

IICA / CReA  
PROCIANDINO / REDAMACS



*Curso*  
*"Evaluación de Tierras*  
*y Sostenibilidad de la Agricultura*  
*en la Región Andina"*

ANDINO  
5  
7

**CURSO EVALUACIÓN DE TIERRAS Y SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA EN LA REGIÓN ANDINA (1997, TÁCHIRA, VEN.).** 1997. [Trabajos presentados]. Ed. por Félix J. Chirinos; Elio Pérez S. Maracay, Ven., IICA/CReA/PROCIANDINO/REDAMACS. 97 p.  
**ISBN 980-318-099-1**

AGRIS: E11 - P36 - P10

DESCRIPTORES: VENEZUELA; VOCACIÓN DE LA TIERRA; CLASIFICACIÓN DE TIERRAS; UTILIZACIÓN DE LA TIERRA; CONSERVACIÓN DE SUELOS; CONSERVACIÓN DE AGUAS; CUENCA RÍO PEREÑO, TÁCHIRA; SISTEMA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:SIG; SISTEMA AUTOMATIZADO EVALUACIÓN DE TIERRAS: ALES; *Solanum tuberosum*; PAPA VAR. GRANOLA; *Coffea arabica*; CAFÉ TÍPICA TRADICIONAL; CAFÉ TÍPICA MEJORADO.



IICA / CReA  
PROCIANDINO/REDAMACS

*Curso*  
*“Evaluación de Tierras y*  
*Sostenibilidad de la Agricultura*  
*en la Región Andina”*

Venezuela, 24 de febrero al 7 de marzo de 1997



ISBN 980-318-099-1

JICA  
PROSCANDINO  
#85  
MFN-  
7777

## ***Introducción***

***El curso sobre Evaluación de Tierras y Sostenibilidad de la Agricultura en la Región Andina*** enmarca dentro del plan de trabajo del Proyecto de INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN ECOSISTEMAS ANDINOS coordinado por REDAMACS con el concurso de la cooperación técnica recíproca entre los países de la región.

*En dicho proyecto se hace énfasis en los estudios integrales del uso de la tierra con base en la influencia de las condiciones ambientales y socioculturales del entorno en interacción con los factores tecnológicos y económicos que afectan la sostenibilidad.*

*Con este marco de acción, el curso concentra las discusiones y análisis en una microcuenca (subcuenca del río Pereño del estado Táchira, Venezuela) que sirvió como piloto para que las destrezas y experiencias logradas en la metodología de evaluación de tierras y en la definición de indicadores de sostenibilidad puedan ser usadas en la microcuencas pilotos de cada país.*

*Consideramos que los propósitos y los productos esperados del curso fueron logrados, dado el alto interés y participación de los cursantes y la calidad de las exposiciones del evento.*



## *Contenido*

Introducción	5
Cronograma de trabajo	7
Instructores y participantes	9
Resumen sobre el tema presentado por J. A. Comerma en el curso evaluación de tierras e indicadores de sostenibilidad	11
Directivas del proceso de evaluación de tierras y premisas para la descripción de Unidades de Tierras y Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)	13
Filosofía y conceptos de indicadores de sostenibilidad	28
Análisis y estudio de los riesgos de la erosión y degradación en las Unidades de tierras seleccionadas	34
Ejercicio práctico para identificación de indicadores de sostenibilidad	41
Establecimiento de indicadores de sostenibilidad para los usos café típica (bajo insumo) y papa granola bajo riego en la microcuenca del río San Parote, cuenca del río Pereño	46
Resumen de la exposición del profesor Omar Gabaldón M. Durante el curso de "Evaluación de Tierras y Sostenibilidad de la Agricultura en la Región Andina"	49
Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y su uso con el Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras (ALES)	50
Trabajos de grupos - Informes	
Grupo 1. Evaluación de tierras en la cuenca del río Pereño para el Tipo de Utilización de Tierras papa granola bajo riego	57
Grupo 2. Evaluación automatizada de tierras de la microcuenca del río San Parote (Queniquea) estado Táchira - Venezuela	59
Grupo 3. Evaluación de tierras para los TUT'S Café Típica tradicional y Café Típica mejorado, para la cuenca del río Pereño sector "San Parote"	69
Participantes	95



*Curso "Evaluación de Tierras y Sostenibilidad de la Agricultura en la Región Andina"*

Patrocinado por

IICA / PROCIANDINO - FONAIAP - UNET - MARNR

**Propósitos**

Analizar y discutir metodologías para evaluar la sostenibilidad del Uso de la Tierra a través de indicadores, usando como instrumento el esquema de Evaluación de Tierras de la FAO.

Se concentrará el análisis en un caso piloto (subcuenca del río Pereño del estado Táchira) donde se discutirá las problemáticas de los sistemas de uso, tomando en consideración las condiciones agroecológicas y socioeconómicas, y las tecnologías disponibles para derivar las relaciones causales y visualizar indicadores que permitan medir la sostenibilidad o insostenibilidad de los usos.

**Productos**

Se espera el adiestramiento de los especialistas de los países en las metodologías de Evaluación de Tierras y en la definición de indicadores, mediante el método tradicional y automatizado que además de desarrollar destrezas, fortalezca el espíritu crítico de los participantes.

**Cronograma de Trabajo**

**Domingo 23 de febrero**

Llegada de los participantes a Cúcuta/Colombia y trasladados a San Cristóbal, Táchira/Venezuela.

**Lunes 24 de febrero**

8:00 - 8:30 a.m. Inauguración del Evento (Programa Especial). Invitación a autoridades de FONAIAP, CIDIAT, MARNR, IICA/PROCIANDINO y de la Universidad Nacional del Estado Táchira.

8:30 - 9:00 a.m. Enfoque y proyección estratégica de REDAMACS/PROCIANDINO. *Antonio Sánchez y Nelson Rivas V.*

9:30 - 12:00 m. Directivas del proceso de Evaluación de Tierras y premisa para la descripción de Unidades de Tierras, Tipos de Utilización de la Tierra (TUT).  
*Juan Comerma.*

2:00 - 3:30 p.m. Continúa la discusión anterior

3:30 - 5:30 p.m. Filosofía y conceptos sobre indicadores de sostenibilidad para los sistemas de uso y su aplicación a diferentes niveles de detalles.  
*Irma Baquero y especialistas del CIAT,*

**Martes 25 de febrero**

6:00 a.m. - 2:00 p.m. Visita al área piloto (población de Queniquea/estado Táchira). Presentación e información sobre el área.  
*Antonio Chacín.*

2:00 - 7:00 pm. Traslado a la ciudad de Mérida donde se realizará el resto del evento.

**Miércoles 26 de febrero**

8:30 - 9:00 am. Instalación del evento en el CIDIAT/estado Mérida. *Tomás Bades y Fernando Delgado.*

9:00 - 12:30 m. Proceso de Selección y Valorización de cualidades de la Tierra.  
*Juan Comerma y Napoleón Fernández.*

2:00 - 6:00 p.m. Continúa el proceso de Selección y Valorización.

**Jueves 27 de febrero**

8:00 a.m. - 12:30 p.m. Mecanismos de Armonización en función de los requerimientos de TUT y de la Valorización de las cualidades de la tierra. *Juan Comerma, Napoleón Fernández y Javier Sánchez.*

2:00 - 6:00 p.m. Valorización Física de Tierra. *Juan Comerma.*

**Viernes 28 de febrero**

8:00 a.m. - 12:30 p.m. Valorización Financiera de la Tierra. *Omar Gabaldón M.*

2:00 - 6:00 p.m. Discusión sobre la pertinencia y compatibilidad de los indicadores de sostenibilidad y el proceso de Evaluación de Tierras. *Papelistas: Irma Baquero, Juan Comerma, Javier Sánchez, Omar Gabaldón y especialistas del CIAT.*

**Sábado 1<sup>er</sup> de marzo**

8:00 - 12:30 p.m. Continúa la discusión anterior.

**Lunes 3 de marzo**

8:00 a.m. - 12:30 pm. Introducción sobre los Sistemas de Información Geográfica y su uso con el Sistema de Evaluación Automatizado de Tierras (ALES). *Antonio Jiménez y Luis Carrero.*

2:00 - 6:00 p.m. Continúa Información sobre Sistemas de Información Geográfica y Sistema de Evaluación Automatizada de Tierras.

**Martes 4 hasta jueves 6 de marzo**

Aplicación del Sistema de Evaluación Automatizado de Tierras sobre la subcuenca del río Pereño. *Antonio Jiménez y Luis Carrero.*

**Viernes 7 de marzo**

8:00 a.m. - 12:30 p.m. Presentación de los resultados de la Evaluación realizada con el Sistema de Evaluación Automatizado de Tierras.

2:00 - 5:00 p.m. Continuación.

5:00 - 6:00 p.m. Clausura

**Sábado 8 de marzo**

Retorno de los participantes.

***Organizadores y Aupiciadores del Curso***

Las actividades del Curso se desarrollan dentro del marco de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos -REDAMACS- que opera en el Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología para la Subregión Andina -IICA/PROCIANDINO. En Venezuela coordinan las acciones el FONAIAP con la participación del IICA, MARNR, CIDIAT y la Universidad Nacional del Estado Táchira. Auspicia parcialmente el Convenio IICA/BID ATN\_5214.

La coordinación general del curso estará a cargo de Ing. Agr. Antonio Sánchez.

***Expositores***

Antonio Sánchez/FONAIAP, Juan Comerma/Consultor, Irma Baquero/CORPOICA, Colombia; Antonio Chacín, Antonio Jiménez y Luis Carrero/MARNR; Tomás Banded, Javier Sánchez y Fernando Delgado/CIDIAT; Napoleón Fernández y Omar Gabaldón/Consultores; Nelson Rivas Villamizar/IICA/PROCIANDINO y especialistas del CIAT.

***Participantes***

Asistirán profesionales de los países de la Región Andina, vinculados a las especialidades del manejo sostenido de los recursos naturales. Los institutos de investigación nacional coordinarán la asistencia interinstitucional de al menos dos profesionales de los países participantes del IICA/PROCIANDINO.

