias en cada grupo de requerimientos y las que se pueden incluir debido a la existencia de datos. No tiene ningún sentido práctico el definir variables de requerimientos inasequibles para las cuales no se han colectado datos a partir de los inventarios de los recursos de tierras.

### **ESTRATEGIAS PARA LA DIVERSIFICACION DE LA PRODUCCION**

La diversificación de la producción en el medio rural en El Salvador debe seguir una estrategia racional. Los patrones de uso de la tierra deben incluir tipos de utilización que, a la vez que sean nuevos, tengan:

- Idoneidad Ecológica
- Idoneidad Económica
- Aceptabilidad Social y Cultural

La idoneidad ecológica y económica debe evaluarse por cada TUT nuevo que se pretende introducir como diversificación al patrón actual de uso de la tierra. Tal determinación requiere de un ejercicio de evaluación de tierras. Los TUT "nuevos" a proponer deberán surgir de un estudio serio de mercado local, nacional e internacional para garantizar, sobre todo, la sostenibilidad económica de patrones de diversificación que se recomienden.

### **- Estudio de Ventajas Comparativas**

Ante el proceso generalizado de la globalización de economías nacionales y la formación de bloques comerciales internacionales, es de suma importancia el ejecutar un análisis detallado de las oportunidades de mercado tanto a nivel nacional como global, y establecer las ventajas comparativas que EL Salvador pudiera tener ante esos mercados, en términos de productos del sector agropecuario y forestal que pudieran capturar en tiempo y espacio tales mercados nacionales e internacionales.

El estudio de ventajas comparativas sería derivado de un estudio estratégico macro-económico, y proveería de indicadores importantes a los especialistas en el SIT acerca de los productos que pudieran ser introducidos en los patrones corrientes de uso de las tierras, y acerca de las características del sistema de producción requerido (por cuanto a insumos, infraestructura y manejo) que se requeriría para la producción de tales productos. En otras palabras, definiría las características del TUT dentro de las cuales es posible producir el producto que tiene ventajas comparativas.

No es claro para esta consultoría cual sería la agencia ideal para la ejecución de tal estudio estratégico. En todo caso, CENTA deberá trabajar en colaboración estrecha con tal agencia designada para tal estudio, para así derivar información de las ventajas comparativas de los TUT de diversificación que son promisorios ante el mercado nacional e internacional. Una vez obtenida una lista específica de TUT de diversificación que son promisorios, es necesario conocer al detalle las características de las unidades de producción familiar que serían las receptoras e implementadoras de las innovaciones en el patrón de uso de la tierra. Tal caracterización permitiría determinar o evaluar la capacidad de adopción de tecnología e innovaciones tecnológicas y de uso de la tierra de las unidades de producción familiar.

### **- Caracterización y tipificación de las unidades familiares y sus sistemas de producción**

En las unidades de producción familiar descansa la decisión sobre los patrones de uso de la tierra a implementar año con año, y la estrategia, explícita o implícita, de sostenibilidad de la unidad como tal. La estructura y el funcionamiento de la unidad de producción depende totalmente de tales decisiones. A su vez, la estructura del sistema de producción familiar ya existente, en términos del número y tipo de sub-sistemas componentes, determina en gran medida la capacidad de diversificación y adopción de nuevas actividades y tecnología por parte de la unidad familiar de producción o sistema de producción.

Es claro que para introducir diversificación en el patrón de uso de la tierra es necesario caracterizar y tipificar a las unidades de producción que recibirán tales recomendaciones de diversificación, y así determinar cuales de ellas tienen la mejor capacidad de adopción de tales innovaciones.

Las diferencias fundamentales entre las unidades o sistemas de producción familiar se establecen, esencialmente, en términos de capital y tierra disponible. Estas dos variables se reflejan en las diferencias en orientación de la producción al mercado, cantidad y tipo de equipo, intensidad de uso de insumos, intensidad de trabajo, etc. Estas variables son excelentes discriminantes de otras variables importantes del sistema de producción, y pueden ser usadas para la categorización y tipificación de los sistemas de producción.

Las unidades de producción pueden ser representadas en un gráfico a lo largo de un gradiente de capitalización. El nivel de capitalización estaría representado por ambos ejes del gráfico. En el eje de abscisas los niveles de capital o inversión. En el eje de ordenadas el tamaño de la propiedad o finca o parcela. Tal gráfico representaría un diagrama de dispersión de las diferentes unidades de producción consideradas. Desde las más capitalizadas de orientación comercial casi eminentemente, hasta las unidades que están casi desintegrándose como tales por falta de capital e insumos. A lo largo de tal gradiente se pueden categorizar a las unidades de producción, analizar su estructura y determinar su capacidad para absorber tecnología y su mejor estrategia de diversificación.

### **Estrategias de generación de tecnología para los diferentes tipos de unidades familiares y/o sistemas de producción**

Una vez categorizadas a las unidades de producción en términos de capitalización y capacidad para absorber tecnología. La estrategia de diversificación consiste en la identificación de Tipos de Utilización de la Tierra promisorios ecológicamente y que se ajusten a las características de intensidad de capital e infraestructura y tecnología de las unidades de producción identificadas. Los TUTs potenciales para la diversificación deberán surgir del estudio de ventajas comparativas a nivel nacional e internacional, el cual se mencionó ya con anterioridad. Así, al final se tendrá una lista de TUTs potenciales para cada categoría de unidad de producción y condición ecológica. Tal vez el aspecto más importante en el diseño de estrategias de diversificación, además del aspecto económico, es la aceptabilidad social. TUTs que involucren cultivos o usos de la tierra muy ajenos al contexto social deberán ser introducidos con cautela, y tal vez sea más pertinente introducirlos de manera experimental con algún grupo pequeño de productores colaboradores mediante los agentes de extensión.

## **Evaluación de la Potencialidad de la Tierra para su Uso**

### **Evaluación de la idoneidad de TUT y de sistemas de producción seleccionados**

La idoneidad o aptitud de los Tipos de Utilización de la Tierra actuales y potenciales (diversificación) identificadas es evaluada mediante la confrontación de los requerimientos de los TUTs seleccionados con las cualidades de las unidades agroecológicas (zonas o celdas). La evaluación tiene como resultado la clasificación de idoneidad o aptitud de las unidades ecológicas con respecto a un TUT específico o un grupo de TUTs.

### **Procedimientos de Evaluación: modelos automatizados y procesamiento de datos.**

La gran cantidad de variables involucradas en la evaluación de la aptitud tanto en términos de requerimientos de los TUT así como de las cualidades de las unidades ecológicas es desafiante de cualquier procesamiento manual de la información, demandando su procesamiento automatizado. El procesamiento automatizado de información para la confronta de variables requiere de programas especializados los cuales puedan ser alimentados de datos directamente de las bases de datos resultantes de la definición de las unidades ecológicas. El programa que lleva el acronimo de ALES (Automated Land Evaluation System) es un sistema especializado en proporcionar las herramientas y el ambiente de procesamiento de datos necesario para el desarrollo de modelos de evaluación física y económica de las tierras, en su aptitud para diferentes TUTs. Tales modelos están basados en árboles de decisiones que simulan el razonamiento de un experto en evaluación de tierras. Una de las grandes ventajas de tal programa es de permitir el procesamiento de una cantidad enorme de datos, una vez que los modelos están contruidos. Los modelos pueden ser alimentados directamente de las bases de datos del ambiente físico y económico. ALES es compatible con formatos genéricos de bases de datos (tales como "dbf"), permitiendo así la transferencia casi directa de volúmenes considerables de información de las bases de datos al programa. Las evaluaciones de la aptitud de un gran número de unidades ecológicas puede llevarse a cabo en períodos de minutos, una vez contruidas las bases de datos y los modelos en ALES. El programa permite la evaluación de la aptitud en dos grandes módulos: evaluación física y evaluación económica.

### **Evaluación de la Idoneidad Física**

La evaluación física se lleva a cabo mediante la confronta de las características físicas de las unidades ecológicas contra los requerimientos del ambiente físico de cada TUT. Para tal confronta y calificación de la idoneidad o aptitud resultante se pueden construir modelos basados en árboles de decisiones en ALES, lo cual permitiría la evaluación automatizada de un número considerable de unidades ecológicas y de TUTs. Los parámetros físicos que se toman en consideración deberán corresponder con los requerimientos de los TUT. Por lo tanto es conveniente, en términos logísticos, definir, seleccionar y caracterizar los TUT en términos de sus requerimientos y después desarrollar la base de datos que contenga la información específica de los parámetros de los TUTs en forma de características de las unidades ecológicas. En El Salvador, tal situación no es posible debido a que los datos de los inventarios de los recursos de tierras fueron elaborados en décadas pasadas con propósitos generales y basados en datos de análisis de laboratorio muy generales y pobres en términos de cobertura geográfica. Esto resulta en datos faltantes lo que se traduce en términos prácticos en modelos de evaluación en ALES que son tan exactos en términos de los requerimientos físicos de los TUT como los datos en las bases de datos físicos lo permiten.

La premisa central es: **los requerimientos de TUTs deben corresponder a las características de las unidades de tierras en las bases de datos.**

Los principales árboles de decisiones para la evaluación de la aptitud física, que se pueden construir para la situación de EL Salvador corresponden a los siguientes grupos de requerimientos/cualidades:

- Climáticos
- Fertilidad del suelo
- Características Físicas del Suelo
- Humedad y anegamiento
- Pendiente y relieve
- Pedregosidad superficial e interna
- Infraestructura.

En términos de las bases de datos y de los datos faltantes para la evaluación de TUTs, pueden encontrarse tres escenarios típicos:

- a). La situación ideal consiste entonces en definir los usos potenciales de la tierra (TUT) a evaluar, sus requerimientos físicos e infraestructurales y conducir entonces los inventarios de los recursos de tierras, una vez que son conocidas las variables sobre las cuales se debe obtener información mediante levantamientos de campo. Esta situación permite un ejercicio óptimo de evaluación del potencial de los TUT para las unidades de tierra definidas durante los levantamientos.
- b). La situación en el extremo opuesto consiste en “evaluar lo que se pueda evaluar” en términos de la potencialidad de las tierras para los TUT, contando exclusivamente con los datos que ya se tengan, provenientes de recursos o inventarios de la tierra ya relejados, y sin la oportunidad de coleccionar mas datos para complementar los existentes.
- c). La situación intermedia seria la de conducir aún mas inventarios de recursos de tierras para complementar los datos existentes. De esta manera se obtendrian exactamente los datos necesarios para evaluar los TUT potenciales identificados.

En El Salvador, las situación (b) prevalece, siendo posible arriivar a la situación (c).

### **Evaluación de la Idoneidad Económica**

La segunda fase de evaluación de las unidades ecológicas es económica. Una vez evaluada la aptitud física es igualmente importante determinar la viabilidad (aptitud) económica de los TUT. ALES permite el desarrollo de arboles de decisiones con variables económicas, tales variables consisten, esencialmente, en variables relacionadas con balances de flujos de dinero que permiten establecer las relaciones beneficio/costo de los diferentes TUTs y finalmente llevar a cabo un análisis marginal de retornos a capital por subsistema y por toda la unidad familiar o sistema de producción. Los márgenes de utilidades reflejados por cada TUT pueden entonces entrar en un balance general de flujos de capital entre los sub-sistemas dentro de la unidad o sistema de producción familiar, para así establecer las tasas de capitalización que se puedan esperar de un determinado sistema de producción que incluya una mezcla de TUTs actuales como de diversificación.

Los datos esenciales para la evaluación económica son proporcionados por estudios socio-económicos que se deban realizar o estan en proceso de realizarse dentro del proyecto en la componente socio-económica. Tales datos tambien pueden ser obtenidos mediante el ejercicio de definición y caracterización de los TUTs.

El resultado de la evaluación económica genera escenarios en los cuales es posible identificar la aptitud actual y potencial de las unidades ecológicas identificadas para los TUT propuestos. Tales escenarios pueden servir para la planificación regional y la toma de decisiones.

### **Aplicación Práctica de la Metodología Sugerida para el SIT**

La aplicación de los procedimientos metodológicos de manejo y análisis de la información arriba sugeridos para el SIT, requiere de cantidades grandes de información detallada y de buena calidad, de los diversos temas involucrados. Una aproximación realista a tal situación puede ser generada sólo con la culminación del desarrollo de las bases de datos digitales de los recursos de tierra, de su uso, de aspectos socio-económicos, político-administrativos y demográficos. El término del desarrollo completo de las bases de datos con calidad media a satisfactoria solo puede contemplarse si existe un esfuerzo institucional (CENTA) serio, basado en una orientación de políticas hacia la maximización de la eficiencia en el uso y manejo de la información de los recursos de tierra y de sus usos, y comprometida con la materialización de estas ideas en resultados prácticos observables y medibles. El paso más inmediato y esencial es la organización y sistematización de la información de los recursos de tierras y de sus usos en bases de datos digitales tanto de carácter geográfico-espacial como de atributos característicos. Esta fase está ya en marcha y fue iniciada, con diferentes grados de dificultad, desde el inicio del proyecto. Sin embargo, debe ser culminada cuando las bases de datos sean lo más completas posibles de acuerdo a la información existente. Es indudable que en una fase subsecuente se requerirá de trabajos de inventario o levantamientos de campo y de análisis y sistematización de los resultados para llenar los vacíos de información que sean identificados en esta primera fase de desarrollo de las bases de datos.

Debe tenerse en mente que la fase de desarrollo de las bases de datos es la fase más delicada y laboriosa de la vida de un proyecto. En algunas circunstancias, tal fase puede consumir hasta 70% del total del esfuerzo disponible en el proyecto.

**Se considera de fundamental importancia que la institución (CENTA) desarrolle políticas de operación interna del SIT que se compromentan al desarrollo total de las bases de datos digitales y a su mantenimiento constante, así como a la vigilancia de su integridad. Sin tales normas de calidad en las bases de datos, la existencia del SIT no se justifica.**



Las herramientas metodológicas, los modelos predictivos y la tecnología digital existen como para explotar las enormes capacidades analíticas del SIT y extraer su máximo beneficio potencial. Sin embargo, el punto crucial en el éxito del SIT son las bases de datos y la calidad e integridad de la información que contienen. La figura presenta el diagrama de procedimientos que indica la secuencia de eventos durante la aplicación de la metodología arriba sugerida para cumplir con los objetivos del SIT.

### **Estructura Deseable de las Bases de Datos en el SIT**

Para la operación exitosa de los procedimientos metodológicos arriba mencionados, que permitan que el SIT alcance los objetivos para los que fue creado, se requiere que se desarrollen bases de datos temáticas. Tales bases de datos siguen un **modelo relacional**. Así, podrán establecerse relaciones entre los objetos representados espacialmente y sus atributos descriptos mediante tablas o relaciones. Otras relaciones de interés podrán ser construidas a futuro y las existentes editadas a conveniencia con objetivos específicos de aplicación del SIT.

El sistema de manejo de la base de datos (SMBD) para un modelo relacional como el suguido, puede ser alguno de los paquetes comerciales con aplicaciones amplias (p.ej. dBase IV, FoxPro, etc.). Es esencial asegurar que los formatos de las relaciones que puedan ser construidas con ayuda de paquetes comerciales, sean completamente compatibles con los formatos de las tablas de atributos diseñadas dentro del Sistema de Información Geográfica que es parte del SIT.

Las bases de datos en el SIT son esencialmente temáticas y, por lo general deberán tener dos componentes fundamentales: espacial (en el espacio geográfico), y de atributos. Las bases de datos se pueden entender como pertenecientes a una de las cuatro mayores categorías temáticas. Estas corresponden a las jerarquías de unidades tanto del ambiente físico o ecológicas, como a la jerarquía de unidades de uso de la tierra, y a la jerarquía de unidades político-administrativas. La cuarta categoría corresponde a la jerarquía de unidades operativas del CENTA. Así, las bases de datos en el SIT son de alguna de las siguientes categorías:

- **Bio-físicos.**
- **Uso de la tierra y producción (incluyendo información socio-económica).**
- **Político-administrativos y demográficos.**
- **Estructura y funcionamiento del CENTA.**

Las bases de datos que corresponden a las categorías anteriormente mencionadas pueden listarse, en orden jerárquico decreciente como sigue:

#### **Bases de Datos Bio-Físicos:**

- **Clima**
  - Zonas Agro-Ecológicas
  - Celdas Agro-Ecológicas
  - Datos de Estaciones Meteorológicas
- **Geología/ Geomorfología**
  - Unidades geológicas o series litológicas
  - Unidades geomorfológicas
- **Unidades Fisiográficas o de Paisaje**
  - Sistemas de Tierras
  - Facetas de Tierras
- **Suelos**
  - Unidades de Suelos
  - Datos de perfiles de suelos
  - Datos analíticos de suelos y foliares

**Bases de Datos de Uso de la Tierra y de Producción:**

- Usos mayores de la tierra
- Tipos de Utilización de la Tierra
- Sistemas de Producción
- Subsistemas
- Sistemas de Cultivo
- Requerimientos de los sistemas de cultivo

**Bases de Datos Politico-Administrativos y Demográficos**

- Departamentos
- Municipios
- Cantones
- Caseríos

**Base de Datos de Operación del CENTA**

- Agencia
  - GYTT
  - CDT
  - Extensionistas
  - Sector
  - Ruta
  - Productores
  - Nombres
- UTI (unidades técnicas de intervención)

Cabe notar que cada elemento de la lista de bases de datos anteriores corresponde a una tabla o "relación". Las descripciones detalladas de las estructuras de las bases de datos, en términos de campos y variables que cada tabla o relación contiene se presentan en los apéndices a éste reporte. Así, apéndices 1, 2, 3, y 4 presentan las estructuras de las bases de datos bio-físicos, de uso de la tierra y producción, político-administrativos y demográficos, y de la organización del CENTA respectivamente.

Las bases de datos están construidas en torno a un modelo relacional. Por tanto, poseen campos redundantes o repetidos en varias tablas lo cual permite el indexamiento cruzado y enlace entre tablas temáticas dentro de una misma categoría, o entre tablas de diferentes categorías. Este indexamiento múltiple mediante los campos apuntadores (redundantes) establece la capacidad de realizar combinaciones de datos de temas tan diversos que resultan de un valor informativo insospechable. Los posibles enlaces entre bases de datos están ilustrados a manera de tablas y sus correspondientes campos apuntadores a otras tablas en los diagramas siguientes. Las relaciones entre las bases de datos bio-físicos se presentan en los diagramas 1, 2 y 3 donde es posible observar las relaciones entre zonas agro-ecológicas, celdas agro-ecológicas y datos de estaciones meteorológicas con sistemas y facetas de tierras, series de suelos (diagrama 1), y de éstas últimas unidades de paisaje con la fisiografía general, los grupos de suelos y las series de suelos (diagrama 2). Finalmente se muestra en el diagrama 3 las relaciones de las series de suelos con los datos de perfiles de suelos, las descripciones de los horizontes del suelo en el perfil, y sus relaciones con los datos de la parcela del productor y los de las muestras de suelos superficiales para recomendaciones de fertilización.

**Unidad Mínima de Integración de Datos**

La unidad mínima de integración de la información en las bases de datos es la Celda Agro-Ecológica (CAE), que corresponde a el tamaño de área de una "Manzana" de tierras. Las CAE son derivadas de la interpolación espacial de información agro-climática y su cruzamiento con información fisiográfica-geomorfológica, geológica y de suelos. Las CAE representan combinaciones únicas de los factores del ambiente bio-físico anteriormente mencionados, y corresponden a pixels individuales en un mapa raster de Zonas Agro-Ecológicas.

La integración de los datos del ambiente bio-físico con los datos demográficos, socio-económicos y político-administrativos se lleva a cabo a nivel de celda agro-ecológica (CAE). La sobreposición y cruzamiento de mapas de variables socio-económica y demográficas

sobre el mapa de Zonas Agro-Ecológicas manteniendo el mismo nivel de resolución de las CAE produce las integraciones de los datos y mapas bastante informativos.

#### **Base de Datos de Unidades Fisiográficas: Sistemas de Tierras y Facetas**

En esta base de datos se encuentra la información relacionada con las características de las unidades de paisaje identificadas a dos niveles de generalización:

- Sistemas de Tierras
- Facetas de Tierras.

Estas unidades son parte de la jerarquía de unidades de tierra y por tanto deberán poseer un campo común o redundante que permita al SMBD establecer el enlace entre información contenida en diferentes bases de datos con otros temas y otros niveles de generalización, no solamente del medio físico pero también de unidades político-administrativas y demográficas.

#### **- Base de Datos Espacial**

La base de datos espacial de unidades fisiográficas consiste de los mapas de polígonos de dos tipos de unidades: Sistemas de tierras y Facetas de tierras. Tales mapas pueden ser convertidos a formato de celdas o "raster" para análisis posterior.

#### **- Bases de Datos de Atributos**

La base de datos de atributos corresponde a a dos tipos de tablas de atributos. Una tabla con las variables descriptoras de los sistemas de tierras, y la otra tabla con variables descriptoras de las facetas de tierras. Además de las variables descriptoras de los dos tipos de unidades de paisaje, las tablas poseen campos identificadores que las enlazan una con la otra y permiten el enlace con otras unidades a niveles de generalización en la jerarquía tanto mas altos y mas bajos, por ejemplo, las zonas agro-ecológicas, las unidades de suelos, o bien las unidades administrativas (departamento, municipio, cantones, caseríos, etc.). La estructura exacta de las bases de datos de atributos en terminos de las variables que contiene estan incluidas en el apéndice I de éste reporte.

#### **Base de Datos de Clima**

La base de datos de clima consiste de datos espaciales y de atributo, y está basada también en un modelo relacional, teniendo como campos de redundancia apuntadores a otras bases de datos en la jerarquía de unidades del ambiente físico. Los datos climáticos son de dos tipos:

- observados y/o medidos
- calculados

Los datos observados corresponden a los datos de estaciones meteorológicas. En el sentido espacial, éstos son datos puntuales. Los datos calculados pueden corresponder tanto a datos puntuales de variables calculadas por cada estación meteorológica a partir de las variables observadas, como a datos de coberturas temáticas (mapas raster) interpolados espacialmente mediante métodos geostatísticos, a partir de las variables calculadas por cada estación meteorológica.

#### **- Base de Datos Espaciales de Clima**

La base de datos espacial consiste de las variables observadas o calculadas por cada estación meteorológica, que han sido espacialmente interpoladas generando con ello mapas raster que constituyen coberturas de variables climáticas específicas. De entre tales coberturas destacan dos por su aplicación práctica:

- Celdas Agro-Ecológicas (CAE).

Este es un mapa raster que presenta los valores de las celdas o pixels como combinaciones únicas de Duración del Periodo de Crecimiento (DPC), Sistema y Faceta de Tierras (paisaje incluyendo geoforma), Geología y Suelo. Cada pixel representa una combinación única de los factores arriba mencionados. Las CAE pueden ser agrupadas en clases dentro de límites establecidos por conveniencia práctica.

- Zonas Agro-Ecológicas (ZAE).

Este es un mapa que muestra los agrupamientos de las las Celdas Agro-Ecológicas en clases las cuales tienen como límites de clase valores de la Duración del Periodo de Crecimiento (DPC) que están establecidos por conveniencia. El mapa de ZAE es esencialmente

el mismo que CAE pero con delineaciones que presentan los límites de clases de CAE. Tales límites son también los límites de las ZAE.

En formato de vectores, las estaciones meteorológicas pueden también ser representadas como puntos en el paisaje.

#### **- Base de Datos de Atributos de Clima**

Los atributos en las bases de datos tienen una correspondencia directa con las bases de datos espaciales o coberturas. Así, los principales atributos de las coberturas espaciales corresponden a las tres principales tablas como sigue:

- **Celdas Agro-Ecológicas** = Identificador único de la CAE seguido por valores correspondientes a Duración del Periodo de Crecimiento, roca o material geológico, geoforma, sistema de tierras, faceta de tierras, unidad de suelos y un conjunto de variables o códigos identificadores o apuntadores a otras tablas con información más específica de otras características (p.ej. variables dentro del perfil de suelos).
- **Zonas Agro-Ecológicas** = Valores de los límites máximo y mínimo de clase de la zona por cada una de las variables descriptoras de las celdas agro-ecológicas.
- **Estaciones Meteorológicas** = identificador de la estación, datos de variables meteorológicas observadas o medidas y conjunto de campos identificadores de la CAE y ZAE a la cual la estación corresponde, así como otros que enlazan con variables de suelo, paisaje, etc.

#### **Base de Datos de Suelos**

La información de los suelos está contenida en una base de datos espacial y varias bases de datos de atributos. La presencia de solamente un mapa general de suelos cubriendo gran parte del país pero no su totalidad, es la razón por la existencia de solamente una cobertura de suelos y tres tablas de atributos> Estas son como sigue:

- Unidades de Mapeo de Suelos (espacial)
- Datos correspondientes a las unidades de mapeo de suelos (SUUDM)
- Datos de Descripciones de perfiles de suelos o datos pedológicos (SUPED)
- Datos de resultados de análisis de laboratorio de muestras de suelos (SUELOS95)

#### **- Base de Datos Espacial: Unidades de Mapeo de Suelos**

Esta base corresponde a un mapa en dos posibles formatos: vectores y raster o celdas. Las unidades de mapeo de los suelos del mapa existente son unidades resultado de un levantamiento de reconocimiento con una densidad baja de perfiles descritos y un alto nivel de generalización. Algunas unidades están descritas de manera muy esquemática y general. Este mapa es la única información cartográfica de suelos existente por el momento y está siendo digitalizado en formato vectorial. Los polígonos resultantes vendrán a constituir las áreas de cobertura de suelos a nivel nacional. Tal mapa una vez concluido puede ser convertido a formato raster o de celdas con una resolución equivalente a la de las CAE (una manzana de tierras) para su cruzamiento con la información agro-climática y socio-económica-demográfica.

#### **- Base de Datos de Atributos.**

Las bases de datos de atributos en un modelo relacional corresponden a tres tablas temáticas:

- **Datos correspondientes a las unidades de mapeo de suelos (SUUDM)**
- **Datos de Descripciones de perfiles de suelos o datos pedológicos (SUPED)**
- **Datos de resultados de análisis de laboratorio de muestras de suelos (SUELOS95).**

Las variables contenidas en estas tablas describen las características de las unidades de mapeo y su contenido (SUUDM) con su correspondiente campo identificador para el polígono de suelos correspondiente, los datos registrados durante descripciones de perfiles de suelos (SUPED) y los datos de laboratorio de análisis de suelos (SUELOS95). Obviamente, todas estas tablas de atributos contienen campos únicos identificadores de unidades de mapeo de suelos, perfiles de suelos, muestras de suelos a varias profundidades para análisis de laboratorio, además de un conjunto de otros identificadores únicos que permiten ligar o enlazar la información de suelos con la de otros factores bio-físicos y socio-económicos-demográficos, etc. Los contenidos de las bases de datos (tablas de atributos) en términos de las variables las cuales ocupan campos únicos se presentan en el apéndice 1 de este reporte.

### **Bases de Datos de Uso de la Tierra y de Producción (incluyendo información socio-económica).**

Los datos relacionados con el uso de la tierra incluyendo las variables sociales y económicas relacionadas, son esencialmente datos de atributo. La componente espacial, en éste caso aún no se ha desarrollado.

#### **- Base de Datos Espacial del Uso de la Tierra**

La base de datos espacial en éste caso estaría constituida por :

##### **- Mapa de usos mayores de la tierra.**

Este mapa separa los usos mayores de la tierra tales como agrícola, forestal, pastizales, vegetación natral, etc. Tales categorías pueden distinguirse mediante el uso de materiales de percepción remota. Este mapa aún no existe pero podrá ser derivado de la interpretación de imagenes digitales de satélite, con auxilio de observaciones de campo (clasificación supervisada).

##### **- Mapa cadastral de la propiedad de la tierra**

La información cadastral y de la propiedad de la tierra es de bastante relevancia para los objetivos del proyecto, sobre todo desde el punto de vista económico. Sin embargo, un mapa de catastro y de la propiedad de la tierra aún no está disponible. Los dos mapas señalados con anterioridad son de extrema importancia. No obstante, la delimitación de las propiedades y la realización de un levantamiento cadastral detallado está fuera del alcance de éste proyecto, a excepción de áreas relativamente pequeñas de interes particular.

##### **- Base de Datos de Atributos de Uso de la Tierra.**

Las bases de datos de atributos contienen una abundancia de datos de los cuales la mayoría no son necesariamente espacialmente distribuidos o su localización geografica solamente, pero no su distribución, son de importancia primaria. Los atributos se encuentran en tablas relacionales las cuales se listan a continuación:

- Usos mayores de la tierra
- Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)
- Sistemas de Producción (SISTPROD)
- Subsistemas (SUSISPROD)
- Sistemas de Cultivo (SC)
- Requerimientos de los sistemas de cultivo (REQCULT)
- Parcela de Productor
- Información socio-económica (sección de socio-economía)

La información socio-económica se encuentra siendo compilada por la sección de socio-economía del proyecto conteniendo una serie inclusiva de parametros económicos, particularmente de estimaciones de costos y precios de todos los componentes, tanto actividades como insumos, etc. de los diversos sistemas de producción por región y área de intervención. Tales datos, con los campos identificadores adecuados podran ser referenciados a Celdas Agro-Ecológicas y a unidades de producción (una vez disponibles los datos de levantamientos cadastrales). Las estructuras de las bases de datos anteriores, incluyendo todos los campos y variables que las constituyen se encuentran descritas en el apéndice 2 de éste reporte.

### **Bases de Datos Politico-Administrativos y Demográficos**

Las bases de datos de unidades politico-administrativas y de demograficos estan basadas esencialmente en la jerarquia de unidades administrativas ya existentes en la división politico-administrativa del país. La base de datos de unidades politico-administrativas es una base de datos esencialmente de caracter espacial. Los datos demográficos están esencialmente reportados conforme a los limites de unidades politico-administrativas y corresponden a las características de los atributos de tales unidades espaciales.

#### **- Base de Datos Espaciales de Unidades Politico-Administrativas**

Los datos espaciales consisten de mapas en formato vectorial conteniendo como poligonos los limites de las siguientes unidades:

- Departamentos
- Municipios
- Cantones
- Caserios

Existe un mapa vectorial por cada una de las unidades administrativas listadas las cuales se presentan como polígonos.