**Curso “Evaluación de Tierras y Sostenibilidad  
de la Agricultura en la Región Andina”**

*Instructores*

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Institución</b>	<b>País</b>
Juan Comerma G.	PALMAVEN	Venezuela
Napoleón Fernández	UCV/Fac. de Agronomía	Venezuela
Omar Gabaldón M.	UCV/Fac. de Agronomía	Venezuela
Antonio Jiménez T.	MARNR	Venezuela
Fernando Delgado	CIDIAT	Venezuela
Luis Carrero G.*	MARNR	Venezuela
Irma Baquero H.*	CORPOICA	Colombia
Elizabeth Aguilera G.*	CORPOICA	Colombia*

\* Participante e instructor

*Participantes*

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Institución</b>	<b>País</b>
Hernan Méndez	CORPOICA	Colombia
Carmen Acevedo	UNET	Venezuela
José R. Cova	MARNR	Venezuela
José G. Duque	FONAIAP	Venezuela
Juan C. Rey	FONAIAP	Venezuela
Norberto Rebolledo	Centro Ecológico Táchira	Venezuela
Rafael Pacheco	FONAIAP	Venezuela
Alex Tineo Bermúdez	UNET	Venezuela
Jesús Molina	IBTA	Bolivia
Eduardo Panique	IBTA	Bolivia
Franklin Valverde	INIAP	Ecuador
Elgin G. Plaza	INIAP	Ecuador
Auristela Reynoso	INIA	Perú
Antonio Chacín	MARNR	Venezuela
Fredys Gutiérrez	MARNR	Venezuela
Pedro Yañez	FONAIAP	Venezuela
Alfredo Maggioroni	FONAIAP	Venezuela
Jesús Zambrano	MARNR	Venezuela
Jaime Barroso	FONAIAP	Venezuela
Edna M. Garzón	Inst. Geo Agustín Codazzi	Colombia
Clarisa Valderrama	Univ. Rómulo Gallegos	Venezuela



*Resumen sobre el tema presentado por J. A. Comerma  
en el curso evaluación de tierras e indicadores de sostenibilidad*

*En su parte inicial se destacó la importancia que tienen los procesos de Planificación del Uso de Tierras y el uso del concepto e indicadores de sostenibilidad, en vista del crecimiento de la población y el aumento indiscriminado de la frontera agrícola, sobre todo en áreas frágiles como son las zonas de laderas del área Andina.*

*En el tema de sostenibilidad de las tierras se enfatizó la necesidad de combinar diferentes objetivos como son: el mantener o mejorar la productividad, reducir los riesgos, proteger los recursos naturales, la viabilidad económica y la aceptabilidad social. En cuanto a indicadores se enfatizó su importancia como elementos de prevención de la degradación (indicadores de presiones sobre los recursos), aunque también su uso como elementos de diagnóstico del estado de deterioro actual, así como de elementos de la respuesta de la sociedad ante la degradación.*

*En el tema de Planificación del Uso se presentaron las guías de la FAO en la cual se dio especial énfasis a establecer claramente los objetivos de dicho proceso en cada caso en particular, de allí en adelante dichos objetivos orientaron todos los otros pasos subsiguientes como son: el Inventario de Información de los Recursos, la Evaluación de Tierras, las decisiones sobre los usos a seleccionar, la implantación y monitoreo del plan. Se destacó que la Evaluación de Tierras, que se está viendo en este curso, es un componente de la Planificación y que sus objetivos deben enmarcarse dentro de ese Plan General.*

*Dentro del tema de Evaluación de Tierras de la FAO, se presentaron los principios básicos de dicho sistema que, en esencia, difiere de los anteriores al darle importancia a una detallada descripción de los Usos de la Tierra que se van a analizar como opciones y de allí derivar unos requerimientos que serán analizados frente a la oferta de cualidades que producen las unidades de tierra de la región bajo estudio.*

*Se discutió el concepto de Tipo de Utilización de la Tierra, incluyendo enfoques metodológicos para su*

*determinación en el campo y los elementos para su descripción. Así mismo, se discutió el concepto de Unidad de Tierra, sus atributos expresados como características y cualidades, las ventajas de unos y otros y los criterios más usuales para valorar la cualidades y las formas de describir las unidades de tierra. Se presentaron ejemplos de Tipos de Usos bajo secano y las formas de describir Unidades de Tierra, bajo riego, usos forestales y de ganadería extensiva; Así mismo por cada una de esas formas de uso se describieron las cualidades que presentan las varias directivas de la FAO.*

*Se discutieron los pasos de selección de cualidades pertinentes analizados por cada TUT, las estimaciones de rendimiento de carácter nacional para condiciones óptimas, buenas, regulares y no aceptables de cada TUT; los criterios de valoración de las cualidades con base en la afectación del rendimiento y/o a la dificultad de aplicar las prácticas de manejo y conservación. Se discutieron así mismo los varios métodos para el proceso de armonización, con especial énfasis en la integración de cualidades para ver su interacción y arribar a las valoraciones físicas.*

*Finalmente, se planteó la necesidad de revisar posibilidades de optimizar las aptitudes, sea con mejoras por los agricultores, o mayores manejadas por el Estado o las comunidades; así mismo, los impactos ambientales, que esos usos propuestos como aptos, pudieran tener en zonas aledañas al área bajo estudio.*

*Por último, se presentó un esquema de los pasos más importantes en el proceso de evaluación de tierras; un esquema de los posibles indicadores de sostenibilidad y se desarrolló un ejemplo con los participantes, usando tres unidades de tierras y dos tipos de uso del Valle de Queniquea, sobre los cuales se analizaron ampliamente los enfoques presentados, los resultados de la Evaluación y los posibles indicadores a usar en dicho estudio de caso.*



*Directivas del proceso de evaluación de tierras y premisas para la descripción de Unidades de Tierras, y Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)*

Juan Comerma  
Ing. Agr. PALMAVEN - Venezuela.

**Aspectos de atención en la evaluación de tierras**

**Con énfasis en el estudio del caso Queniquea**

- Establecer objetivos generales y específicos (ejemplo: producción agua y de alimentos).
  - Revisar información existente (estudios previos).
  - Plan de trabajo general (premisas, etapas, nuevos estudios como ejemplo: áreas críticas hidrológicas).
  - Establecer TUT actuales y potenciales pertinentes (ejemplo: para producción agua).
  - Seleccionar cualidades por TUT.
  - Completar información y establecer Unidades de Tierra.
  - Establecer rendimientos (clase nacionales) por TUT.
  - Establecer criterios de valoración de las cualidades por TUT.
  - Estimar rendimientos por cada UT por cada TUT.
  - Desarrollar valoración de cada UT por cada TUT.
  - Establecer criterios para analizar integración de valoraciones individuales.
  - Clasificación física.
- Analizar posibilidades de optimizar UT/TUT. Mejoras menores y mayores.
  - Analizar impacto ambiental general de la cuenca y aguas abajo.
  - Evaluación económica (criterios de ingreso familiar, valor ambiental).
  - Estrategias (como abordar los cambios de uso, financiamiento, educación, etc.).
  - Posibles indicadores (Biofísicos, económicos y sociales, dentro del marco de los de Presión, Estado y Respuesta).

**Sostenibilidad de las tierras**

Incluye aspectos de recursos naturales, impacto ambiental, viabilidad económica, biodiversidad y justicia social.

Factores en la ecuación oferta-demanda de la sostenibilidad y el manejo de la tierra.

- Áreas apropiadas para la producción agropecuaria son limitadas.
- El aumento de las poblaciones y su presión por las tierras produce cambios drásticos en su uso, afectando la biodiversidad, la relación geosfera-biosfera (ciclos biogeoquímicos).
- Disminución del potencial biológico por degradación de las tierras y su efecto adicional en contaminar y dañar tierras y aguas superficiales y subterráneas en otros sitios.

**Fundamentos para evaluar el manejo sostenible de la tierra \***

**Productividad:** mantener o mejorar la producción o servicios proteccionistas o estéticos.

**Seguridad:** reducir el nivel de riesgos al flexibilizar la interfase entre el uso y las condiciones ambientales y económicas prevalecientes.

**Protección:** protegerse potencial de los recursos naturales y prevenir la degradación de la calidad de los suelos, agua y biodiversidad.

**Viabilidad:** viabilidad económica, al menos localmente.

**Aceptabilidad:** ser aceptable socialmente por las poblaciones afectadas.

\*SMYTH A.; DUMANSKI, J. 1993. FESM. An international framework for evaluating sustainable land Management. A discussion paper. World sore Resources Report 73. FAO. Roma.

**Calidad de la tierra e indicadores**

La escasez y presiones inadecuadas sobre la tierra han venido causando su degradación, por ello el mantener su productividad es fundamental en su uso sostenible.

La recuperación de tierras cuesta de 10 a 50 veces más que su prevención (Banco Mundial, 92).

Así, es de suma importancia el establecer indicadores, que den avisos tempranos sobre tendencias adversas de la calidad de la tierra.

Tales indicadores son un instrumento para evaluar los usos agrícolas, forestales y naturales a varios niveles, y guiar decisiones de manejo y de cambios de política sobre el recurso tierra.

**El esquema presión-efectos-respuesta para analizar los indicadores de la calidad de la tierra \***

Indicadores de presiones sobre el recurso tierra, en forma directa que puedan afectarla adversamente. Ejemplo:

- Demanda de agua subterránea mayor que la recarga.
- Cultivo de laderas sin prácticas de conservación.

Indicadores de efectos positivos o negativos en la condición del recurso como consecuencia de las presiones. Ejemplo:

- Disminución del nivel freático.
- Erosión del suelo.

Indicadores de respuesta de la sociedad a cualquier nivel. Ejemplo:

- Declarar áreas críticas zona reserva forestal.
- Adoptar prácticas de conservación de suelo.

\*ADRIANSE, A. 1993. Enviromental policy performance indicators. Vitgeverig, La Haya.

**Indicadores de sostenibilidad para sistemas de cultivos de lluvia, con o sin ganadería**

Trópicos u subtropicos estacionalmente secos

	Finca	Institucional
<b>Indicadores agronómicos</b>		
Rendimientos		
(tendencia/variabilidad)	X	X
Balance de nutrimentos	X	X
Diversificación (tipo/cambio)	X	X
Cambios uso tierra	X	X
Mantenimiento		
cobertura suelo	X	
Producción per cápita		X

	<u>Finca</u>	<u>Institucional</u>
<b>Indicadores ecológicos</b>		
Erosión		
(tipo/tasa de cambio)	X	X
Materia orgánica (cambio)	X	
Salinidad y pH (cambio)	X	
Suplencia agua/cantidad		X
Biodiversidad		X
Cantidad		
humedales/calidad		
(cambio)	X	X
Hábitat silvestre		
(cantidad/diversidad)		X
Tendencias climáticas		
(impactos)		X
Tendencias en		
plagas/enfermedades	X	X
<b>Indicadores económicos</b>		
Ingreso neto finca		
(nivel/cambio)	X	X
Eficiencia de los insumos	X	X
Disponibilidad de		
combustible doméstico		X
<b>Indicadores sociales</b>		
Calidad de vida		X
Alfabetismo (nivel/género)		X
Salud humana		X

### ***Planificación del uso de las tierras \****

Es la evaluación sistemática del potencial de las tierras y aguas, de las alternativas de uso y de las condiciones sociales y económicas para seleccionar y adoptar las mejores opciones.