**- Base de Datos de Atributos Demográficos de las Unidades Politico-Administrativas.**

Los atributos de cada uno de los mapas de polígonos que representan las unidades administrativas estan en tablas que tienen un campo como identificador unico del polígono al nivel jerarquico al cual se compila la información de tipo demografica. Tambien estan incluidos los campos de los identificadores unicos que ligan a una tabla a un nivel jerarquico dado con otras tabla a niveles jerarquicos diferentes y con unidades del ambiente bio-fisico tales como ZAE y CAE, etc. Esto permite cruces muy interesantes e informativos en terminos de recursos naturales asociados con los grupos poblacionales que los utilizan, y las características sociales y económicas de tales grupos. La lista completa de las variables incluidas en las bases de datos (tablas) de atributos se presenta en el apéndice 3 a éste reporte.

**Base de Datos de Unidades Operacionales del CENTA**

El CENTA posee una estructura operativa la cual deberá ser utilizada para la implementación del proyecto y de los procedimientos establecidos una vez que el proyecto finalice. La jerarquía de unidades posee componentes tanto espaciales como de sus atributos. Tales unidades son:

- Agencia
- GYTT
- CDT
- Extensionistas
- Sector
- Ruta
- Productores
- Nombres
- UTI (unidades técnicas de intervención)

**- Base de Datos Espaciales de Unidades Operacionales del CENTA**

Las unidades del CENTA que tiene sentido representar en forma espacial en un mapa son las primeras tres:

- Agencia
- Gerencia para la generación y Transferencia de Tecnología (GYTT)
- CDT.

Estos mapas pueden relacionarse espacialmente con los mapas de divisiones administrativas, con datos demograficos, y con mapas tematicos del ambiente bio-fisico, para definir combinaciones de gran interes para la operacion del CENTA.

**-Base de Datos de Atributos de las Unidades Operacionales del CENTA**

Las variables descriptoras de cada una de las unidades de la jerarquia de unidades operacionales del CENTA se encuentran organizadas en tablas de atributos. Tales tablas poseen los campos redundantes o apuntadores para ligar tales tablas hacia ambos sentidos de la jerarquia, y con otras variables del ambiente bio-fisico, particularmente con las Celdas y Zonas Agro-Ecológicas, y con las unidades politico-administrativas tales como Departamento, Municipio, Canton y Caserio.

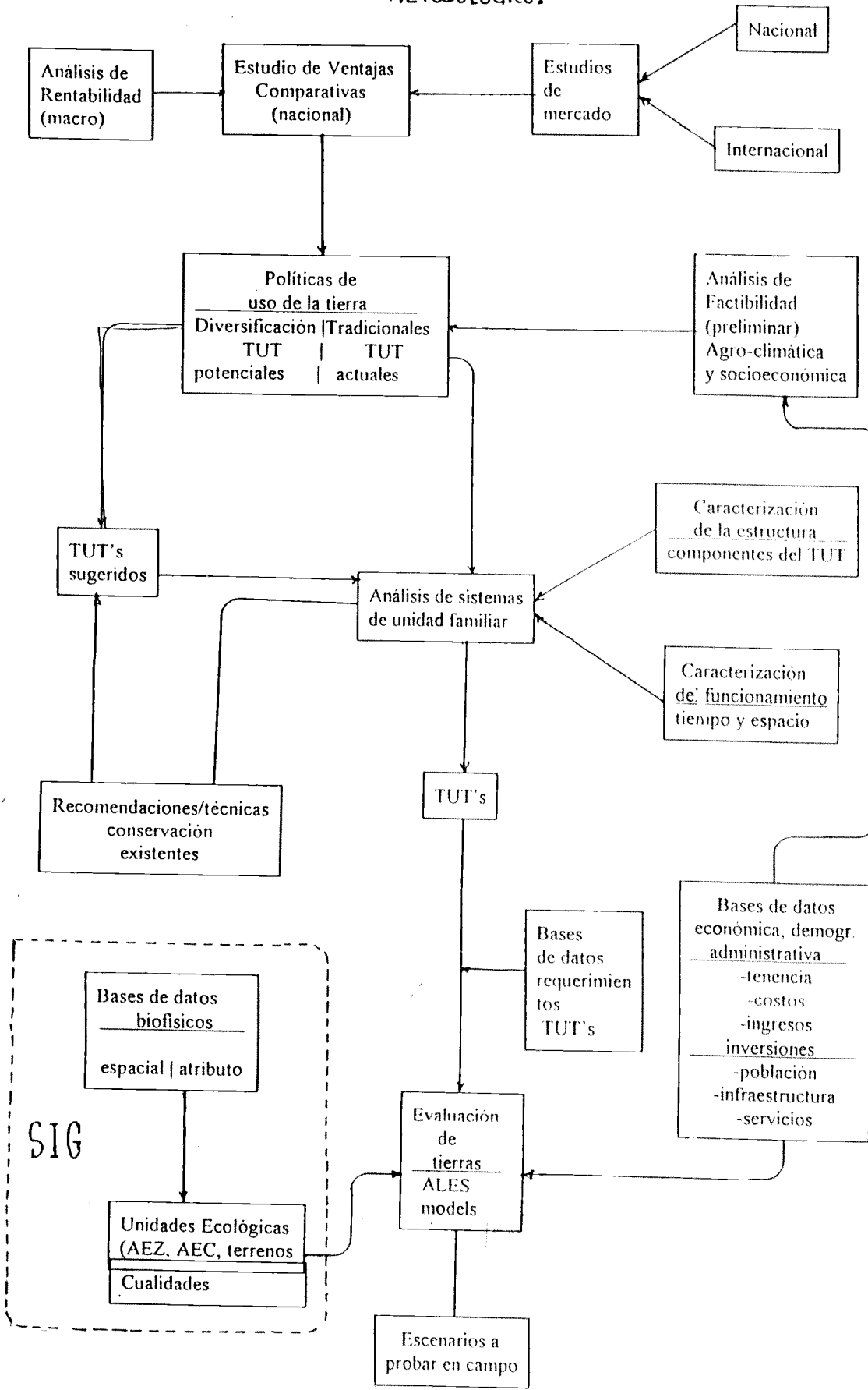
Los diferentes aspectos de interes en las unides del CENTA se encuentran codificados en forma de variables en las tablas de atributos. Tales estructuras se muestran con detalle en el Apéndice 4 de éste documento.

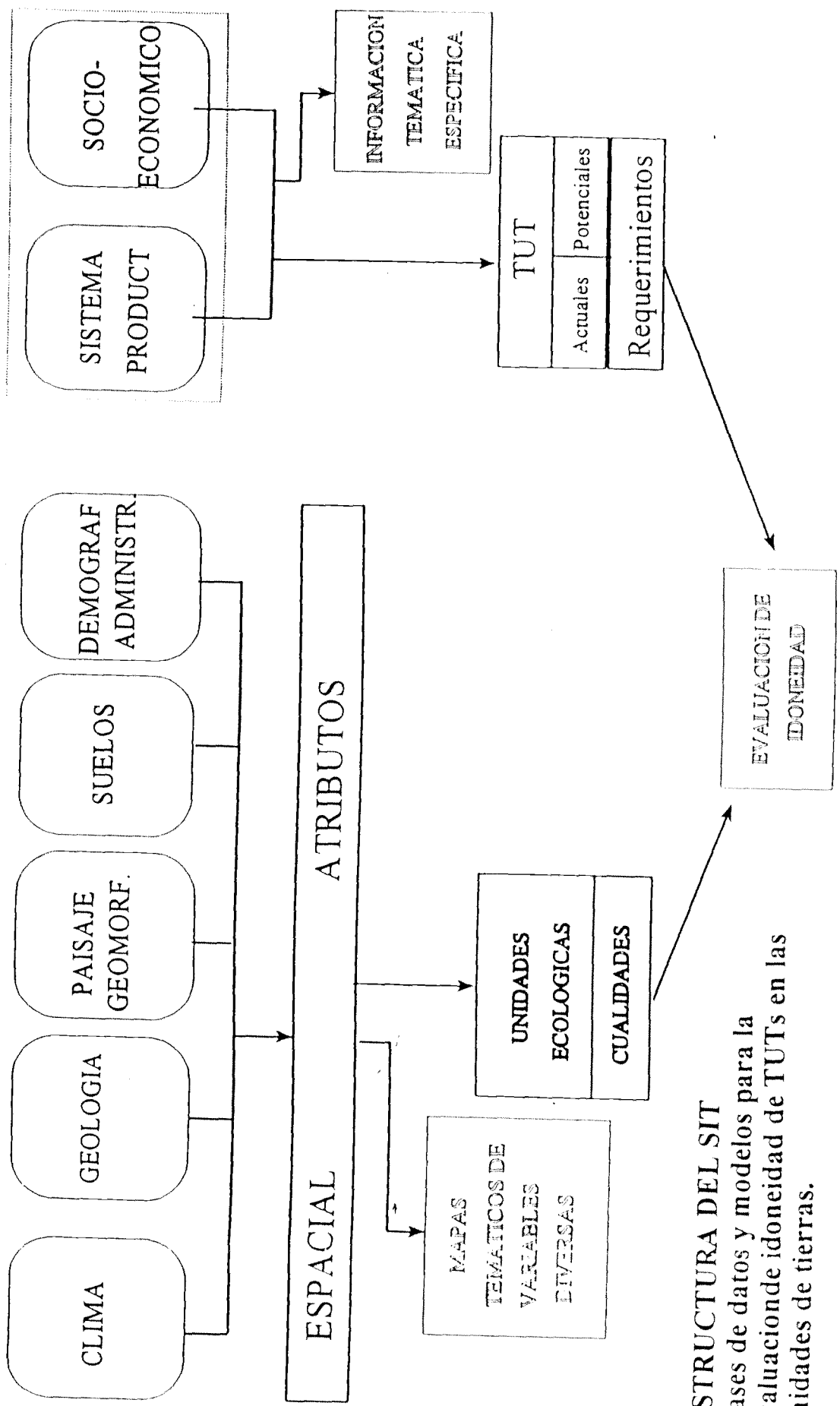
**APENDICES**

**MARCO METODOLOGICO DE PROCEDIMIENTOS  
PARA EL S. I. T.**



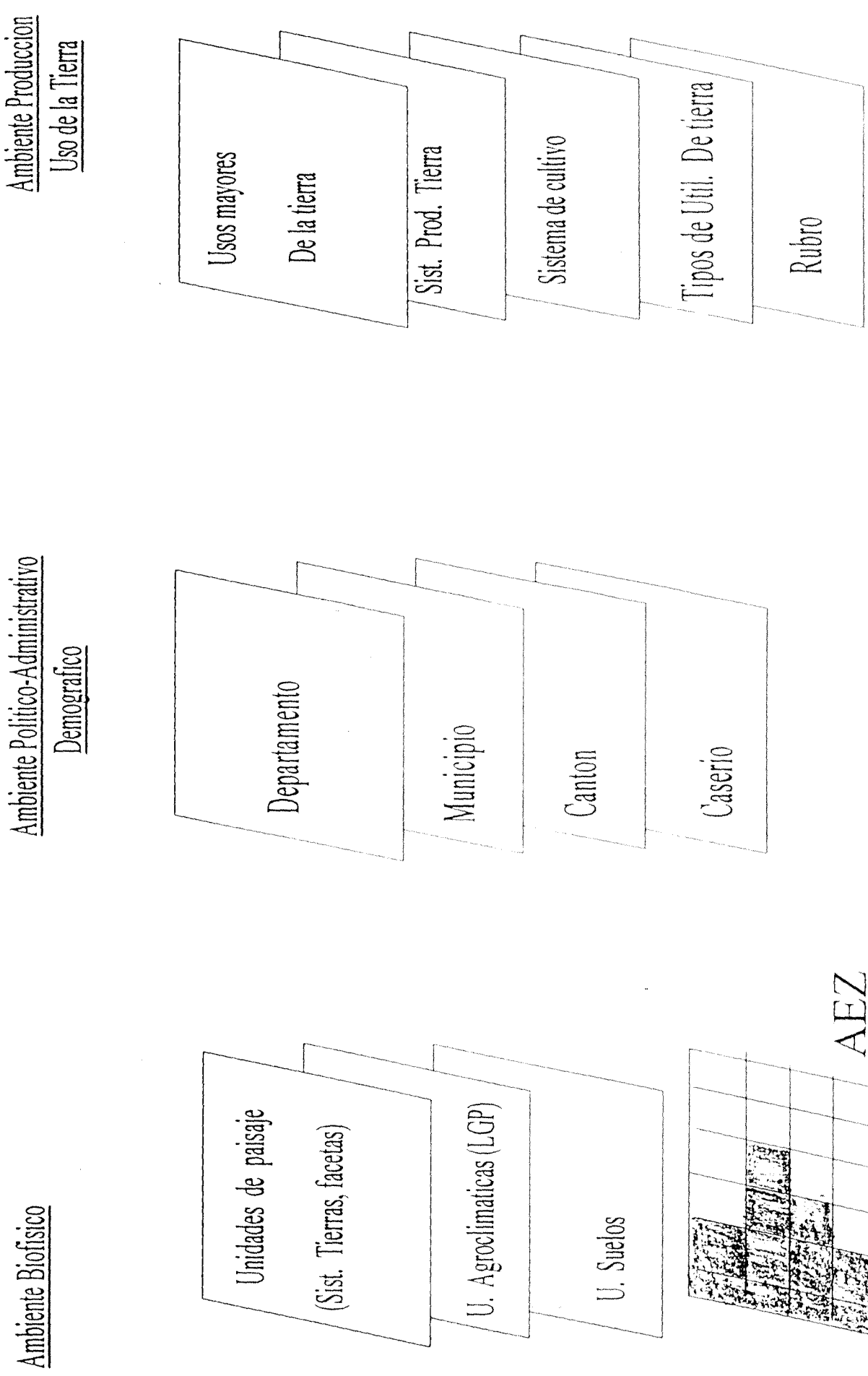
# PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS





**ESTRUCTURA DEL SIT**  
 Bases de datos y modelos para la  
 evaluacion de idoneidad de TUTs en las  
 unidades de tierras.

# JERÁRQUICA DE UNIDADES A ESCALAS MÚLTIPLES



Unidades de paisaje  
(Sist. Tierras, facetas)

U. Agroclimaticas (LGP)

U. Suelos

Departamento

Municipio

Canton

Caserío

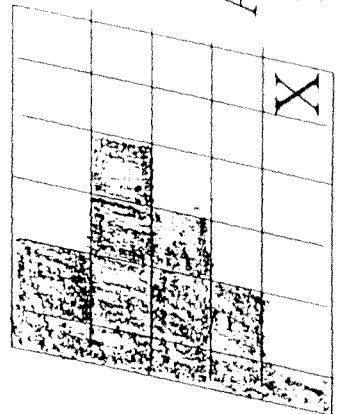
Usos mayores  
De la tierra

Sist. Prod. Tierra

Sistema de cultivo

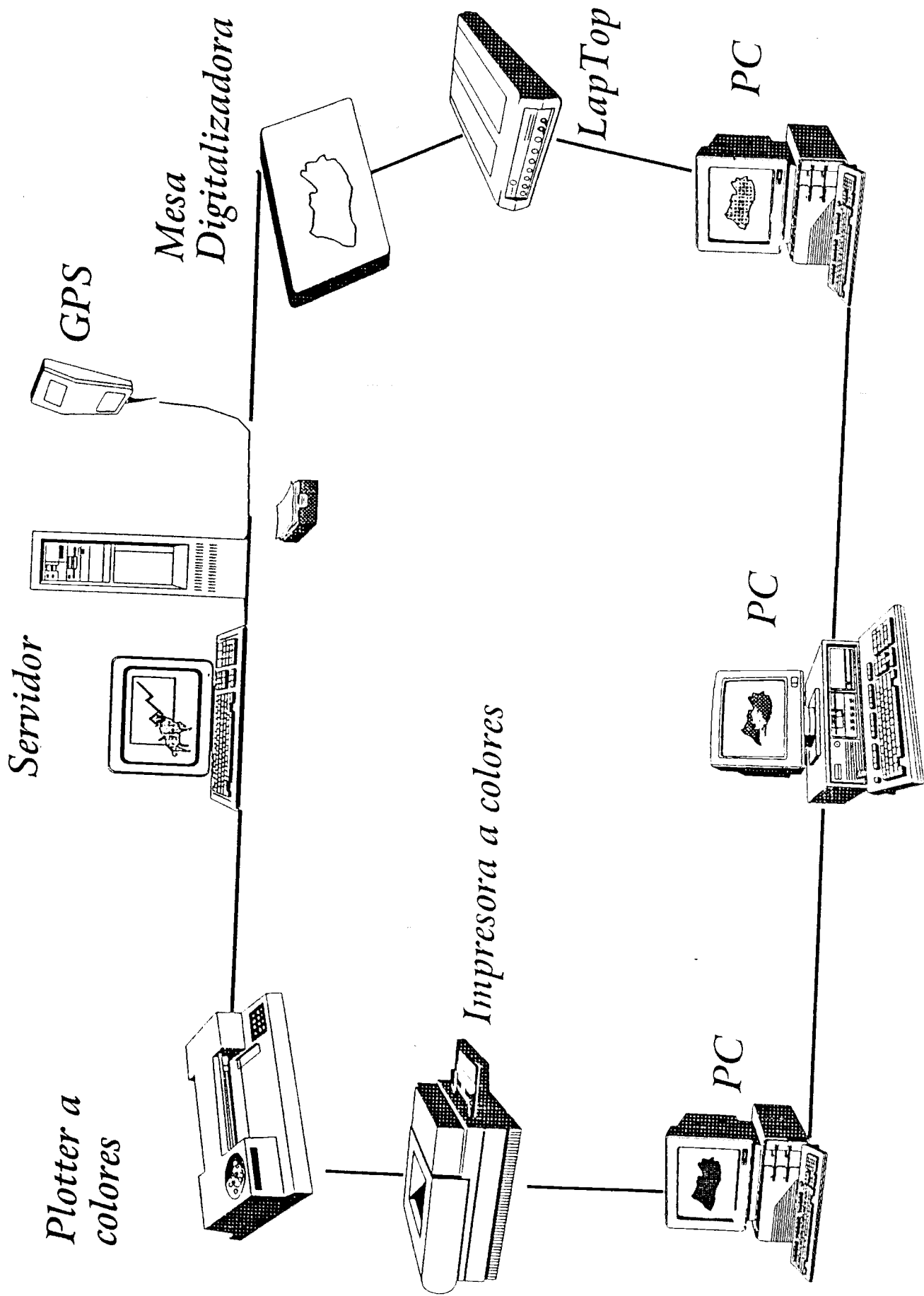
Tipos de Util. De tierra

Rubro



AEZ

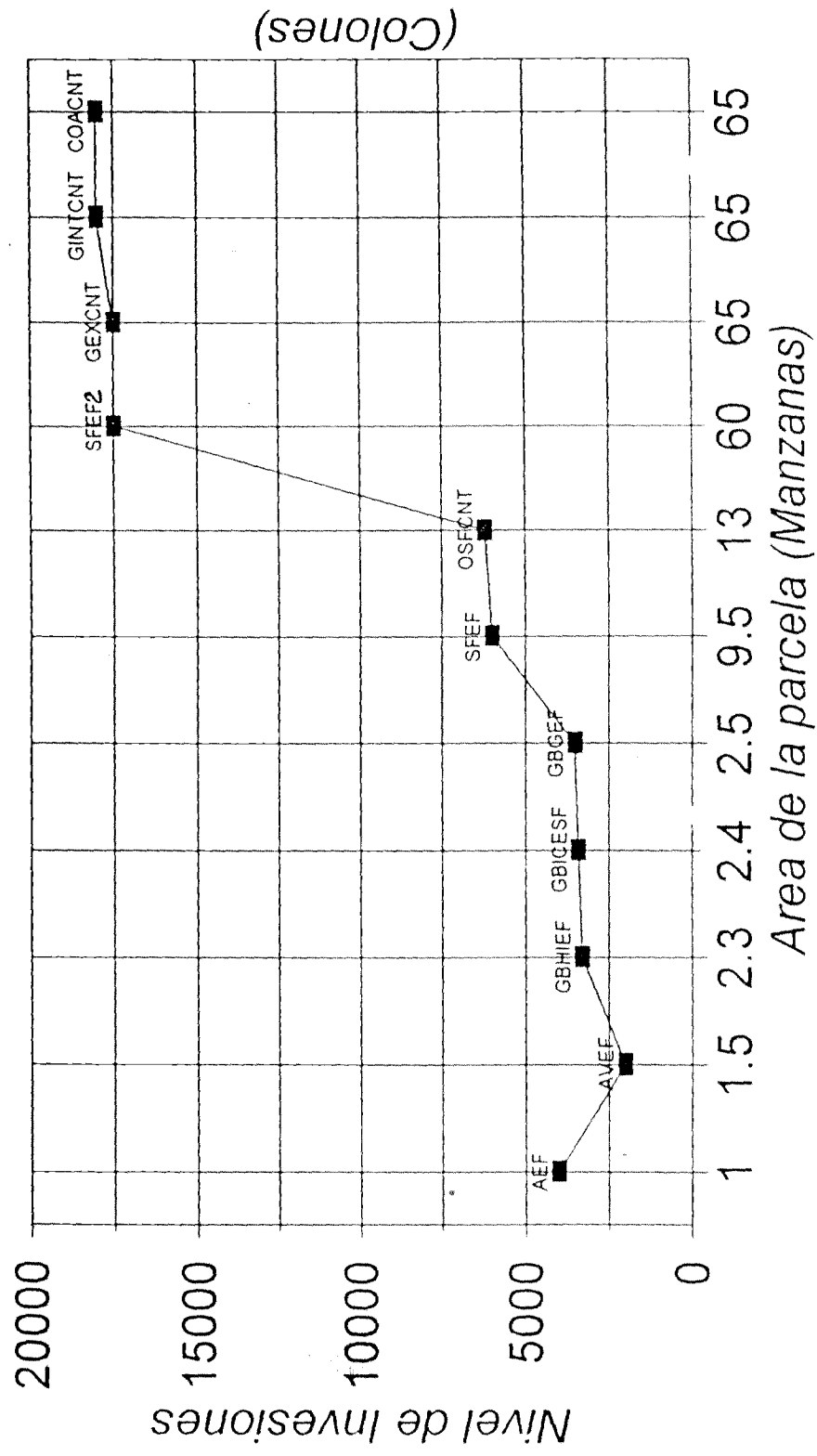
X = AEC (celda agroecologica)



**CATEGORIZACION DE LAS  
UNIDADES FAMILIARES DE PRODUCCION**

# Tipos de Unidad Familiar de Produccion

## Categorización (capital y tierra)

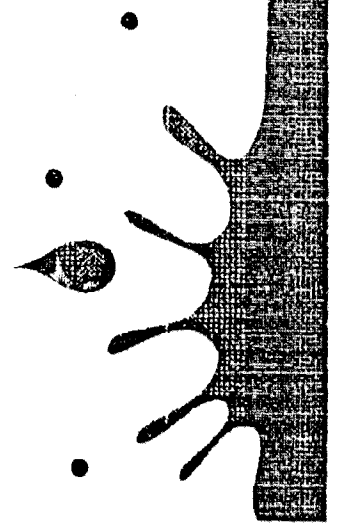
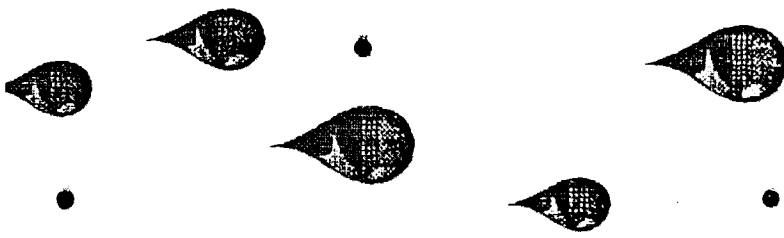
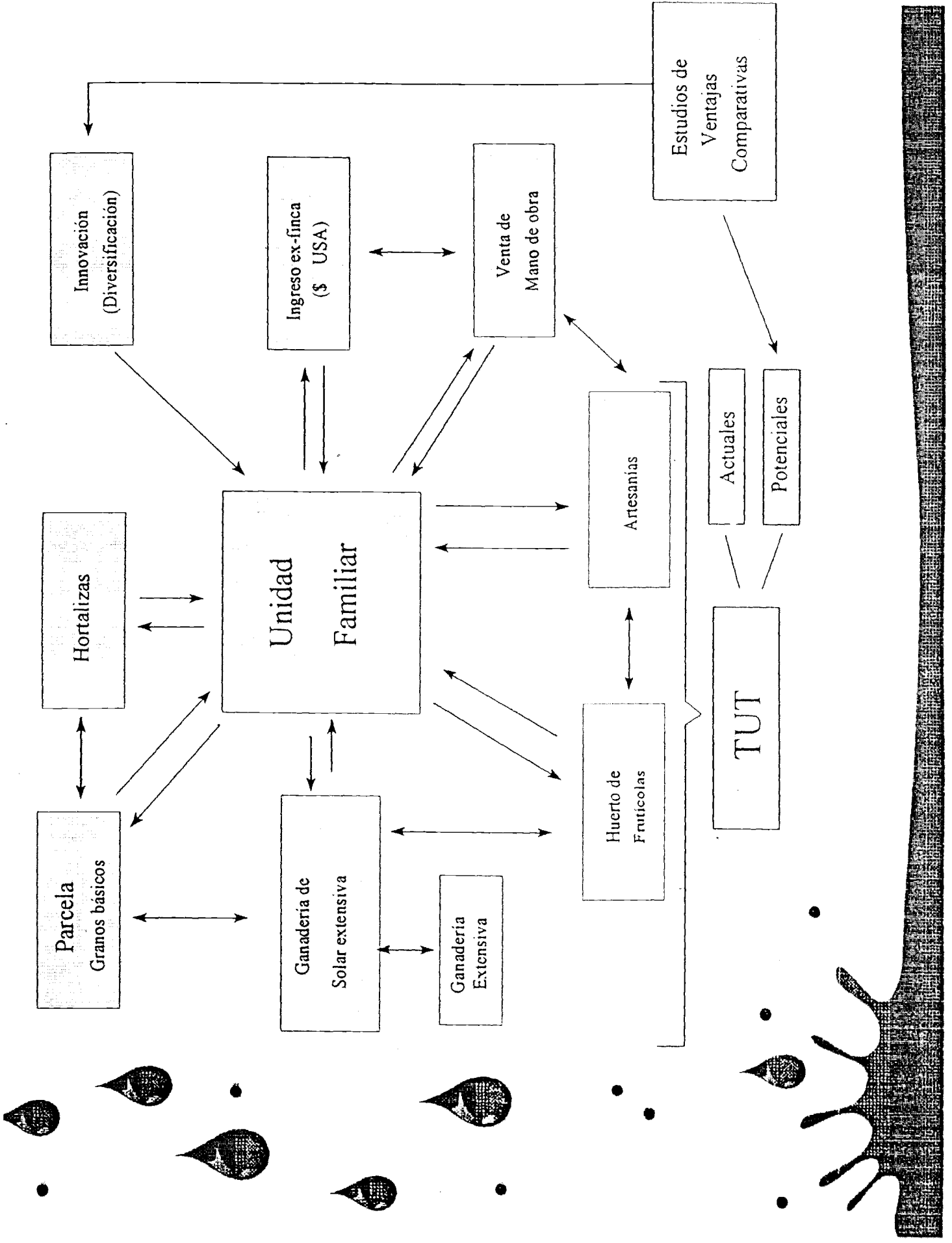


## TIPOS DE UNIDAD FAMILIAR DE PRODUCCION

Categorización por nivel de capitalización, tamaño de la parcela  
orientación al mercado y tipo e intensidad de mano de obra.

### SIMBOLOGIA

- AEF** = Sistema tradicional, autoconsumo exclusivo (A), mano de obra familiar escasa (EF)
- AVEF**= Sistema tradicional, autoconsumo y venta parcial (AV), mano de obra familiar escasa(EF)
- GBHIEF** = Sistema intensivo, venta parcial y autoconsumo, granos básicos y hortalizas (GBHI), mano de obra familiar escasa (EF)
- GBICESF** = Sistema intensivo, venta parcial y autoconsumo, granos básicos y <sup>perifoneos</sup> café (GBICESF), mano de obra esencialmente familiar con alguna contratada (ESF).
- GBGEF** = Sistema tradicional, autoconsumo y venta parcial, granos básicos y ganadería extensiva (GBG), mano de obra familiar escasa (EF)
- SFEF** = Sistema familiar tradicional, venta con autoconsumo parcial, en fincas medianas (SF), mano de obra familiar escasa (EF).
- OSFCNT** = Sistema para comercialización, esencialmente venta, en fincas medianas (OSF) mano de obra contratada (CNT)
- SFEF2** = Sistema familiar para comercialización y autoconsumo, en fincas grandes (SF2), mano de obra familiar escasa (EF).
- GEXCNT** = Ganadería semi-intensiva y extensiva (GEX), en grandes fincas, mano de obra contratada (CNT).
- GINTCNT** = Ganadería intensiva (GINT), en grandes fincas, mano de obra contratada (CNT).
- COACNT** = Cooperativas, producción para comercialización y autoconsumo (CO), en grandes fincas, mano de obra de asociados y contratada (ACNT)





TUT-id :	1.00
ultivos y descripción :	Producción de maíz-sorgo para autoconsumo
orientación al mercado :	
intensidad capital :	
intensidad mano de obra :	
nivel tecnológico y actit :	
fuente de poder :	
mecanización :	
tamaño y forma tierra :	
equer. infraestr :	
rácticas cultivo :	
endimientos y producc. :	
nformación económica :	
costos fijos :	
costos variables :	1.00
ingreso bruto :	
ingreso neto :	
ingreso per capita :	
escrip sist cult :	maíz asociado con sorgo (15 ó 30 días)
ist ganado id :	
ist forestal id :	
istema agrofor id :	
istema silvopastoral id :	
istema agrosilvopas id :	
istema colección/extr id :	
istema protección :	
rea residencial etc :	
rea otras :	
estión y administración :	
Tenenc tierra :	
Insumos materiales :	

## APENDICE 1

ST.ST id [N]

ST.Nombre ST [A30]

ST.Número de FT [S]

ST.Geología predominante [A255]

ST.Clima [A100]

ST.AEC [A30]

ST.Relieve [A255]

ST.Hidrología [A100]

ST.Altitud máxima [N]

ST.Altitud mínima [N]