La planificación es útil si:

- Los cambios son aceptados por las comunidades
- Existe la decisión política y la habilidad para su implementación.

Las mejores opciones reflejan las “aspiraciones”, destacándose entre ellas:

- Eficiencia y productividad o viabilidad económica.

- Equidad y aceptabilidad social (seguridad alimentaria, empleo, ingresos estables, etc.).

- Sostenibilidad o uso productivo y conservacionista.

\* FAO. 1993. Guías para la planificación del Uso de las Tierras. Serie Desarrollo No. 1.

### ***Principios básicos de evaluación de tierras***

- La apropiabilidad de la tierra es evaluada y clasificada con relación a clases específicas de uso.

- La evaluación requiere de una comparación de los beneficios obtenidos y de los insumos necesarios para los diferentes tipos de tierras.

- Se requiere un enfoque multidisciplinario.

- La evaluación se efectúa en términos relevantes al contexto físico, económico y social del área en cuestión.

- La apropiabilidad se refiere a un uso sostenido.

- La evaluación involucra la comparación de más de una clase de uso.

### ***Componentes de los Tipos de Utilización de la Tierra***

- Producto, tales como: rubros (cultivos, ganado, madera, etc.), servicios (ejemplo: recreación) u otros beneficios (ejemplos: conservación, vida silvestre)

- Orientación del mercado (subsistencia, comercial, etc.).

- Intensidad de capital.

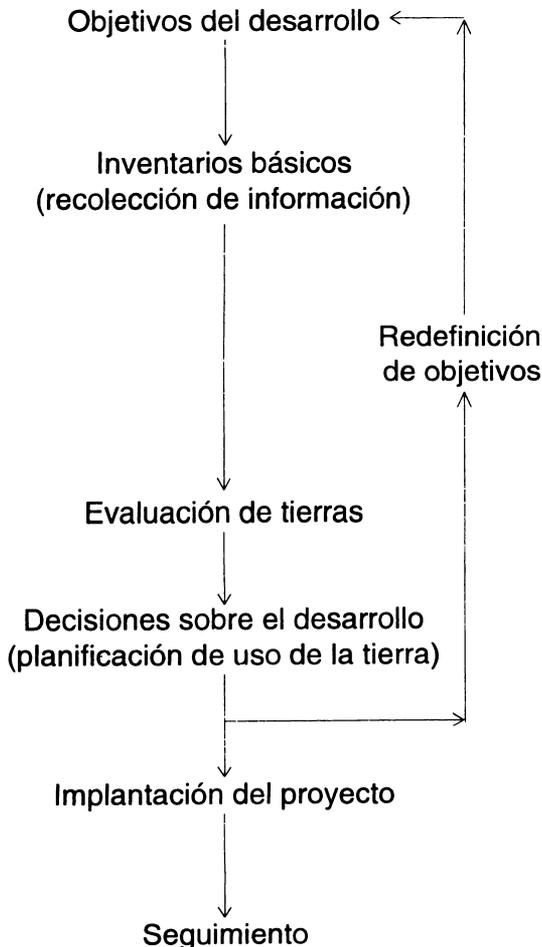
- Intensidad de la mano de obra.

- Fuente de tracción (hombre, animal, máquina)

- Tecnología empleada (ejemplos: implementos, fertilizantes, híbridos, métodos de cosecha).
- Requerimientos de infraestructura, servicios (ejemplo: sierras, asistencia técnica), almacenamiento, procesamiento, etc.
- Tamaño y configuración de los predios.
- Tenencia de la tierra.
- Niveles de ingreso (*per cápita*, por unidad de producción o por área).

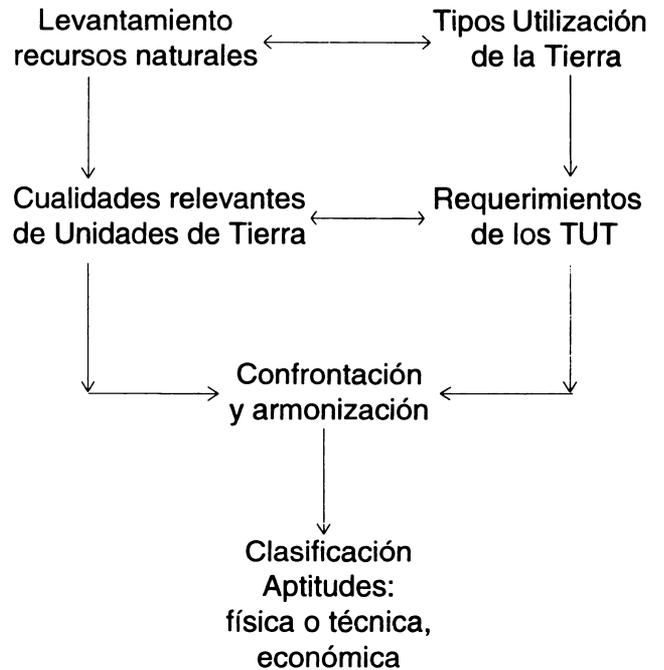
**TUT:** forma de producción rural señalando especificaciones técnicas dentro de un marco socioeconómico. Es un medio para la evaluación de tierras, aunque también un producto de ella.

**Secuencia general de actividades para la planificación del desarrollo rural**



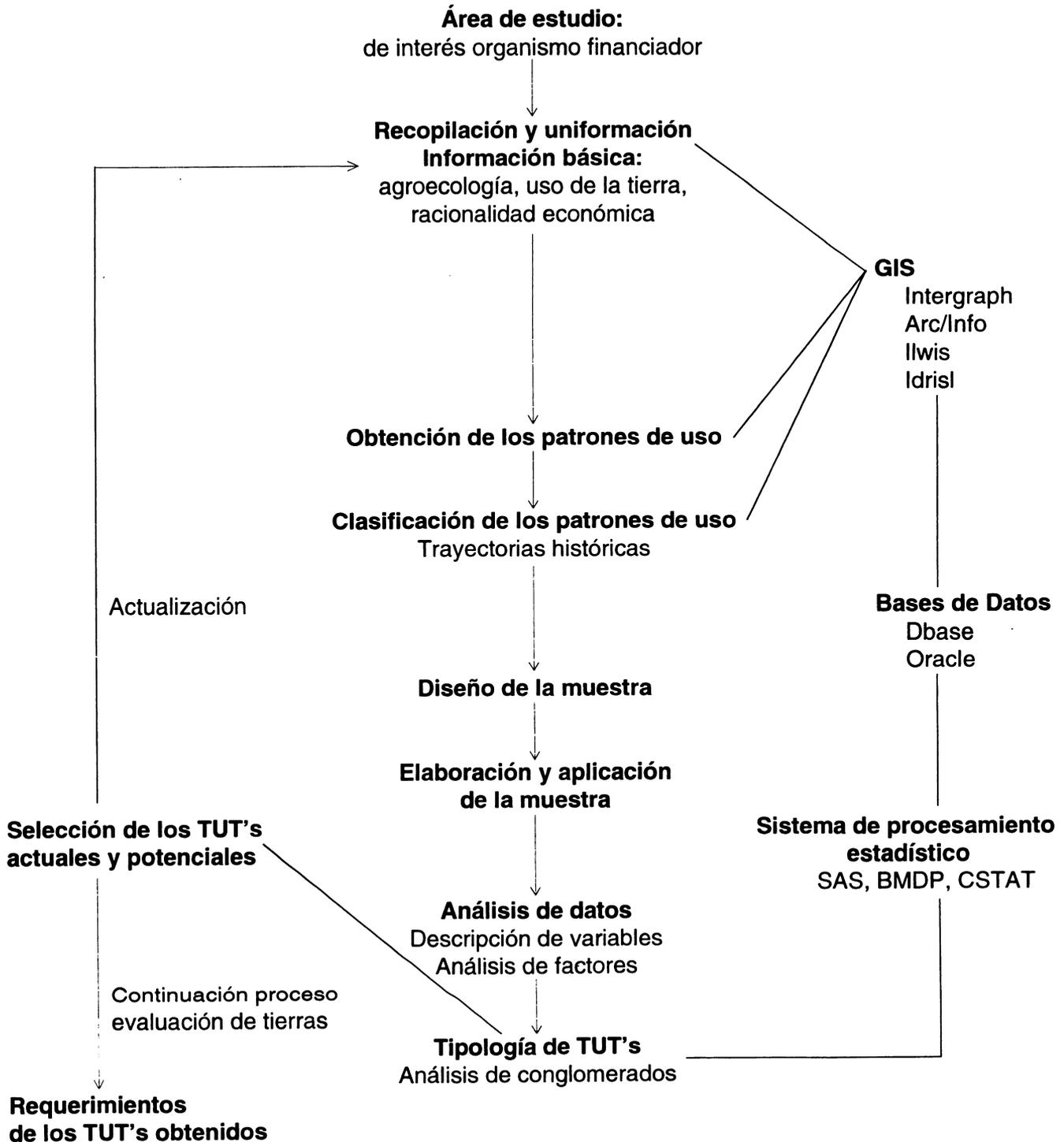
**Aplicación del sistema de evaluación de la FAO de 1985**

Esquema evaluación tierras FAO



“El principal objetivo de la evaluación de tierras es seleccionar el mejor uso posible para cada Unidad de Tierra definida, teniendo en cuenta consideraciones de carácter físico y socioeconómico, así como la conservación de los recursos naturales para su futuro.”

**Esquema de metodología propuesta  
para la determinación de los Tipos  
de Uso de la Tierra**



## Ejemplo de Tipos de Utilización de la Tierra

## Estrategia de desarrollo agrícola complementarias al proyecto Hamaca.

Componentes	TUT Cultivo permanente de Lima Tahití bajo riego por microaspersión
Producto cultivado	Lima <i>Citrus aurantifolia</i>
Orientación del mercado	Comercial Fruta fresca para mercado local (El Tigre, Ciudad Bolívar y Puerto La Cruz) Fruta fresca para exportación (mercado potencial)
Densidad del capital	Medio (9 900 - 67 400 Bs./ha) a muy alto (110 000 - 300 000 Bs./ha)
Densidad de mano de obra	Media - alta (80 - 115 jornales/ha)
Conocimientos técnicos y comportamiento	Nivel alto de dedicación de los productores a la finca. Educación: en su mayor parte secundaria y técnica superior universitaria y han recibido cursos de capacitación agrícola. Reciben muy poca asistencia técnica.
Tecnología empleada	Elevados
Nivel de insumos	Lima Tahití sobre patrón <i>Citrus volkameriana</i>
Cultivares	Al trasplante: 250 - 300 g/planta de 15-15-15 cp ó 12-12-17 sp.
Fertilizantes	2 - 5 kg/planta estiércol de pollo. 2° - 4° año: 50 - 160 kg/planta de N, 25 - 160 kg/planta de P2O4 y 25 - 120 kg/planta de K2O. 10 kg/planta MgSO4 hepta, 50 kg/planta Zn SO4, 40 kg/planta CuSO4. Foliar: 1 litro/ha Nitrofosca.
Enmiendas	200 - 400 g/planta de caliza agrícola al trasplante.
Control de malezas, plagas y enfermedades	Herbicida: al platón 2 - 3 kg/ha Diuron + 2 - 3 litros/ha Gramoxone. Dirigido: 2 litros Roundup + 2 kg de Sulfato de amonio en 400 litros de agua ó 4 litros/400 litros de Gepirón o Daconate. Insecticidas: 2 litros/ha de Malathion, 5 - 10 kg/ha Taticuto, 4 - 6 litros Aceite blanco, 1 - 2 litros/200 litros de agua de Acarin. Fungicidas: 5 kg/ha de Cobox.
Riego	Por microaspersión (microjets), 10 - 15 horas/semana a razón de 4 - 8 litros/hora
Ciclo del cultivo	Entradas de lluvias (junio - julio)
Siembra	Todo el año.
Cosecha	
Infraestructura de apoyo a la producción	Buen acceso a fincas y a mercados.
Tamaño de la unidad de producción (ha)	1 - 40 ha
Tenencia de la tierra	Propiedad privada de particulares y del IAN
Prácticas de cultivos	
Preparación de tierras	2 a 4 pases de rastra.
Prácticas de plantación	Trasplante a hoyos 0,6 x 0,6 x 0,6 m. 5,5 - 7 m entre hileras y 4 m entre plantas 3 podas de formación hasta el 2° año.
Aplicación de fertilizantes	Estiércol en el fondo del hoyo al trasplante. 1° año: 2 aplicaciones (al trasplante y a los 4 - 5 meses) 2° año adelante: 2 aplicaciones (inicio y fin de lluvias) Aplicación foliar a mediados del período de lluvias
Cosecha	Manual (a partir del 3° año)
Ganado	Mestizo doble propósito (sistema vaca-maute-novillo)
Rendimiento (kg/ha)	3° año: 7 000 - 14 000, 5° año: 13 000 - 26 000, 11° años: 18 000 - 40 000
Información económica	
Costos de producción (Bs./ha)	Fundación: 75 000, 2° - 3° año: 48 000 - 60 000, 5° en adelante: 70 000 - 77 000.
Precio (Bs./kg)	38 - 40
Margen bruto (Bs./ha)	Promedio en 15 años: 40 000 - 138 000.
Ingreso familiar (Bs./mes)	Promedio en 15 años: 66 000 - 266 000 para 25 ha.
Superficie mínima rentable (ha)	5 - 20 dependiendo de las unidades de tierra
Valor presente neto (Bs/ha)	13 000 - 253 000 a una tasa de descuento de 15%.
Tasa interna de retorno (%)	7 - 23 en 15 años.

***Requisitos de los Tipos de Utilización de la Tierra  
para la producción de cultivos de secano***

---

**Requisitos de los cultivos**

---

Energía	Radiación, Fotoperiodicidad
Temperatura	} Ciclo de crecimiento
Humedad	
Oxígeno (drenaje del suelo)	Disponibilidad de nutrimentos
Nutrimentos disponibles	Retención de nutrimentos
Condiciones de enraizamiento	
Condiciones que afectan la germinación o el establecimiento de la planta	
Humedad del aire en cuanto afecta al crecimiento	
Condiciones para la maduración	
Riesgo de inundación	
Riesgos de climáticos	Helada, Tormenta
Exceso de sales	Salinidad, Sodicidad
Toxicidades del suelo	
Plagas y enfermedades	

---

**Requisitos de manejo**

---

Capacidad de laboreo del suelo	
Posibilidad de mecanización	
Condiciones para la preparación y limpieza de la tierra	
Condiciones que afectan el manejo temporal de la producción	
Acceso dentro de la unidad de producción	
Tamaño de las posibles unidades de manejo	
Ubicación	Posibilidades actuales de acceso, Posibilidades de acceso potenciales

---

**Requisitos de conservación**

---

Riesgo de erosión
Riesgo de degradación del suelo

---

## Definiciones

**Tierra:** una zona de la superficie del planeta cuyas características abarcan todos los atributos estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera verticalmente por encima y por debajo de esta zona, incluidos la atmósfera, el suelo, la geología, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la amplitud en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por el hombre.

**Características:** atributo de la tierra medible o estimable.

**Cualidad:** atributo complejo de la tierra que actúa de manera distintiva en su influencia sobre la aptitud de la tierra sobre una clase específica de uso.

## Ejemplo de caracteres y cualidades de la tierra

Características	Cualidades
Temperatura	Humedad disponible
Precipitación	Laborabilidad
Pendiente	Riesgo de inundación
Profundidad nivel freático	Riesgo de degradación
Textura del suelo	Condiciones de enraizamiento
Capacidad de campo	Condiciones de drenaje
pH	Excesos de sales
% Na intercambiable	Nutrimientos disponibles

**Unidad de Tierra:** áreas homogéneas en características y/o cualidades que afectan el uso de la tierra. Puede ser un área integrada o varias unidades con factores parciales (suelo, clima, relieve, etc.).

**Cualidad de la tierra:** atributo complejo de la tierra, que puede afectar cada uso de una manera particular, difiriendo en el nivel crítico y en el momento en que se aplica.

## Ventajas de las Cualidades Vs Características

- Menor número.
- Contempla interacciones.
- Relación mas directa con los usos de la tierra.

**Selección de cualidades relevantes:** Efectos sobre el uso; existencia de valores; obtenible.

## Valoración de cualidades seleccionadas

- A partir de una característica.
- A partir de la característica más limitante.
- A partir de una combinación empírica de características.
- Modelos que comparen características Vs requerimientos.

*Ejemplo de Unidad de Tierra del proyecto Hamaca*

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Superficie</b>
MP	Altiplanicie de mesa conservada con relieve plano	18 861 ha Área total: 10,48%
<b>Localización</b>		
Mesa Pelona, Mata Grande, El piñal, todas al oeste del área de estudio.		
<b>Características climáticas y drenaje</b>		
Precipitación: 1 140 mm		
Período de crecimiento: 7 a 8 meses		
Drenaje: predomina el drenaje difuso con escasa escorrentía superficial		
<b>Suelo</b>	<b>Composición taxonómica</b>	
Textura: predominan textura medias a finas (F, FAa-A) en todo el perfil.	Consociación de Typic Kandistults fase muy superficial (85%).	
Estructura: blocosa subangular moderada media.	Inclusiones de Typic Kandistults, fase superficial (10%) y otros suelos (5%).	
Consistencia en húmedo: muy friable en los primeros estratos a friable en profundidad.		
Profundidad al horizonte contrastante: 0 - 25 cm.		
pH: 4,5 muy fuertemente ácido.	<b>Relieve</b>	
% M.O.: 0,4 muy baja.	Plano con pendientes menores a 5%.	
ppm P: 6 bajo.	<b>Erosión</b>	
ppm K: 4 muy bajo.	Laminar, ligera y generalizada.	
ppm Ca: 90 bajo.	<b>Cobertura vegetal</b>	
CIC: 4 - 10 medio	Sabana con chaparros y vegetación secundaria.	
Capacidad de almacenamiento del agua en el suelo: 80 - 1000 mm/m	<b>Uso actual</b>	
<b>Limitaciones - Uso potencial</b>		
Permeabilidad moderada y baja fertilidad natural.	Agricultura mecanizada de cereales (maíz y sorgo)	
Dificultades de laboreo cuando seco por extrema dureza.	con pastoreo de pastos introducido y/o naturales.	
Mojado se vuelve resbaladizo.	Pocas áreas naturales.	
Buena aptitud para diversos cultivos en condiciones de seco.		
Alto potencial para agricultura bajo riego.		
<b>Capacidad de uso</b>		
Sistema mejorado-secano III 85 c2 f2	Sistema mejorado-riego II85 c2 f2	

MO. P, K, Ca: promedio ponderado hasta 100 cm de profundidad.

*Cualidades de la tierra para agricultura de secano FAO 1985*

Requisitos del cultivo	Manejo
Régimen de radiación	Capacidad de laboreo del suelo
Régimen de temperatura	Posibilidades de mecanización
Humedad disponible	Condiciones para preparación y limpieza de la tierra
Disponibilidad de oxígeno	Condiciones que afectan el cronograma de producción
Capacidad de retención de nutrimentos	Acceso en la unidad de producción
Nutrimentos disponibles	Tamaño unidades de manejo
Condiciones que afectan la germinación	Ubicación
Condiciones de enraizamiento	
Humedad del aire	
Condiciones de maduración	
Riesgo de inundación	
Riesgos climáticos	
Exceso de sales	
Toxicidades del suelo	
Plagas y enfermedades	

**Conservación**

Riesgo de erosión  
Riesgo de degradación del suelo

*Evaluación sobre la importancia de las cualidades de la tierra*

Efectos sobre el uso de la tierra	Existencia de valores críticos	Información	Importancia
Importante	Frecuente	Obtenible	1 Muy importante
Moderado	Frecuente	Obtenible	2 Moderadamente importante
Importante	Poco frecuente	Obtenible	2 ó 3B
Moderado	Poco frecuente	Obtenible	2 ó 3B *
Ligero o nulo	Apenas	Apenas	3A
Apenas	Rara vez o nunca	Apenas	3B Menos importante
Apenas	Apenas	No obtenible	3C

\* Esta circunstancia debe ser considerada importante o subordinada, a discreción del evaluador.

3A: no afecta el uso.

3B: no hay valores críticos.

3C: no hay manera de obtenerlos.