Tid :	1,401.00
Nombre ST :	Dolores
Número de FT :	4
Geología predominante :	Sedimentos del Cuaternario sobre lavas Andesíticas. Formación Bálsamo, epiclásticas volcánicas y piroclásticas del Mioceno; inclusiones de Cuscatlán,
Clima :	Temperatura 22-25°; Precipitación de 1800-1900 mm
EC :	
Relieve :	Predominan Planicies aluviales disectadas.
Idrología :	drenaje superficial dendrítico intermitente, denso en
Altitud máxima :	362.00
Altitud mínima :	59.00
Tid :	1,402.00
Nombre ST :	Sensuntepeque
Número de FT :	5
Geología predominante :	Formacion Balsamo del Plioceno; Piroclasticas volcanicas, efusivas basicas e intermedias, Cenizas
Clima :	Temperatura 22-25 ; Precipitacion 1700-1900 mm.
EC :	
Relieve :	Bastante quebrado y complejo. Elevaciones de piroclasticas y cenizas volcanicas altamente disectadas; Crestas agudas alargadas, laderas de
Idrología :	Drenaje dendrítico y paralelo altamente denso
Altitud máxima :	800.00
Altitud mínima :	150.00

T:	1401
T-id:	1401-1
eoforma:	cerros y cumbres
oca o sustrato:	
eg hidrico:	
uelos:	
endiente:	
obertura veg:	

T:	1401
T-id:	1401-2
eoforma:	laderas pronunciadas
oca o sustrato:	
eg hidrico:	
uelos:	
endiente:	
obertura veg:	

T:	1401
T-id:	1401-3
eoforma:	cauces de río/arroyo/drenaje
oca o sustrato:	
eg hidrico:	
uelos:	
endiente:	
obertura veg:	

T:	1401
T-id:	1401-4
eoforma:	planicies aluviales
oca o sustrato:	
eg hidrico:	
uelos:	
endiente:	
obertura veg:	

T:	1402
T-id:	1402-1
eoforma:	cerro
oca o sustrato:	
eg hidrico:	
uelos:	

*Geominas*

- SUTERR.Unit ID [N]
- SUTERR.Codigo UDM [A25]
- SUTERR.Elevación mínima [N]
- SUTERR.Elevación máxima [N]
- SUTERR.Gradient de pendiente [N]
- SUTERR.Intensidad del relieve [N]
- SUTERR.Forma fisiográfica predom [A10]
- SUTERR.Topografía local [A25]
- SUTERR.Hipsometría [A15]
- SUTERR.Disección [A25]
- SUTERR.Litología superficial [A25]
- SUTERR.Superf. perman. agua [A25]

- CLIMESTA.Número [N]
- CLIMESTA.Nombre estación [A25]
- CLIMESTA.Código [A5]
- CLIMESTA.Municipio [A25]
- CLIMESTA.Tipo [A1]
- CLIMESTA.Coordenadas X [N]
- CLIMESTA.Coordenadas Y [N]
- CLIMESTA.Altitud [N]
- CLIMESTA.Número años medición [N]
- CLIMESTA.Lluvia anual promedio, mm [N]
- CLIMESTA.Temperatura anual máxima [N]
- CLIMESTA.Temperatura anual mínima [N]
- CLIMESTA.Temperatura anual prom. [N]
- CLIMESTA.Radiación solar [N]
- CLIMESTA.Velocidad de viento (m/s) [N]
- CLIMESTA.ETP (mm) [N]
- CLIMESTA.Humedad relativa prom. % [N]

*Clima  
Estación*

*Geología*

GLUDM.Unida

GLUDM.Descripción de la udm [A255]

GLUDM.Código [A10]

GLUDM.Formación o depósito [A25]

GLUDM.Epoca geológica [A50]

GLUDM.Epoca principal [A50]

GLUDM.Ignimbrita [L]

GLUDM.Escorias y cinder [L]

GLUDM.Rocas efu. interm. cal. [L]

GLUDM.Metamorf. de contacto [L]

GLUDM.Silificación [L]

GLUDM.Alteración hidrotermal [L]

GLUDM.Epiclast. volcan. (fluv.) [L]

GLUDM.Facies de cuencas [L]

GLUDM.Limo rojo [L]

GLUDM.Componente principal 1 [A50]

GLUDM.Componente principal 2 [A50]

GLUDM.Componente sec. 1 [A50]

GLUDM.Componente sec. 2 [A50]

GLUDM.Componente sec. 3 [A50]

GLUDM.Componente inf. 1 [A50]

GLUDM.Componente inf. 2 [A50]

GLUDM.Componente inf. 3 [A50]



SUPED.Profile ID [N]  
SUPED.Profile Name [A25]  
SUPED.Database [A25]  
SUPED.UDN Terreno [N]  
SUPED.UDM Suelo [A25]  
SUPED.X [N]  
SUPED.Y [N]  
SUPED.Caserío [A25]  
SUPED.Canton [A25]  
SUPED.Municipio [A25]  
SUPED.Elevación (msnm) [N]  
SUPED.Fecha descripción [D]  
SUPED.Nombre investigador [A25]  
SUPED.Drenaje [A25]  
SUPED.Clase de infiltración [A25]  
SUPED.Materia orgánica superf. [A25]  
SUPED.Clase de pedregosidad sup [A25]  
SUPED.Clase de erosión [A25]  
SUPED.Clase de mineralogía [A50]  
SUPED.Clase de profundidad [A25]  
SUPED.Clase de salinidad [A25]  
SUPED.Clase fertilidad aparente [A25]  
SUPED.Régimen temperatura suelo [A25]  
SUPED.Material parental [A50]  
SUPED.Uso actual [A100]  
  
SUPED.Uso potencial USDA [N]  
SUPED.Uso potencial Proyecto [N]  
SUPED.Descripción general [M]  
  
SUPED.FAO: Gran grupo de suelos [A10]  
SUPED.FAO: Unidad de suelo [A25]  
SUPED.FAO: Código [A3]  
SUPED.FAO: Fase [N]  
SUPED.Taxonomía: Orden [A25]  
SUPED.Taxonomía: Suborden [A25]  
SUPED.Taxonomía: Gran Grupo [A25]  
SUPED.Taxonomía: Subgrupo [A25]  
SUPED.Taxonomía: Familia [A25]  
SUPED.Taxonomía: Serie [A25]  
SUPED.Taxonomía: fase [A25]

SUUDM.UDM Suelo [A30]  
SUUDM.Descripción UDM Suelo [A100]

SUUDM.Fisiografía principal [A30]  
SUUDM.UDM Fisis [S]  
SUUDM.Intensidad relieve [A30]  
SUUDM.Pendiente predominante [A20]  
SUUDM.Disección [A20]  
SUUDM.Litología general [A70]

SUUDM.Drenaje externo [A20]  
SUUDM.Drenaje interno [A20]  
SUUDM.Susceptibilidad a sequía [A20]  
SUUDM.Erosión [A25]  
SUUDM.Suelo Gran Grupo 1 [A30]  
SUUDM.Agrupación gran grupo id [S]  
SUUDM.Suelo 1 profund [A30]  
SUUDM.Text superf 1 [A30]  
SUUDM.Color superf 1 [A30]  
SUUDM.Estruc superf 1 [A30]  
SUUDM.Pedreg superf 1 [A30]  
SUUDM.Text subsuelo 1 [A30]  
SUUDM.Color subsuelo 1 [A30]  
SUUDM.Estruc subsuelo 1 [A30]  
SUUDM.Pedreg subsuelo 1 [A30]  
SUUDM.Suelo Gran Grupo 2 [A30]  
SUUDM.Prof suelo 2 [A30]  
SUUDM.Text superf 2 [A30]  
SUUDM.Color superf 2 [A30]  
SUUDM.Estruc suelo 2 [A20]  
SUUDM.Pedreg superf 2 [A30]  
SUUDM.Text subsuelo 2 [A30]  
SUUDM.Color subsuelo 2 [A30]  
SUUDM.Estruc subsuelo 2 [A50]  
SUUDM.Uso Actual [A30]  
SUUDM.Aptitud Dominante [A10]  
SUUDM.% Dominante [N]  
SUUDM.Restric Dominante [A30]  
SUUDM.Aptitud Secundaria [A30]  
SUUDM.% Secundaria [N]  
SUUDM.Restric Secundaria [A30]  
SUUDM.Aptitud Terciaria [A30]  
SUUDM.% Terciaria [N]  
SUUDM.Restric Terciaria [A30]  
SUUDM.Productividad [A30]

SUELO95.Número de muestra [S]  
SUELO95.Nombre agricultor [A30]  
SUELO95.Extensionista [A30]  
SUELO95.Nombre finca [A25]  
SUELO95.Código PE [N]  
SUELO95.Ubicación UTM - X [N]  
SUELO95.Ubicación UTM - Y [N]  
SUELO95.Cantón [A25]  
SUELO95.Municipio [A25]  
SUELO95.Número de la carta [S]  
SUELO95.Fecha entrada de muestra [D]  
SUELO95.Identificación [A25]  
SUELO95.Profile ID [N]  
SUELO95.Horizonte [A25]  
SUELO95.Profundidad muestra (cm) [N]  
SUELO95.Utiliza riego (T=Si,F=No) [L]  
SUELO95.Area representada (Manz.) [N]  
SUELO95.Cultivo anterior [A25]  
SUELO95.Rendimiento (qq/manzana) [N]  
SUELO95.Rendim. asocio 1 (qq/mz) [N]  
SUELO95.Rendim. asocio 2 (qq/mz) [N]  
SUELO95.Tipo de fertilizante 1 [A25]  
SUELO95.Cantidad 1 aplic.(qq/mz) [N]  
SUELO95.Tipo de fertilizante 2 [A25]  
SUELO95.Cantidad 2 aplic.(qq/mz) [N]  
SUELO95.Cultivo a fertilizar [A25]  
SUELO95.Mes en que sembrará [A15]  
SUELO95.Mes sembrara asocio 1 [A15]  
SUELO95.Mes sembrara asocio 2 [A15]  
SUELO95.Edad, si perenne (años) [N]  
SUELO95.Topografía del terreno [A25]  
SUELO95.Textura [A25]  
SUELO95.Arcilla (%) [N]  
SUELO95.Limo (%) [N]  
SUELO95.Arena (%) [N]  
SUELO95.Acidez: pH 1:2.5 [N]  
SUELO95.Fósforo (ppm P) [N]  
SUELO95.Potasio (ppm K) [N]  
SUELO95.Zinc (ppm Zn) [N]  
SUELO95.Manganeso (ppm Mn) [N]  
SUELO95.Hierro (ppm Fe) [N]  
SUELO95.Cobre (ppm Cu) [N]  
SUELO95.Materia orgánica (%) [N]  
SUELO95.CIC (meq/100 g) [N]

SUELO95.Número de muestra [S]  
SUELO95.Nombre agricultor [A30]  
SUELO95.Extensionista [A30]  
SUELO95.Nombre finca [A25]  
SUELO95.Código PE [N]  
SUELO95.Ubicación UTM - X [N]  
SUELO95.Ubicación UTM - Y [N]  
SUELO95.Cantón [A25]  
SUELO95.Municipio [A25]  
SUELO95.Número de la carta [S]  
SUELO95.Fecha entrada de muestra [D]  
SUELO95.Identificación [A25]  
SUELO95.Profile ID [N]  
SUELO95.Horizonte [A25]  
SUELO95.Profundidad muestra (cm) [N]  
SUELO95.Utiliza riego (T=Si,F=No) [L]  
SUELO95.Area representada (Manz.) [N]  
SUELO95.Cultivo anterior [A25]  
SUELO95.Rendimiento (qq/manzana) [N]  
SUELO95.Rendim. asocio 1 (qq/mz) [N]  
SUELO95.Rendim. asocio 2 (qq/mz) [N]  
SUELO95.Tipo de fertilizante 1 [A25]  
SUELO95.Cantidad 1 aplic.(qq/mz) [N]  
SUELO95.Tipo de fertilizante 2 [A25]  
SUELO95.Cantidad 2 aplic.(qq/mz) [N]  
SUELO95.Cultivo a fertilizar [A25]  
SUELO95.Mes en que sembrará [A15]  
SUELO95.Mes sembrara asocio 1 [A15]  
SUELO95.Mes sembrara asocio 2 [A15]  
SUELO95.Edad, si perenne (años) [N]  
SUELO95.Topografía del terreno [A25]  
SUELO95.Textura [A25]  
SUELO95.Arcilla (%) [N]  
SUELO95.Limo (%) [N]  
SUELO95.Arena (%) [N]  
SUELO95.Acidez: pH 1:2.5 [N]  
SUELO95.Fósforo (ppm P) [N]  
SUELO95.Potasio (ppm K) [N]  
SUELO95.Zinc (ppm Zn) [N]  
SUELO95.Manganeso (ppm Mn) [N]  
SUELO95.Hierro (ppm Fe) [N]  
SUELO95.Cobre (ppm Cu) [N]  
SUELO95.Materia orgánica (%) [N]  
SUELO95.CIC (meq/100 g) [N]

FOLIAR95.Número de laboratorio [N]  
FOLIAR95.Nombre agricultor [A30]  
FOLIAR95.Codigo CENTA [N]  
FOLIAR95.N (% de peso) [N]  
FOLIAR95.P (% de peso) [N]  
FOLIAR95.K (% de peso) [N]  
FOLIAR95.Ca (% de peso) [N]  
FOLIAR95.Mg (% de peso) [N]  
FOLIAR95.S (% de peso) [N]  
FOLIAR95.Fe (ppm) [N]  
FOLIAR95.Cu (ppm) [N]  
FOLIAR95.Mn (ppm) [N]  
FOLIAR95.Zn (ppm) [N]  
FOLIAR95.Nombre extensionista [A30]  
FOLIAR95.Fecha recolección muestra [D]  
FOLIAR95.Fecha entrega de muestra [D]  
FOLIAR95.Caserío [A25]  
FOLIAR95.Cultivo [A25]  
FOLIAR95.Fecha siembra [D]  
FOLIAR95.Estadio fisiológico [A25]  
FOLIAR95.Estres del cultivo [A25]  
FOLIAR95.Cultivo verano 94 [A25]  
FOLIAR95.Rend. 1 verano 94 (qq/mz) [N]  
FOLIAR95.Rend. 2 verano 94 (qq/mz) [N]  
FOLIAR95.Cultivo invierno 94 [A25]  
FOLIAR95.Rend. inv. 94 (qq/mz) [N]  
FOLIAR95.Cultivo verano 93 [A25]  
FOLIAR95.Rend. verano 93 (qq/mz) [N]  
FOLIAR95.Cultivo invierno 93 [A25]  
FOLIAR95.Rend. inv. 93 (qq/mz) [N]  
FOLIAR95.Tipo fert. 1 invierno 95 [A25]  
FOLIAR95.Cant. fert 1 inv.95, qq/mz [N]  
FOLIAR95.Tipo fert 2 invierno 95 [A25]  
FOLIAR95.Cant. fert 2 inv.95, qq/mz [N]  
FOLIAR95.Tipo fert 3 invierno 95 [A25]  
FOLIAR95.Cant. fert 3 inv.95 qq/mz [N]  
FOLIAR95.Tipo fert. 1 verano 94 [A25]  
FOLIAR95.Cant. fert.1 ver.94,qq/mz [N]  
FOLIAR95.Tipo fert. 2 verano 94 [A25]  
FOLIAR95.Cant. fert 2 ver.94,qq/mz [N]  
FOLIAR95.Tipo fert.1 invierno 94 [A25]  
FOLIAR95.Cant. fert.1 inv.94,qq/mz [N]  
FOLIAR95.Tipo fert. 2 invierno 94 [A25]  
FOLIAR95.Cant. fert.2 inv.94,qq/mz [N]

## APENDICE 2

TUT.TUT-id [N]

TUT.Descripción TUT [A100]

TUT.Orientación al mercado [A10]

TUT.Intensidad capital [A10]

TUT.Fuente de poder [A20]

TUT.Mecanización [A15]

TUT.Tamaño y forma tierra [A25]

TUT.Requer. infraestructura [A25]

TUT.Prácticas de cultivar [A25]

TUT.Rendimientos y producc. [N]

TUT.Información económica [A25]

TUT.Sistema cultivo anual id [N]

TUT.Descripción sist cultivo [A100]

TUT.Sistema ganado id [N]

TUT.Sistema forestal id [N]

TUT.Sistema agrofor id [N]

TUT.Sistema silvopastoral id [N]

TUT.Sistema agrosilvopas id [N]

TUT.Sistema colección/extr id [N]

TUT.Sistema protección [N]

TUT.Area residencial etc [N]

TUT.Area otras [N]

TUT.Intensidad mano de obra [A25]

TUT.Nivel tecno. y actitudes [A25]

TUT.Gestión y administración [A25]

TUT.Tenencia de la tierra [A25]

TUT.Insumos materiales [A25]

SISTPROD.SisProd\_id [A15]

SISTPROD.Sist\_Prod\_descripcion [A250]

SISTPROD.Subsistemas\_numero [N]

SISTPROD.Subsistema\_1 [A100]

SISTPROD.Subsistema\_2 [A100]

SISTPROD.Subsistema\_3 [A100]

SISTPROD.Subsistema\_4 [A100]

SISTPROD.Subsistema\_5 [A100]

SISTPROD.Subsistema\_6 [A100]

SISTPROD.Area (Manzanas) [N]

SISTPROD.Capital (promedio) [N]

SISTPROD.Mano de Obra [A200]

SISTPROD.Comentarios [M]



isProd_id :	AEF
ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional, autoconsumo exclusivo (A), manao de obra
ubsistemas_numero :	4.00
ubsistema_1 :	Parcela para granos basicos de autoconsumo
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, guineo y mango
ubsistema_3 :	Aves de solar
ubsistema_4 :	Trabajo extra-finca, venta de mano de obra, jornaleros
ubsistema_5 :	
ubsistema_6 :	
rea (Manzanas) :	1.00
apital (promedio) :	2.035.00
ano de Obra :	Familiar, escaza
omentarios :	

isProd_id :	AVEF
ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional, autoconsumo y venta parcial (AV), mano de obra familiar escaza
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela para granos basicos (autoconsumo y venta)
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, musaceas y mango
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Trabajo extra-finca, venta de mano de obra
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U.. etc.)
ubsistema_6 :	Confeccion de Artesanias
rea (Manzanas) :	1.50
apital (promedio) :	
ano de Obra :	Familiar, escaza
omentarios :	

isProd_id :	COACNT
ist_Prod_descripcion :	Cooperativas, produccion para comercializacion y autoconsumo
ubsistemas_numero :	1.00
ubsistema_1 :	Granos basicos

Monday 8 de July de 199

SISTPRO

Page 1

ubsistema_2 :	Plantaciones de perenes
ubsistema_3 :	parcela de horticolas
ubsistema_4 :	
ubsistema_5 :	
ubsistema_6 :	Pequeno comercio
rea (Manzanas) :	900.00
apital (promedio) :	20,000.00
ano de Obra :	Contratada y asociados
omentarios :	

isProd_id :	GBGEF
Ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional intensivo, venta parcial y autoconsumo.
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basicos
ubsistema_2 :	Huerto Familiar de solar. musaceas, mango. citricos.
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Ganaderia Extensiva: bovinos de doble proposito
ubsistema_5 :	Trabajo Extra-finca: venrta de mano de obra
ubsistema_6 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
rea (Manzanas) :	2.50
apital (promedio) :	3.500.00
ano de Obra :	Exclusivamente familiar
omentarios :	

isProd_id :	GBHIEF
Ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional intensivo, venta parcial y autoconsumo (grnos
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela, grnos basicos y hortalizas (chile, tomate, pipian, etc.)
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, musaceas , mango. citiricos
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Trabajo extra-finca. venta de mano de obra, jornalero
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Pequeno Comercio
rea (Manzanas) :	2.30

Capital (promedio) :	3,300.00
año de Obra :	Familiar, escasa
Comentarios :	

isProd_id :	GBICESF
ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional intensivo, venta parcial y autoconsumo
ubsistemas_numero :	7.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basicos
ubsistema_2 :	Perenes en plantacion (cafe, citricos, papaya, mango,
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves, porcinos, cabras
ubsistema_4 :	Trabajo extra-finca, venta de mano de obra
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Pequeno Comercio

rea (Manzanas) :	2.50
Capital (promedio) :	3,500.00
año de Obra :	Escencialmente familiar, ocasionalmente contratada
Comentarios :	

isProd_id :	GEXCNT
ist_Prod_descripcion :	Sistema de Ganaderia exclusiva, comercializacion y
ubsistemas_numero :	4.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basico
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, musaceas, citricos, mango
ubsistema_3 :	Ganaderia de corral, especies menores: aves, porcinos, caprinos
ubsistema_4 :	Ganaderia extensiva en rastrojo y potreros: doble proposito
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Pequeno Comercio

rea (Manzanas) :	65.00
Capital (promedio) :	17,500.00
año de Obra :	Escencialmente contratada, alguna familiar
Comentarios :	

isProd_id :	GINTCNT
-------------	---------

lst_Prod_descripcion :	Sistema de Ganaderia Intensiva, comercializacion
ubsistemas_numero :	4.00
ubsistema_1 :	Potreros artificiales
ubsistema_2 :	Parcela de granos basicos
ubsistema_3 :	Ganaderia de corral, especies menores:aves,
ubsistema_4 :	Huerto familiar de solar, musaceas, citricos, mango
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Pequeno Comercio o servicio de transportacion
rea (Manzanas) :	65.00
apital (promedio) :	17,500.00
ano de Obra :	Escencialmente contratada, alguna familiar
omentarios :	

isProd_id :	OSFCNT
lst_Prod_descripcion :	Sistema para comercializacion, escencialmente venta, fincas
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basicos y hortalizas
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Ganaderia extensiva: bovinos de doble proposito
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Servicio de transportacion
rea (Manzanas) :	13.00
apital (promedio) :	6.500.00
ano de Obra :	Escencialmente contratada
omentarios :	

isProd_id :	SFEF
lst_Prod_descripcion :	Sistema tradicional/comercial familiar, venta con autoconsumo
ubsistemas_numero :	7.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basicos
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, musaceas, mango, citricos
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Transportacion: alquiler de transporte
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Ganaderia extensiva (bovinos)

rea (Manzanas) : 9.50

apital (promedio) : 6,000.00

año de Obra : Exclusivamente familiar

comentarios :

isProd\_id : SFEF2

ist\_Prod\_descripcion : Sistema tradicional en superficies mayores, venta y autoconsumo

ubsistemas\_numero : 6.00

ubsistema\_1 : Parcela de granos basicos

ubsistema\_2 : Huerto familiar de solar, musaceas, mango, citricos

ubsistema\_3 : Ganaderia de solar: aves, porcinos, caprinos

ubsistema\_4 : Ganaderia extensiva: bovinos de doble proposito

ubsistema\_5 : Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)

ubsistema\_6 : Parcela de orticolas o plantacion de perenes

rea (Manzanas) : 60.00

apital (promedio) : 17,000.00

año de Obra : Contratada

comentarios :

SC.Sistema de cultivo Id [N]

SC.Descripción sist cultivo [A100]

SC.Cultivo 1 [S]

SC.Cultivo 2 [S]

SC.Cultivo 3 [S]

SC.Cultivo 4 [S]

SC.Fecha siembra 1 [A5]

SC.Fecha siembra 2 [A5]

SC.Fecha siembra 3 [A5]

SC.Fecha siembra 4 [A5]

SC.Intercalación [A100]

SC.Quema (T=True, F=False) [L]

SC.Tipo fert 1 cultivo 1 [A30]

SC.Cant fert 1 cult 1 qq/mz [N]

SC.Tipo fert 2 cultivo 1 [A30]

SC.Cant fert 2 cult 1 qq/mz [N]

SC.Tipo fert 1 cultivo 2 [A30]

SC.Cant fert 1 cult 2 qq/mz [N]

SC.Tipo fert 2 cultivo 2 [A30]

SC.Cant fert 2 cult 2 qq/mz [N]

SC.Siembra 1: horas/mz [N]

REQCULT.Código cultivo [S]  
REQCULT.Nombre [A30]  
REQCULT.Familia [A30]  
REQCULT.Nombre científico [A40]  
REQCULT.Eco 2 [S]  
REQCULT.Código Uso [A30]  
REQCULT.Clima [A25]  
REQCULT.GMIN [S]  
REQCULT.GMAX [S]  
REQCULT.KTMP [S]  
REQCULT.TMIN [S]  
REQCULT.TOPMN [S]  
REQCULT.TOPMX [S]  
REQCULT.TMAX [S]  
REQCULT.RMIN [S]  
REQCULT.ROPMN [S]  
REQCULT.ROPMX [S]  
REQCULT.RMAX [S]  
REQCULT.LIG [A10]  
REQCULT.LIGR [A10]  
REQCULT.PHO [A10]  
REQCULT.TEXT [A10]  
REQCULT.TEXTR [A10]  
REQCULT.DEP [A10]  
REQCULT.DEPR [A10]  
REQCULT.DRA [A10]  
REQCULT.DRAR [A10]  
REQCULT.PHMIN [N]  
REQCULT.PHOPMN [N]  
REQCULT.PHOPMX [N]  
REQCULT.PHMAX [N]  
REQCULT.SAL [A10]  
REQCULT.SALR [A10]  
REQCULT.FER [A10]  
REQCULT.FERR [A10]  
REQCULT.LIMITS [A10]

IsProd_id :	AEF
Ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional, autoconsumo exclusivo (A), mano de obra
ubsistemas_numero :	4.00
ubsistema_1 :	Parcela para granos basicos de autoconsumo
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, guineo y mango
ubsistema_3 :	Aves de solar
ubsistema_4 :	Trabajo extra-finca, venta de mano de obra, jornaleros
ubsistema_5 :	
ubsistema_6 :	
rea (Manzanas) :	1.00
apital (promedio) :	2,035.00
ano de Obra :	Familiar, escaza
omentarios :	

IsProd_id :	AVEF
Ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional, autoconsumo y venta parcial (AV), mano de obra familiar escaza
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela para granos basicos (autoconsumo y venta)
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, musaceas y mango
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Trabajo extra-finca, venta de mano de obra
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Confeccion de Artesanias
rea (Manzanas) :	1.50
apital (promedio) :	
ano de Obra :	Familiar, escaza
omentarios :	

IsProd_id :	COACNT
Ist_Prod_descripcion :	Cooperativas, produccion para comercializacion y autoconsumo
ubsistemas_numero :	1.00
ubsistema_1 :	Granos basicos



ubsistema_2 :	Plantaciones de perenes
ubsistema_3 :	parcela de horticolas
ubsistema_4 :	
ubsistema_5 :	
ubsistema_6 :	Pequeno comercio
rea (Manzanas) :	900.00
apital (promedio) :	20.000.00
año de Obra :	Contratada y asociados
omentarios :	

IsProd_id :	GBGEF
Ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional intensivo, venta parcial y autoconsumo,
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basicos
ubsistema_2 :	Huerto Familiar de solar, musaceas, mango, citricos,
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Ganaderia Extensiva: bovinos de doble proposito
ubsistema_5 :	Trabajo Extra-finca: venta de mano de obra
ubsistema_6 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
rea (Manzanas) :	2.50
apital (promedio) :	3.500.00
año de Obra :	Exclusivamente familiar
omentarios :	

IsProd_id :	GBHIEF
Ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional intensivo, venta parcial y autoconsumo (grnos
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela, grnos basicos y hortalizas (chile, tomate, pipian, etc.)
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, musaceas, mango, citricos
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Trabajo extra-finca, venta de mano de obra, jornalero
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Pequeno Comercio
rea (Manzanas) :	2.30

apital (promedio) : 3,300.00

ano de Obra : Familiar, escaza

omentarios :

IsProd\_id : GBICESF

Ist\_Prod\_descripcion : Sistema tradicional intensivo, venta parcial y autoconsumo

ubsistemas\_numero : 7.00

ubsistema\_1 : Parcela de granos basicos

ubsistema\_2 : Perenes en plantacion (cafe, citricos, papaya, mango,

ubsistema\_3 : Ganaderia de solar: aves, porcinos, cabras

ubsistema\_4 : Trabajo extra-fincA, venta de mano de obra

ubsistema\_5 : Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)

ubsistema\_6 : Pequeno Comercio

rea (Manzanas) : 2.50

apital (promedio) : 3,500.00

ano de Obra : Escencialmente familiar, ocasionalmente contratada

omentarios :

IsProd\_id : GEXCNT

Ist\_Prod\_descripcion : Sistema de Ganaderia exclusiva, comercializacion y

ubsistemas\_numero : 4.00

ubsistema\_1 : Parcela de granos basico

ubsistema\_2 : Huerto familiar de solar, musaceas, citricos, mango

ubsistema\_3 : Ganaderia de corral, especies menores: aves,  
porcinos, caprinosubsistema\_4 : Ganaderia extensiva en rastrojo y potreros: doble  
proposito

ubsistema\_5 : Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)

ubsistema\_6 : Pequeno Comercio

rea (Manzanas) : 65.00

apital (promedio) : 17,500.00

ano de Obra : Escencialmente contratada, alguna familiar

omentarios :

IsProd\_id : GINTCNT

Monday 8 de July de 199

SISTPRO

Page

ist_Prod_descripcion :	Sistema de Ganaderia Intensiva, comercializacion
ubsistemas_numero :	4.00
ubsistema_1 :	Potreros artificiales
ubsistema_2 :	Parcela de granos basicos
ubsistema_3 :	Ganaderia de corral, especies menores: aves,
ubsistema_4 :	Huerto familiar de solar, musaceas. citricos. mango
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Pequeno Comercio o servicio de transportacion
rea (Manzanas) :	65.00
apital (promedio) :	17,500.00
ano de Obra :	Escencialmente contratada, alguna familiar
omentarios :	

isProd_id :	OSFCNT
ist_Prod_descripcion :	Sistema para comercializacion, escencialmente venta, fincas
ubsistemas_numero :	6.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basicos y hortalizas
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Ganaderia extensiva: bovinos de doble proposito
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Servicio de transportacion
rea (Manzanas) :	13.00
apital (promedio) :	6,500.00
ano de Obra :	Escencialmente contratada
omentarios :	

isProd_id :	SFEF
ist_Prod_descripcion :	Sistema tradicional/comercial familiar, venta con autoconsumo
ubsistemas_numero :	7.00
ubsistema_1 :	Parcela de granos basicos
ubsistema_2 :	Huerto familiar de solar, musaceas. mango, citricos
ubsistema_3 :	Ganaderia de solar: aves y porcinos
ubsistema_4 :	Transportacion: alquiler de transporte
ubsistema_5 :	Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)
ubsistema_6 :	Ganaderia extensiva (bovinos)

rea (Manzanas) : 9.50

Capital (promedio) : 6,000.00

año de Obra : Exclusivamente familiar

Comentarios :