***Selección de cualidades de tierra, para el sistema de producción forestal y conservación ambiental***

**Tipos de Utilización de la Tierra: Pino Caribe (pulpa de papel y madera)**

<b>No.</b>	<b>Cualidad de la tierra</b>	<b>EUT</b>	<b>EVC</b>	<b>DI</b>	<b>I</b>
CT1	Radiación solar	I	I	S	3B
CT2	Temperatura	I	I	S	3B
CT3	Humedad disponible	I	F	S	1
CT4	Drenaje	I	PF	S	3B
CT5	Nutrimientos disponibles	M	I	S	2
CT6	Condiciones de enraizamiento	I	I	S	3B
CT7	Condiciones que afectan el establecimiento	I	I	S	3B
CT8	Salinidad y sodicidad	I	I	S	3B
CT9	Toxicidad del suelo	M-N	I	S	3B
CT10	Riesgo a incendios	I	F	S	1
CT11	Riesgo a inundaciones	I	PF	S	2
CT12	Ataques de plagas	M	F	S	2
CT13	Condiciones que afectan la explotación forestal	I	I	S	3B
CT14	Volumen de madera presente	S	I	S	3A
CT15	Rendimiento de madera	N	I	S	3A
CT16	Posibilidades de mecanización	I	F	S	1
CT17	Disponibilidad de agua para fauna silvestre	I	I	S	3B
CT18	Preparación y limpieza de la tierra	I	I	S	3B
CT19	Tamaño de la unidad de manejo	I	I	S	3B
CT20	Ubicación	I	I	S	3A
CT21	Riesgo a erosión	I	F	S	1
CT22	Presencia de animales y plantas de alto valor	I	I	S	3B
CT23	Presencia de escenarios y valores turísticos	N	F	S	3A

*Clases en clasificación por factores en relación a una cualidad de la tierra y a un TUT*

Clase	Definiciones	
	Rendimientos % del óptimo	Insumos o manejo para 80% óptimo
a.1. Sumamente apta	> 80% ..... Se advierte clara reducción .....	Ninguno
a.2. Moderada - apta	40 - 80%	Insumos realizables y económicos
a.3. Marginal - apta	20 - 40%	Insumos practicables pero económicos sólo en caso favorable
N No apta	..... Impracticable o antieconómico .....	Rara vez pueden las limitaciones superarse

*Ejemplos de valoración en estudio Hamaca. CPV-PMV 1994.*

**Grado de aptitud da las unidades de tierra por las posibilidades de mecanización, para cada TUT's de acuerdo a la pendiente (%)**

Grado de aptitud	Tipos de Utilización de la Tierra	
	frijol, sorgo, maní, piña, caraota, millete, tomate, cebolla, melón, ajonjolí, patilla, yuca, ají, pimentón	merey, mango, lima, parchita, pino y pastos introducidos
a1	0 - 3	0 - 8
a2	3 - 8	8 - 16
a3	8 - 16	16 - 30
n	> 16	> 30

**Valoración de la aptitud de la tierra por las posibilidades de mecanización, para cada TUT's**

Unidades de Tierra	Tipos de Utilización de la Tierra	
	frijol, sorgo, maní, piña, caraota, millete, tomate, cebolla, melón, ajonjolí, patilla, yuca, ají, pimentón	merey, mango, lima, parchita, pino y pastos introducidos
MO14, MP7, MP8, MP9, MP10	a1	a1
MI1, MI3, MI4, MO23, MO24	a2	a2

Fuente: PALMAVEN - CORPOVEN (1993).

**Ejemplos de valoración estudio Morichal 1996. PMV (PALMAVEN)**

**Criterios para definir las clases de riego de incendios, para cada Unidad de Tierra.**

Criterios	Clases de riesgos		
	Bajo	Moderado	Alto
Presencia de fuentes de ignición	Distancia (> 500 m) de: Plantaciones de pino* y/o centros poblados	Distancia (200 - 500 m) Plantaciones de pino* y/o centros poblados	Distancia (< 200 m) Plantaciones de pino* y/o centros poblados
Ausencia de:	Ausencia de:	Presencia de:	Presencia de:
- Instalaciones petroleras	- Instalaciones petroleras	- Menos de tres	- Más de tres
- Tendidos eléctricos	- Tendidos eléctricos	- Carretera o	- Tendidos eléctricos
		- Oleoductos	- Carretera y
			- Oleoductos

Fuente: Elaboración propia.

\* Sólo se considera cuando se evalúan los pastizales.

**Clasificación de la aptitud de la tierra para la cualidad riesgos de incendios.**

Requisito de uso de la tierra			Clasificación de factores		
Cualidad de la tierra	Factor diagnóstico	Unidad	Muy apta a1	Moderadamente apta a2	Marginalmente apta a3
Riesgo de incendio	Clase de riesgo	Clase	Bajo riesgo	Moderado riesgo	Alto riesgo

Fuente: Elaboración propia.

**Valoración de la aptitud de las tierras con respecto a la cualidad riesgo de incendios TUT's: pastos, pino.**

Unidades Tierras	Clases de riesgos	Clases de aptitud
MP10	Bajo	a1
MI1, MI3, MI4, MO14, MO23, MO24, MP7	Moderado	a2
MP8, MP9	Alto	a3

*Ejemplos de valoración estudio Hamaca 1994.***Clases de aptitud de la tierra para manejo del agua de riego  
(cultivos anuales y semipermanentes).**

<b>Criterio TUT's</b>	<b>Número de riegos</b>	<b>Aptitud</b>
Caraota, frijol, maní, patilla, melón, sorgo, millete tomate, cebolla	< 15	a1
	16 - 30	a2
	> 31	a3
Ají dulce, pimentón, yuca	< 25	a1
	16 - 50	a2
	> 51	a3

**Clases de aptitud de la tierra para manejo del agua de riego (frutales).**

<b>Criterio TUT's</b>	<b>Lámina anual (mm)</b>	<b>Aptitud</b>
Mango, lima, piña, parchita	< 700	a1
	700 - 1 400	a2
	> 1 400	a3

**Criterios para evaluar la cualidad riesgo de erosión hídrica.**

<b>Tipos de Utilización de la Tierra</b>	<b>Profundidad del suelo (cm)</b>	<b>Tolerancia a la pérdida del suelo</b>	<b>Clases de aptitud</b>
Patilla, melón, yuca, maní, piña, cebolla, ajonjolí	15	< 2,5	a1
		2,5 - 5,0	a2
		5,0 - 10,0	a3
		> 10,0	n
Frijol, sorgo, caraota, ají, pimentón, tomate, millete	20	< 3,0	a1
		3,0 - 6,0	a2
		6,0 - 12,0	a3
		> 12	n
Frutales, forestales y pastos	30	< 5,0	a1
		5,0 - 10,0	a2
		10,0 - 20,0	a3
		> 20,0	n

## **Armonización de los TUT con las cualidades**

- Proceso en que los TUT y las Unidades de Tierra se van adaptando progresivamente hasta alcanzar las mejores aptitudes posibles. Los TUT se adaptan modificando su descripción mientras las Unidades de Tierras a través de mejoramientos. Así las clases de aptitud tienden a elevarse.
- La pregunta clave es: ¿En qué medida las cualidades de la tierra satisfacen los requerimientos?
- El procedimiento de evaluación se inicia con los aspectos o cualidades relacionadas con el cultivo, luego las relacionadas con manejo y, por último, las de conservación.

## **TUT**

### **Cualidades relevantes**

### **Importancia**

### **Aptitud parcial**

**Requisito de los cultivos:** una vez obtenida las clasificaciones parciales, se busca la aptitud general con uno de los métodos siguientes:

- **Combinación subjetiva:** con experiencia se ven interacciones, puede dar diferencias entre evaluados.
- **Condiciones limitativas:** es consistente Ley del mínimo o con N es OK. No interacciones.
- **Procedimientos aritméticos:** multiplicación, adición.
- **Modelos o una combinación**

Rendimientos de los cultivos es un índice de gran valor que hay que hacer a nivel de cada Unidad de Tierra y para diferentes clases de aptitud (a1, a2, a3, y n).

## **Bibliografía**

- BEEK, K.J.; BENNEMA, J. 1994. Evaluación de tierra para la planificación de uso rural. Un método ecológico. Bolet. Latino Americano. Fomento Aguas y Tierras No. 3. FAO. Chile.
- BEEK, K.J. 1978. Land evaluation for agricultural development. Inter Inst. for land reclama and improve. Wageningen. Holanda.
- FAO. 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos FAO No. 32.
- FAO. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: riego y drenaje No. 33.
- FAO. 1984. Evaluación de tierras ferrestales. Papel forestal No. 48. Roma.
- FAO. 1985. Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura de secano. Boletín de Suelos FAO No. 52. Roma.
- FAO. 1985. Guías. Evaluación de tierras para riego. Boletín de Suelos FAO No. 55. Roma.
- FAO. 1986. Guías. Evaluación de tierras para pastoreo extensivo. 131 p.
- FAO. 1993. Guías para la planificación del uso de la tierra. FAO Development Series 1. Roma.
- SYS, C. 1985. Land evaluation. ITC for Postgraduate Soil Scientist Ghent. Bélgica. Part I, II, III.
- TROPENBOS. 1989. Inventory and evaluation of tropical forest land. Tropenbos Foundation. Ede, Holanda.

## *Filosofía y conceptos de indicadores de sostenibilidad*

Irma Baquero Haeblerlin

*Economista, M.A. Dra. Sc. Economía Agrícola. Investigador Principal.  
Programa Nacional de Estudios Socioeconómicos. CORPOICA, Tibaitatá.*

La exposición tiene los objetivos siguientes:

- Afianzar el concepto de sostenibilidad en dos aspectos: la importancia del tiempo par su definición y su concepción holística y multidisciplinaria.
- Presentar un marco lógico para aproximar la identificación de indicadores de sostenibilidad.

La exposición se inició con al explicación de la evolución histórica del concepto **Uso Sostenido**.

Este concepto fue desarrollado específicamente para el manejo de los recursos naturales renovables (peca, fauna y bosque). Estos recursos tienen la capacidad de generar un flujo de productos a través del tiempo, obviamente, dependiendo de su manejo sostenible. Se definen dos tipos de uso:

- **Sostenible:** hay producción hoy, mañana y dentro de diez años
- **Insostenible:** se produce hoy, pero la producción futura disminuye.

Cuando se trabaja con un recurso no renovable (petróleo) se tiene que escoger entre usar hoy y usar en el futuro. La opción es cuando usar. Cuando se trabaja con un recurso renovable, la escogencia es cómo usar. Dependiendo de cómo se usa, se puede tener uso hoy y en el futuro.