IsProd\_Id : SFEF2

Ist\_Prod\_descripción : Sistema tradicional en superficies mayores, venta y autoconsumo

ubsistemas\_numero : 6.00

ubsistema\_1 : Parcela de granos basicos

ubsistema\_2 : Huerto familiar de solar, musaceas, mango, citricos

ubsistema\_3 : Ganaderia de solar: aves, porcinos, caprinos

ubsistema\_4 : Ganaderia extensiva: bovinos de doble proposito

ubsistema\_5 : Remesas de dinero del extranjero (E.U., etc.)

ubsistema\_6 : Parcela de orticolas o plantacion de perenes

rea (Manzanas) : 60.00

Capital (promedio) : 17,000.00

año de Obra : Contratada

Comentarios :

## APENDICE 3

DEPARTAM.Departamento [A25]  
DEPARTAM.Departamento sigla [A2]  
DEPARTAM.Código departamento [N]  
DEPARTAM.Nombre\_1 [A25]  
DEPARTAM.Cabecera departamental [A25]  
DEPARTAM.Superficie (km²) [N]  
DEPARTAM.Poblacion total 1971 [N]  
DEPARTAM.Poblacion total 1992 [N]  
DEPARTAM.Poblacion rural [N]  
DEPARTAM.Poblacion femenina [N]  
DEPARTAM.Red vial especial [N]  
DEPARTAM.Red vial primaria [N]  
DEPARTAM.Red vial secundaria [N]  
DEPARTAM.Red vial terciaria [N]  
DEPARTAM.Red vial rural [N]  
DEPARTAM.Red vial total [N]  
DEPARTAM.Total emigrantes [N]  
DEPARTAM.Total emigrantes hombres [N]  
DEPARTAM.Total emigrantes mujeres [N]  
DEPARTAM.Total emi urbana hombre [N]  
DEPARTAM.Total emi urbana mujer [N]  
DEPARTAM.Total emi rural hombre [N]  
DEPARTAM.Total emi rural mujer [N]  
DEPARTAM.Ayuda financ ext total [N]  
DEPARTAM.Ayuda total urbana [N]  
DEPARTAM.Ayuda total rural [N]  
DEPARTAM.Ayuda urbana total .. [N]  
DEPARTAM.Ayuda urbana hombres [N]  
DEPARTAM.Ayuda urbana mujeres [N]  
DEPARTAM.Ayuda rural total .. [N]  
DEPARTAM.Ayuda rural hombres [N]  
DEPARTAM.Ayuda rural mujeres [N]  
DEPARTAM.Poblacion total [N]  
DEPARTAM.Poblacion sin impediment [N]  
DEPARTAM.Pob impedimentos total [N]  
DEPARTAM.Pob impedi ceguera [N]  
DEPARTAM.Pob impedi sordera [N]  
DEPARTAM.Pob impedi mudez [N]  
DEPARTAM.Pob impedi ret mental [N]  
DEPARTAM.Pob impedi invali super [N]  
DEPARTAM.Pob impedi invali inf [N]  
DEPARTAM.Pob > 1 impedimiento [N]  
DEPARTAM.Priorizacion DGPEs [N]  
DEPARTAM.Sin servicio agua [N]

MUNICIPI.Municipio [A30]  
MUNICIPI.Departamento [A25]  
MUNICIPI.Código municipio [A25]  
MUNICIPI.Número [N]  
MUNICIPI.Cabecera municipal [A23]  
MUNICIPI.Superficie [N]  
MUNICIPI.Priorización DGPES [N]  
MUNICIPI.Población total 1977 [N]  
MUNICIPI.Población total 1992 [N]  
MUNICIPI.Población hombres 1992 [N]  
MUNICIPI.Población mujeres 1992 [N]  
MUNICIPI.Población rural 1992 [N]  
MUNICIPI.Población rural mujer 92 [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL > 5 años 92 [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL ALFABETIZADA [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL ANALFABETA [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL URBANA [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL URB ALFABETA [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL URB ANALFABETA [N]  
MUNICIPI.POBL RURAL > 5 AN TOTAL [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL RUR ALFABETA [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL RUR ANALFABETA [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL >10 ANOS 92 [N]  
MUNICIPI.POBL TOTAL ACTIVOS [N]  
MUNICIPI.TOTAL ACT OCU [N]  
MUNICIPI.TOTAL ACT DES [N]  
MUNICIPI.TOTAL ACT DES TRABAJO BT [N]  
MUNICIPI.TOTAL ACT DES TRABAJO NB [N]  
MUNICIPI.TOTAL ACT DES BT [N]  
MUNICIPI.TOTAL >10 NO ACTIVOS [N]  
MUNICIPI.HOMBRE > 10 ANOS [N]  
MUNICIPI.HOM ACTIVOS [N]  
MUNICIPI.HOM ACT OCU [N]  
MUNICIPI.HOM ACT DES [N]  
MUNICIPI.HOM ACT DES TRABAJO BT [N]  
MUNICIPI.HOM ACT DES TRABAJO NB [N]  
MUNICIPI.HOM ACT DES BT [N]  
MUNICIPI.HOM > 10 ANOS NO ACT [N]  
MUNICIPI.HOMBRES > 5 años [N]  
MUNICIPI.CRURTOT [N]  
MUNICIPI.CRURIND [N]  
MUNICIPI.CRURAPT [N]  
MUNICIPI.CRURPEC [N]  
MUNICIPI.CRURPDM [N]

CANTONES.Cantón [A25]

CANTONES.Municipio [A25]

CANTONES.Código cantón [A25]

CANTONES.Código municipio [A25]

CANTONES.X-centro [N]

CANTONES.Y-centro [N]



CASERIOS.Caserio [A25]

CASERIOS.Código caserio [A25]

CASERIOS.Cantón [A25]

CASERIOS.Código cantón [A25]

CASERIOS.Municipio [A25]

CASERIOS.Código municipio [A25]

CASERIOS.Superficie (km²) [N]

CASERIOS.Población total 1977 [S]

CASERIOS.Población total 1992 [S]

CASERIOS.Número de viviendas 92 [S]

CASERIOS.Jefe familia hombre [S]

CASERIOS.Jefe familia mujer [S]

## APENDICE 4

AGENCIA.Agencia Id [S]

AGENCIA.GYTT id [N]

AGENCIA.Nombre Agencia [A30]

AGENCIA.CDT id [S]

AGENCIA.Jefe de Agencia [A30]

AGENCIA.Número de Sectores [S]

GYTT.GyTT-Id [N]

GYTT.CDT-Id [S]

GYTT.Código GyTT [A5]

GYTT.Nombre GyTT [A30]

GYTT.Lider GyTT [A50]

GYTT.Número de Agencias [S]

CDT.CDT-id [S]

CDT.Nombre CDT [A30]

CDT.Gerente [A30]

CDT.Número de GYTTs [S]

- CENTAEXT.Extensionista [A30]
- CENTAEXT.Código ext [S]
- CENTAEXT.CDT id [S]
- CENTAEXT.Agencia id [S]
- CENTAEXT.Sector id [S]

RUTA.Ruta id [N]

RUTA.Sector id [N]

RUTA.Nombre extensionista [A30]

RUTA.Agencia id [N]

RUTA.GyTT id [N]

RUTA.CDT id [N]

RUTA.Número de CVP [N]

CENTAPRO.Código PE [N]

CENTAPRO.Código ruta [N]

CENTAPRO.Extensionista [A30]

CENTAPRO.CDT [S]

CENTAPRO.Agencia [S]

CENTAPRO.Sector [S]

CENTAPRO.Ruta [S]

CENTAPRO.CVP [S]

CENTAPRO.Nombre PE [A30]

CENTAPRO.Número de PV [S]

CENTAPRO.PV 1 [A25]

CENTAPRO.PV 2 [A25]

CENTAPRO.PV 3 [A25]

CENTAPRO.PV 4 [A25]

CENTAPRO.PV 5 [A25]

CENTAPRO.PV 6 [A25]

CENTAPRO.PV 7 [A25]

CENTAPRO.PV 8 [A25]

CENTAPRO.PV 9 [A25]

CENTAPRO.PV 10 [A25]



NOMBRES4.NOMBRE [A30]

NOMBRES4.CODE [N]

NOMBRES4.NUMBER [S]

NOMBRES4.EXACT [S]

NOMBRES4.X [N]

NOMBRES4.Y [N]

UTIPRO.Nombre [A30]

UTIPRO.Código UTI [N]

UTIPRO.Tenencia [A25]

UTIPRO.Edad [N]

UTIPRO.Alfabetismo [L]

UTIPRO.Educación [A15]

UTIPRO.Area cultivada (Mz) [N]

- UTI.Código UTI [N]
- UTI.Caserío [A25]
- UTI.Cantón [A25]
- UTI.Municipio [A25]
- UTI.Extensionista [A30]
- UTI.Foto aérea 1 [A15]
- UTI.Foto aérea 2 [A15]

## **RÉLACIONES ENTRE LAS BASES DE DATOS**

# Zonas Agroecológicas

ZA-id	ST-id				

# Sistemas de Tierras

ST-id					

# Celdas Agroecológicas

CA-id	ZA-id	FT-id			

# Facetas de Tierras

FT-id	ST-id	SS-id	SPI-id		

Hacia uso actual, potencial, tenencia, etc.

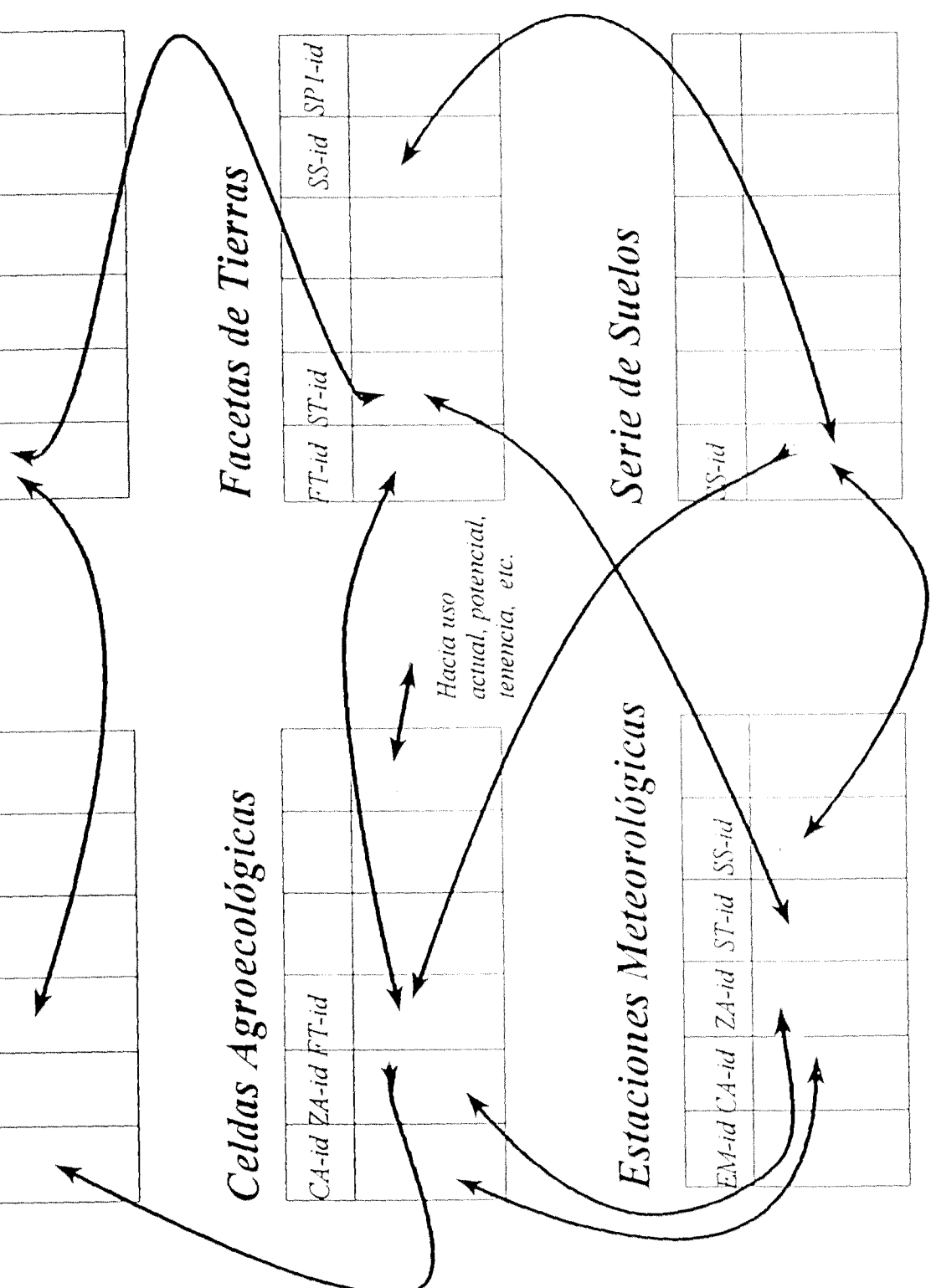
# Estaciones Meteorológicas

EM-id	CA-id	ZA-id	ST-id	SS-id	

# Serie de Suelos

SS-id					

DIAGRAMA 1



*Sistemas de Tierras*

ST-id					

*Fisiografía General*

FG-id	ST-id				

*Facetas de Tierras*

FT-id	ST-id	GS-id			

*Grupos de Suelos (unidad de mapeo)*

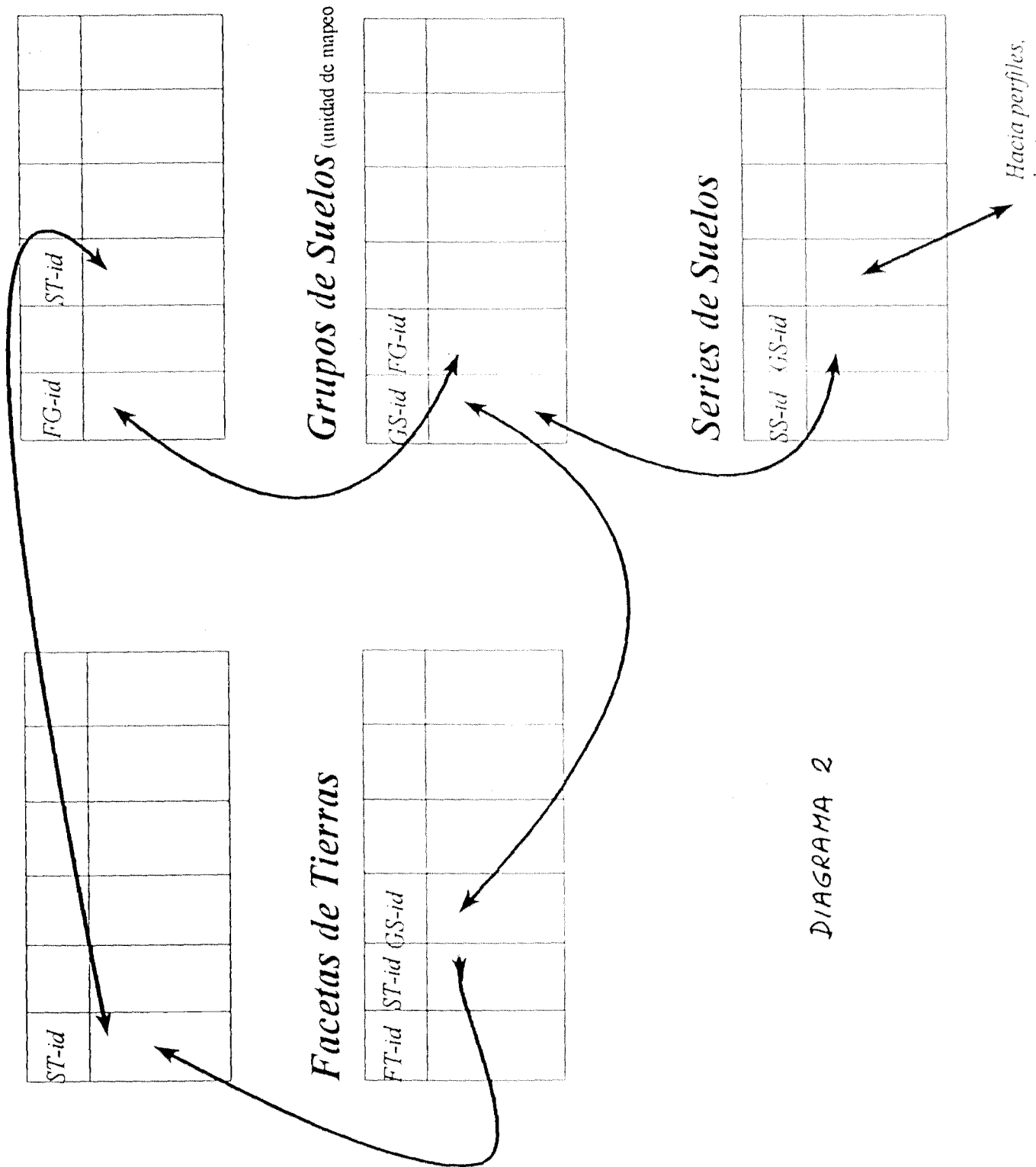
GS-id	FG-id				

*Series de Suelos*

SS-id	GS-id				

*Hacia perfiles,  
horizontes, etc.*

DIAGRAMA 2



*Serie de Suelos*

SS-id					

*Parcela del productor*

PP-id	SS-id	PR-id		

Hacia uso etc.

*Descripción del perfil (pedon)*

PF-id	SS-id				

*Muestras de suelos superficiales para recomendaciones de fertilización*

MU-id	HR-id	PR-id	SS-id	FT-id

*Características de horizontes*

HR-id	PF-id				

DIAGRAMA 3

## Celdas Agroecológicas

CA-id	ZA-id	FT-id		

## Demografía de Productores y sus familias

DP-id					

Hacia CENTA,  
etc.

## Uso Actual

UA-id	CA-id	1994	1995	1996	TUT

## Sistemas de Producción (unidad familiar)

SP-id					

## Parcela de Productor

PP-id	UA-id	SP-id	DP-id	SC-id

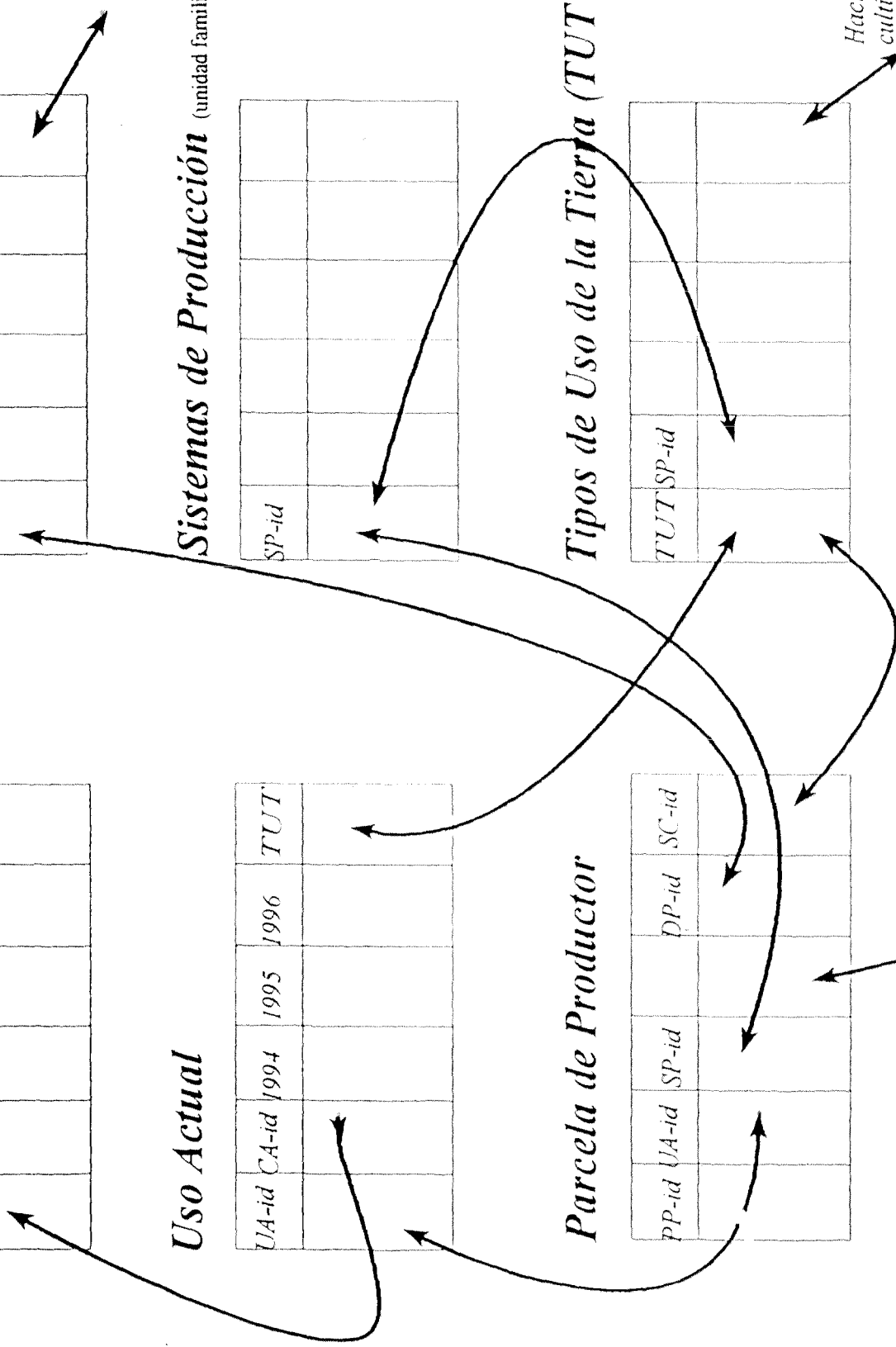
Hacia suelo,  
actividades,  
etc.

## Tipos de Uso de la Tierra (TUT's)

TUTSP-id					

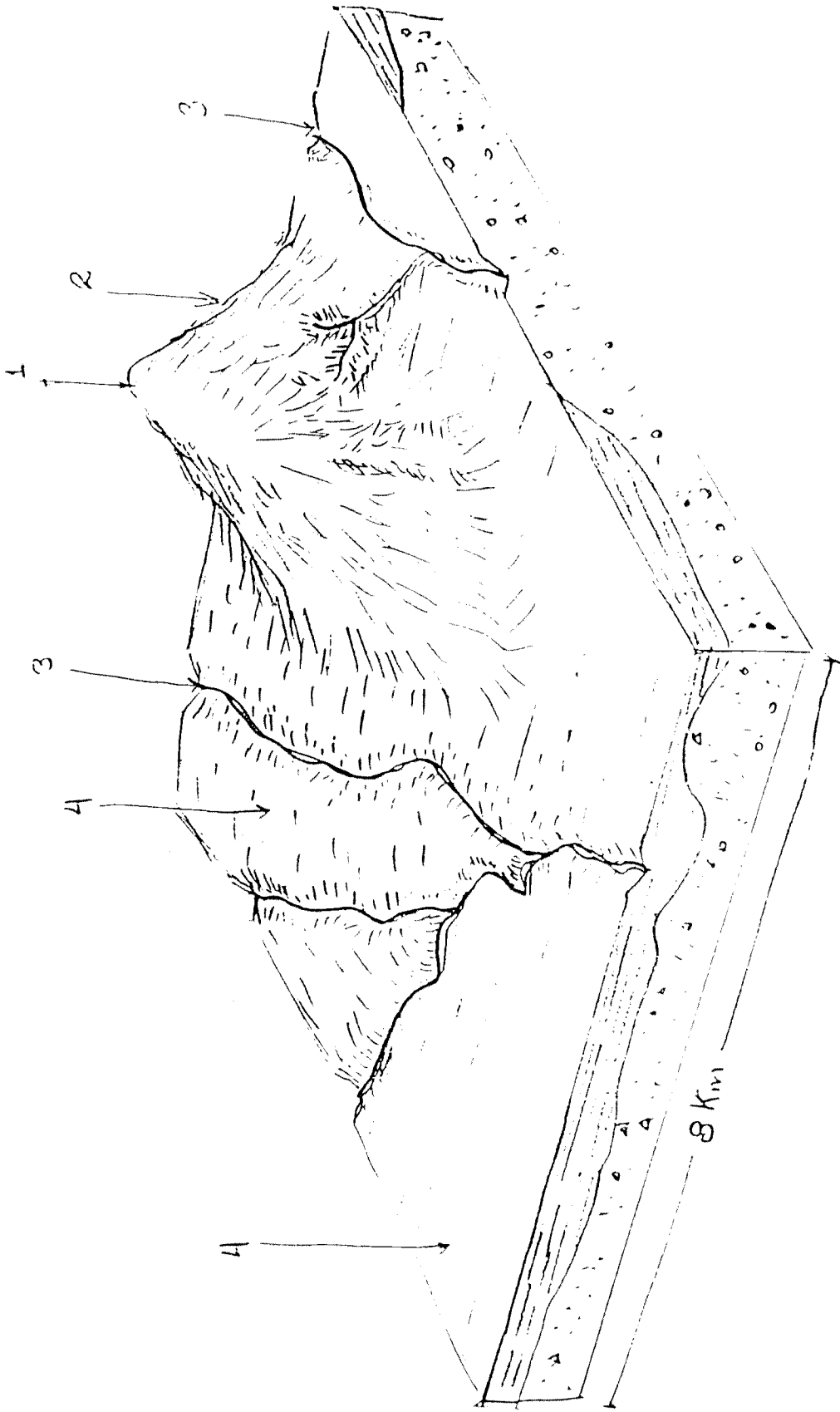
Hacia sistemas de  
cultivo, rubros,  
economía etc.

DIAGRAMA 4





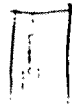
RESULTADOS DEL  
ESTUDIO DE CASO  
(parciales)

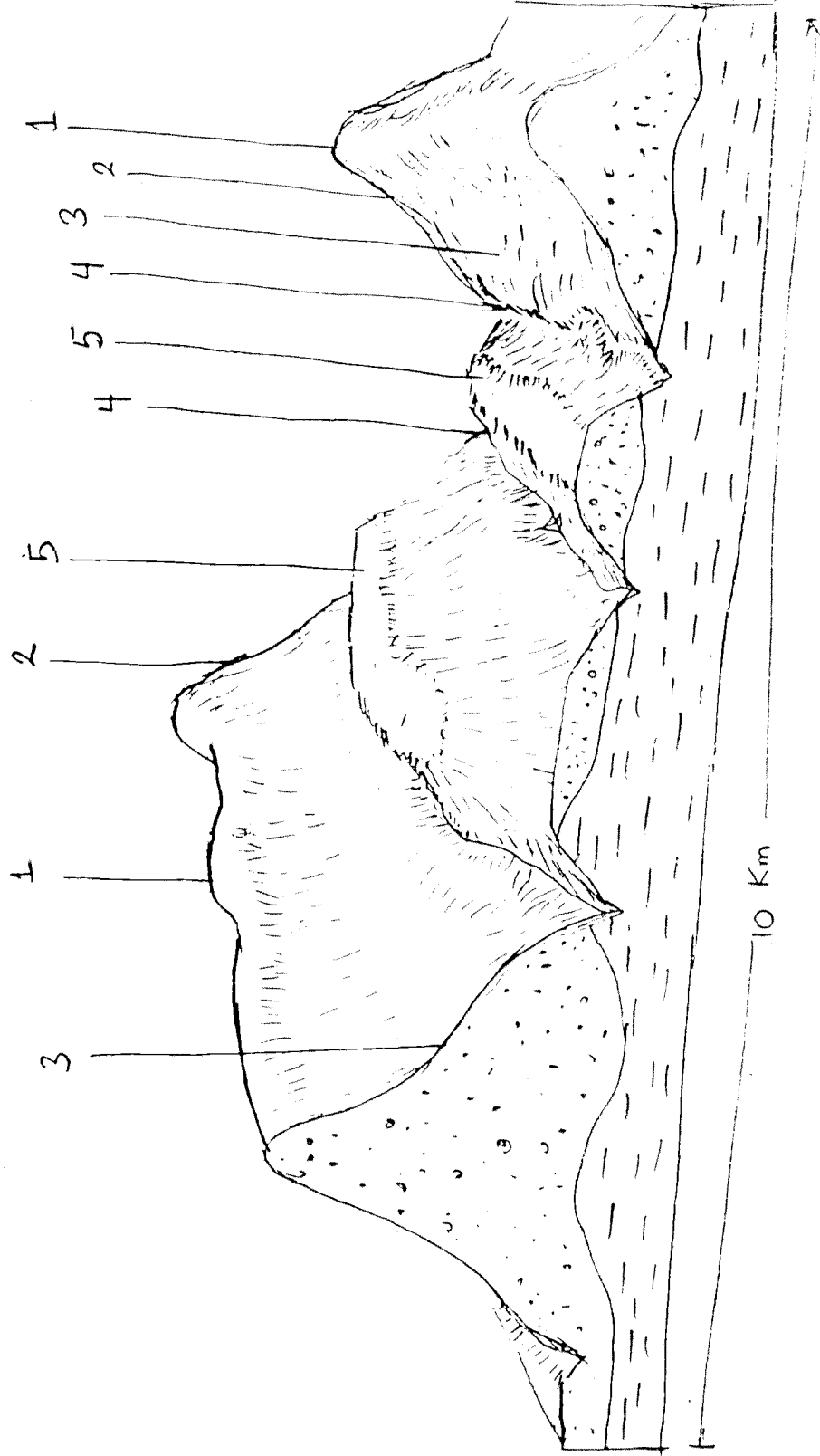


SISTEMA DE TIERRAS  
1401 "DOLORÉS"

SEDIMENTOS  
FLUVIALES Y ALUVIALES

PIROCLASTICAS Y EFICLASTICAS  
LAVAS INTERMEDIAS Y BÁSICAS






SISTEMA DE TIERRAS

1402 "SENSUNTEPEQUE"


 LAVAS Y TORMAS  
 ANDESITICAS


 PIROCLASTICOS Y  
 CENIZAS VOLCANICAS