Las recomendaciones sobre el manejo de los recursos naturales renovables continúan vigentes. El ambiente tiene una capacidad de carga, de la cual depende la población y su tasa de crecimiento. La regla clara es no traer más de lo que permite la población y/o mejorar el ambiente. A manera de ejemplo se puede utilizar un tanque de agua. El tanque tiene un tubo de entrada y otro de salida,

y estamos interesados en manejarlo de una manera sostenida: las medidas a tomar son:

- No sacar más agua de la que entra en el tanque.
- Aumentar la entrada de agua.
- Aumentar la capacidad del tubo de entrada.
- Aumentar la capacidad del tanque.
- Tapar escapes

Esta medidas resumen, en términos científicos, como no extraer más de la capacidad productiva del ambiente y mejorar esta calidad.

### *Desarrollo Sostenible*

El desarrollo del movimiento proteccionista-conservacionista chocó con la realidad de la pobreza de la gran mayoría de los países subdesarrollados. Se plantea la dicotomía de dedicar los recursos a la protección de la naturaleza frente a las necesidades básicas no satisfechas de la población.

Se plantea entonces que la dicotomía no es entre desarrollo y conservación o entre crecer y no crecer sino cómo crecer. La definición de la Comisión Bruntland (1987) se establece así:

***Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.***

Esta definición tiene tres componentes básicos:

- Ecológico: permite mantener las características de los ecosistemas, en cuanto a componente e interacciones (incluyendo sistemas conexos) de manera sostenida.
- Económico: permite una rentabilidad aceptable y estable.
- Social: Es cultural y socialmente aceptable por la comunidad.

La definición de desarrollo sostenible y su concreción a políticas de trabajo ha sufrido un debate minucioso y tal vez, exagerado. La verdad es que múltiples definiciones están representando los sesgos y percepciones de cada uno de los involucrados en el desarrollo de este concepto. Es cada vez más aceptada la incapacidad de llegar a una definición óptima y a la necesidad de terminar el debate, para iniciar las acciones, políticas e investigación tecnológica para lograr el desarrollo sostenible.

***Nuevos Paradigmas:*** sistemas abiertos y caos

Los nuevos paradigmas de enfoque de sistemas y caos han añadido una nueva dimensión a la definición de sostenibilidad. Se necesita pasar del paradigma del equilibrio al paradigma de evolución, de sistemas cerrados a sistemas abiertos autoorganizativos, a reacciones no lineales sino explosivas, dicotónicas (si - no), retroalimentantes.

Estos nuevos paradigmas exigen una visión interdisciplinaria de la problemática y un análisis temporal cada vez más estricto.

En resumen, sostenibilidad es la prevención del futuro, ofrecer a nuestros hijos las mismas posibilidades que tuvimos nosotros para construir nuestro destino, es la responsabilidad de como entregamos el planeta tierra.

### **Ejemplos**

Las gráficas anexas muestran cómo reaccionan los sistemas sostenibles (izquierda) y los no sos-

tenibles (centro y derecha) en el tiempo. Los sistemas sostenibles deben tener la capacidad de aumentar su producción en el tiempo (mejoramiento de su capacidad y mejores tecnologías de producción) y de soportar el estrés y disturbios, y recuperarse de ellos. Los sistemas no sostenibles pueden tener una reacción de disminución clara de su capacidad productiva o de mantenerla sólo a costa de aumentar el uso de otros recursos (aumentos de costos).

### ***Definición de Indicadores de Sostenibilidad***

Los indicadores son números, índices o calidades que, de una manera sencilla permiten ver la relación de un sistema con otro o de un sistema en el tiempo. Los indicadores no sirven para identificar las causas de la insostenibilidad. Sólo sirven para ver si el desempeño en el tiempo de un sistema muestra síntomas de insostenibilidad.

Como números o índices no dicen nada si no están comparados con otro indicador.

### ***Pasos en la Identificación de Indicadores***

La definición de los indicadores más relevantes deben seguir el proceso siguiente:

- Definir para qué se va a realizar la evaluación
- Definir los sistemas a analizar
- Identificar los conflictos
- Definir indicadores
- Medir indicadores

La definición de los objetivos es vital. Direcciona el ámbito del estudio, las especialidades necesarias para el estudio y los sistemas a analizar. El enfoque de sistemas es de gran importancia para introducir orden en el análisis. Un sistema tiene diferentes componentes que se interrelacio-

nan entre sí y que cumplen una función. Su interrelación holística (la función y comportamiento del sistema no es la suma de sus partes). Tiene un nivel jerárquico superior y sus componentes pueden analizarse a niveles jerárquicos inferiores.

El nivel jerárquico se puede definir de diferentes formas, dependiendo del objetivo del estudio. Para análisis de sostenibilidad recomendamos separar los niveles jerárquicos de acuerdo a su capacidad de restricción, limitación y determinación de los componentes del sistema.

Hemos encontrado que es importante dedicar tiempo a identificar los niveles jerárquicos, de acuerdo al problema analizado. Los errores más comunes suceden porque se mezclan diferentes niveles jerárquicos, recomendamos utilizar niveles jerárquicos por capacidad de limitar, dado que permiten identificar más fácilmente las relaciones causa - efecto.

Una vez definidos los niveles jerárquicos, se encuentra claramente cuáles son los períodos temporales y espaciales de análisis.

Tomemos como ejemplo una selva (amazónica) como el nivel jerárquico. La extensión a analizarse debe cubrir millones de kilómetros cuadrados y cientos de años. Un árbol ocupa una extensión de 20 metros cuadrados y debe analizarse según su vida (8 años para el eucalipto, 25 años coníferas, etc.). Una hoja ocupa centímetros cuadrados y su vida es de meses. La erosión, en algunas áreas demora siglos en tener efecto. En otras, como los Llanos y la Amazonia toma apenas algunos años.

A continuación se deben identificar los conflictos. La evaluación de tierras es útil para identificar conflictos derivados de la capacidad de la tierra frente a un uso particular. Para otros problemas y niveles será necesario definir otros indicadores.

A los procesos se les puede medir si ellos si aumentan o disminuyen (indicador de procesos). Ellos pueden afectar un componente en particular o la función del sistema. A estos efectos se les puede realizar un seguimiento, que son los indicadores de estado.

El sistema o sus componentes por su parte, pueden haberse adaptado para "convivir" contrarrestar o solucionar los procesos de deterioro. Estas reacciones deben tener indicadores, denominados de respuesta.

A las presiones (clima, precios, expansión de frontera agrícola, etc.) se les puede seleccionar variables que midan su cambio en el tiempo para identificar los indicadores de presión.

Para la medición de los indicadores debe consultarse con un experto. Las consideraciones especiales a tener en cuenta son el balance entre información requerida (calidad y cantidad) versus costo de la información.

### *Enfoques*

Se pueden identificar tres tipos de enfoques para el estudio de la sostenibilidad:

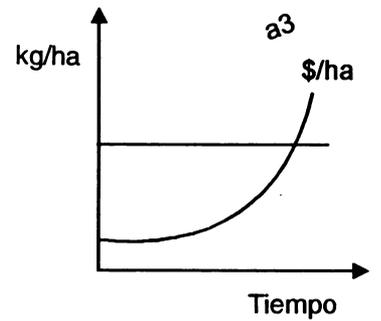
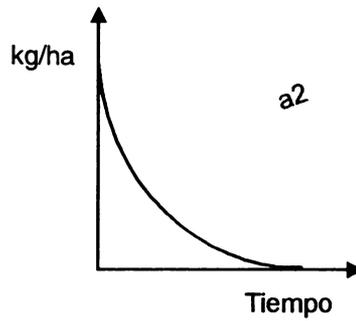
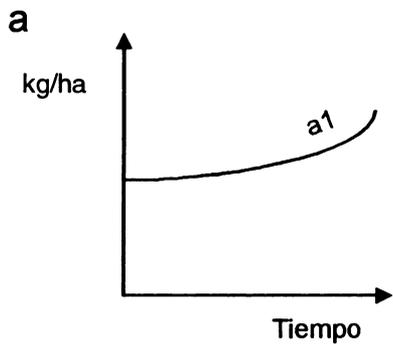
- Aproximación sistémica
- Aproximación histórica
- Aproximación mecanicista

Todos los enfoques son útiles y ninguno puede ser despreciado a priori. Sin embargo, quienes trabajan con enfoque mecanicista, deben tener claridad que trabajan con un sistema holístico y tener muy claro su marco referencial.

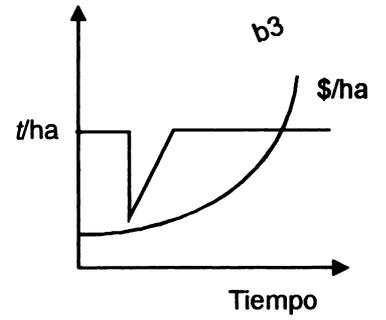
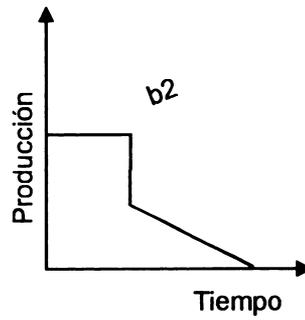
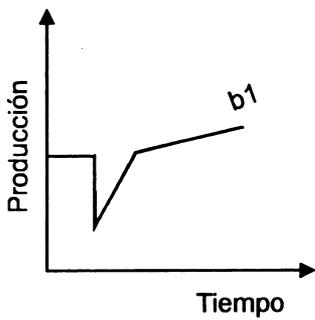
**SOSTENIBLE**

**INSOSTENIBLE(a)**

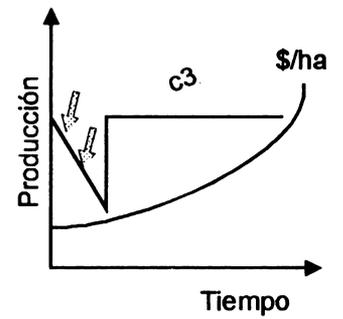
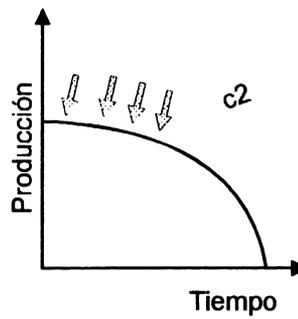
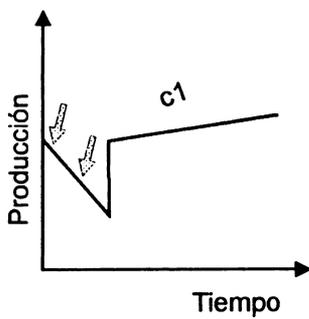
**INSOSTENIBLE(b)**



**b**



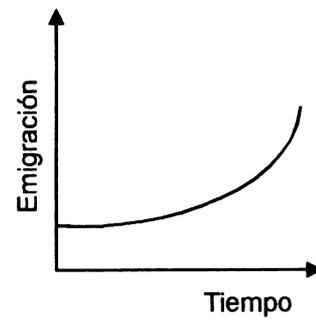
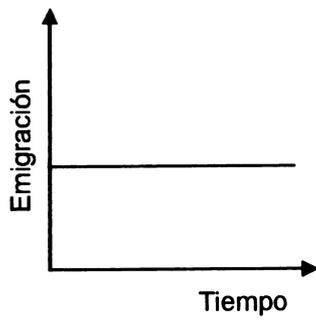
**c**



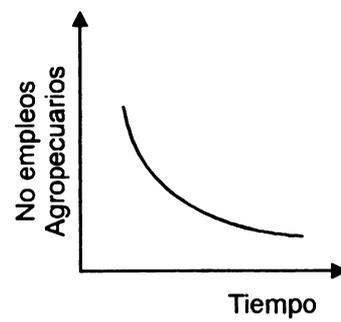
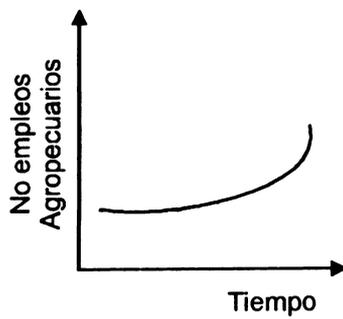
POTENCIAL  
SOSTENIBLE

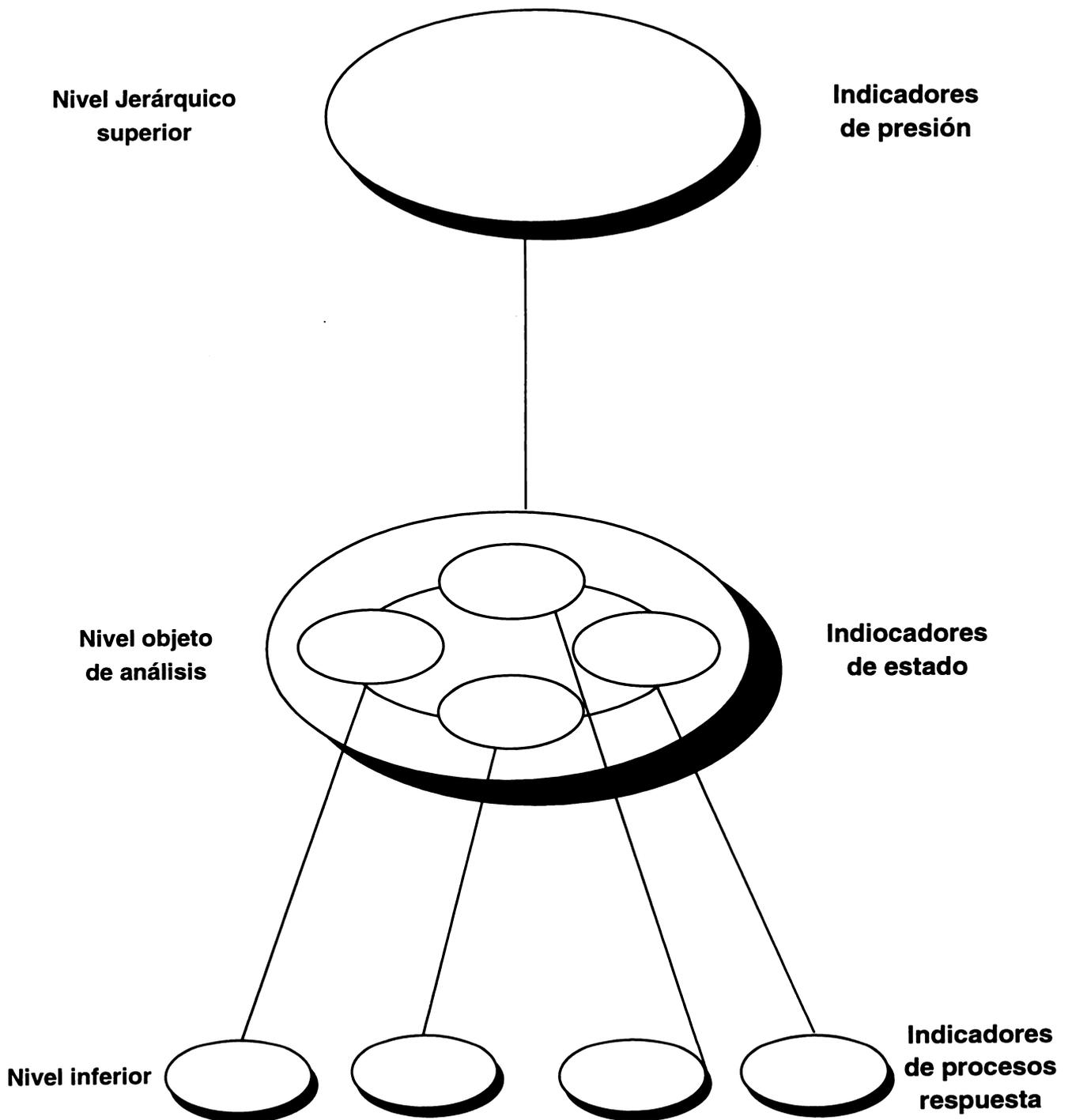
ACTUAL  
INSOSTENIBLE

EMIGRACIÓN



GENERACIÓN DE EMPLEO





## *Análisis y Estudio de los Riesgos de la Erosión y Degradación en la Unidades de Tierra Seleccionadas.*

Napoleón Fernández de la Paz  
Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UCV - Venezuela.

### **Reseña**

*En el Curso se dio especial énfasis a la descripción y valoración de las cualidades de erosión y riesgos de degradación de suelo, por considerarse relevante en los procesos de evaluación de tierras.*

*En el riesgo de erosión se trató solamente el riesgo de erosión hídrica, destacándose el significado y el efecto sobre los cultivos. Se establecieron los factores de diagnóstico y se señalaron las diferentes metodologías o modelos para evaluar el riesgo de erosión. Se detalló el modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) como metodología para hacer dicha evaluación, exponiéndose los diferentes métodos existentes para obtener sus factores, reseñando además las limitaciones que tiene para valorar dicha cualidad y su aplicabilidad. En el material de apoyo se presentan algunos ejemplos de su obtención, así como su aplicación a dos Tipos de Utilización de la Tierra seleccionados, tanto en su condición actual, como los mejorados para el estudio en referencia. Así mismo se establecieron los criterios de aptitud por pérdida de suelo y se hizo la calificación correspondiente. Luego se hizo una reseña del riesgo de degradación física, determinándose algunos índices para hacer valoración. Finalmente, se determinaron las prácticas de conservación más apropiadas en cada Unidad de Tierra y TUT seleccionados, y para el caso de los TUT mejorados, estimándose la magnitud de las mismas por unidad de superficie.*

*En resumen, el análisis y estudio de los riesgos de erosión y degradación en las unidades de tierra seleccionadas, sirvieron de orientación en el desarrollo del ejercicio de los grupos de trabajo.*

*A continuación se anexan algunos esquemas presentados por el expositor.*

### **Riesgos de Erosión**

#### **Significado**

#### **Factores**

- Precipitación
- Suelo
- Topografía
- Cobertura
- Manejo

#### **Efectos sobre los cultivos**

#### **Aplicación a las evaluaciones**

- A todas, en especial a la erosión Hídrica

#### **Factores de diagnóstico**

- Susceptibilidad a la erosión (Mg/ha)
- Pérdida de productividad (%)

#### **Evaluación de riesgos de erosión Hídrica**

- USLE - RUSLE - MUSLE
- FAOSDA ⇨ FAO para evaluar degradación
- SLEMSA ⇨ En África
- WEPP
- Métodos basados en la pendiente
- Erosión actual observada - estimada

#### **Evaluación universal de pérdida de suelos (USLE)**

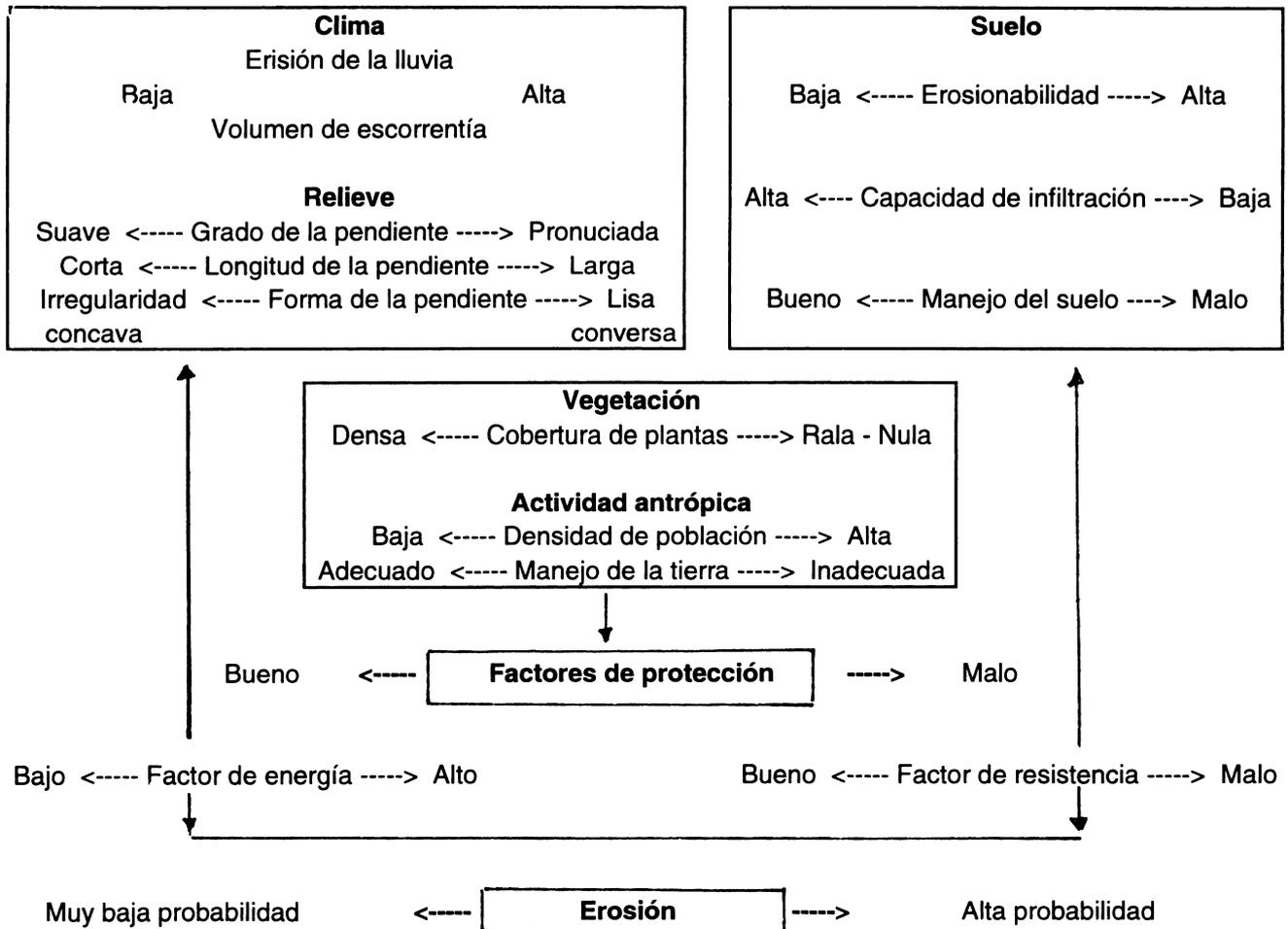
A = R.K.L.S.C.P.

- Significado de los factores
- Limitaciones
- Aplicabilidad

**A** = Pérdida total de suelo (Mg/ha\*año)

**R** =  $(E_{30})$  Erosividad de la lluvia: (Mg\*mm/ha\*año)

**Factores que afectan la erosión hídrica**



**Métodos de obtención**

- a) Análisis de bandas de lluvia (Wischmeier y S.)
- b) A través de modelos predictivos (F (Lámina))

**K** = Erosionabilidad del suelo (Mg\*ha\*h/mj\*mm\*ha)

**Métodos de obtención**

- a) Determinación en campo (parcela de escorrentía)
- b) Determinación en bandejas (lluvia simulada)(relativa)
- c) Estimación monograma (Wischmeier y col.,1991)

**d) Modelos productivos**

**L S** = Factor topográfico (Adimensional)

**Métodos de obtención**

(Ecuaciones de Wischmeier y Smith)

$$LS = \left( \frac{l}{22,1} \right) m * (0,065 + 0,045s + 0,0065s^2)$$

Donde: *l* = longitud de la pendiente  
*s* = graduante pendiente (%)  
*m* = para *s* ≥ 5%, *m* = 0,50

**Existen otras ecuaciones menos usadas**

Para *S* > 20%  $LS = 0,1^{0,5} * (0,02202 S - 0,0684)$  (\*)

(\*) Deeb. A y M. Díaz. Tasas se erosión en cuencas externas. (XIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica)

**C** = Factor de cobertura

**Métodos de obtención y/o estimación**

- En parcelas de erosión en campo
- Monogramas - (Curvas)

**P** = Factor práctica de conservación

- En parcela de erosión en campo.

**Riesgos de degradación del suelo**

**Significado**

**Tipos**

*Degradación Física*

- a) Procesos que afectan la superficie del suelo
  - Encostramiento
  - Sellado
- b) Procesos que afectan el perfil
  - Deterioro estructura
  - Compactación (Da)
  - Reducción, Porosidad, Permeabilidad

Factores que favorecen la degradación física

- Alta intensidad de precipitación
- Alto contenido de partículas finas (L+af+amf)
- Altos contenidos de sodio intercambiable

*Degradación Química*

Produce cambios en las Prof. Químicas,  
Ejemplo: acidificación.

*Degradación Biológica*

Disminución:

- Materia orgánica
- Microflora
- Microfauna

**Período de descanso**

Se refiere al número de años de barbecho o uso distinto a la labranza en un ciclo de cultivos para cultivos anuales

**Criterios de diagnóstico**

CPmax (Riesgo de erosión de una unidad de tierra)

(Basado en los factores físicos)

**La longitud del período de barbecho o con cultivos**

Protectores va a depender de:

- Riesgo potencial de erosión de la U.T
- Tiempo de explotación con cultivo menos protector
- Relación de pérdida de suelo entre cultivo <Prot y >Prot.

**Procedimiento con el USLE**

- Fijar los niveles de tolerancia en cada unidad de tierra
- Calcular el CPmax., partiendo de:

$$A = T \Rightarrow CPrat \leq CPmax. UT$$

$$T = RKLS (CP)$$

$$Cpmax = T/RKLS$$

$$Cpmax = \frac{CPL * NL + CPD * ND}{NL + ND}; SiNL = 1$$

$$NA (BARBECHO) = \frac{Ctut - CPmax}{CP max - C barbecho}$$

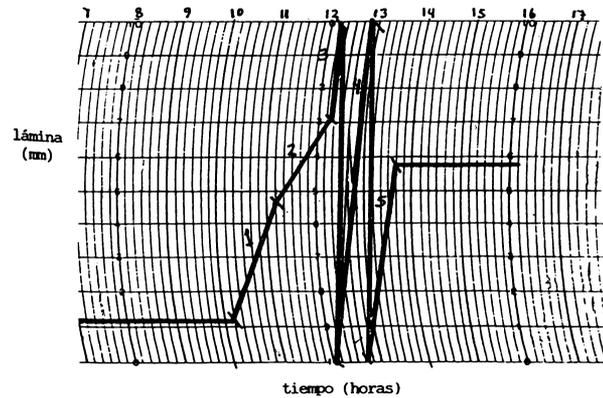
**Procedimiento para determinar la erosividad de la lluvia ( Factor R)**

Las pérdidas de suelo para una localidad son directamente proporcionales a un índice denominado  $EI_{30}$  siempre que el resto de condiciones permanezca constante.

El  $EI_{30}$  se calcula para cada lluvia mayor de 10 mm y resulta de la sumatoria de la energía cinética total de la lluvia por su intensidad máxima en 30 minutos (Wischmier y Smith, 1978).

La sumatoria de los  $EI_{30}$  individuales durante el año, es la erosividad anual.

**Cálculo del  $EI_{30}$  de una tormenta, a partir del análisis de un pluviograma.**



**Pluviograma hipotético (Pluviográfico de sifón, diario)**

**Energía Total de una Lluvia (E)**

$$E_u = 0,199 + 0,0873 * \log_{10}(I)$$

Donde: **E = Energía cinética (Mj/ha \*mm)**

**I = Intensidad (mm/h)**

**Procedimiento para calcular la energía cinética de una lluvia**

Tramo	(b) Lámina (mm)	(a) Duración (min)	(c) Intensidad (mm/h)	(d) E. Unitaria (Mj/ha*mm)	(a*d) E. del tramo (Mj/ha)
1	3,40	60,00	3,40	0,1654	0,56236
2	2,40	65,00	2,20	0,1489	0,35736
3	2,90	10,00	17,40	0,2273	0,65917
4	10,00	40,00	15,00	0,2217	2,217
5	5,80	60,00	5,80	0,185	1,073
Energía total (E)					4,86889

**Estimación de la intensidad máxima en 30 minutos ( $I_{30}$ ).**

A partir del pluviograma se determina la máxima lámina caída en 30 minutos y se expresa la intensidad en mm/h.

Para el caso estudiado, la lámina caída resulto ser igual a 7,5 mm en 30 minutos, cuyo  $I_{30}$  es = 15 mm/h

Luego el  $EI_{30}$  es:

---


$$EI_{30} = 4\ 869\ \text{Mj/ha} * 15\ \text{mm/h} = 73,04\ \text{Mj*mm/ha*h}$$


---

**Estimación del Factor R ( $EI_{30}$ ) para una localidad**

El factor R para una localidad, es el valor medio de los R en el año para un período de registro de al menos 10 años.

Se pueden generar modelos predictivos que permiten su estimación diaria o mensual basados en valores de lámina diaria o mensuales,

**\*Base de su determinación\***

**Modelos Determinados para Algunas Regiones de Venezuela**

Modelo	Región
$R = 39,3 - 0,654(L) + 0,019(L^2)$	* BOCONÓ (TRUJILLO)
$R = -41,5 + 0,250(L) + 0,013(L^2)$	* STA. ANA (TRUJILLO)
$R = -36,36 + 2,61(L) + 0,007(L^2)$	* BAJO SECO (D.FED.)
$R = -190,5 + 8,8(L)$	BOSQUE SECO TROPICAL

\*Tierras de cuencas altas  
Lámina mensual (mm)

**Modelos para Determinar Erosionabilidad (K)**

\* Modelo en que basa el monograma (Foster y col. 1981)

\* Modelos para los suelos de Venezuela (Páez y col. 1989):

$$K = -0,3136 + 0,0093(1+amf) - 0,0044(A) + 0,0742(pH) - 0,0086(Gr)$$

$$K = -0,2565 + 0,0088(1+amf) - 0,0041(A) + 0,01612(pH) - 0,0088(Gr) - 0,0026(BAS)$$

\* Modelo de la RUSLE

$$K = 7,594 \left\{ 0,0034 + 0,0405 \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\text{Log}(Dg) + 1,659}{0,7101} \right)^2 \right] \right\}$$

$$Dg(\text{mm}) = \exp 0,01 f_1 1n m_1$$

$f_1$  = fracción (%) (partículas primarias)

$m_1$  = Promedio del límite de clase de partícula primarias

***Procedimiento para determinar el período de descanso o barbecho a partir del criterio del  $CP_{\text{máx}}$  (vulnerabilidad del suelo a la erosión)***

Para cada unidad, determinar:

1. Profundidad efectiva. (Criterios de Grossman y Berdanier, 1982)
2. Tolerancia de pérdida de suelo (Mannering, 1981)

Profundidad (cm)	Tolerancia Md/ha/año
$\leq 25$	$\leq 4$
25 - 50	4 - 8
50 - 100	8 - 12
100 - 150	12 - 16
150 - 200	16 - 20
$> 200$	20 - 24

3. Erosividad de la lluvia (R) para toda el área
4. Erosionabilidad del suelo (K) para cada unidad
5. Factor topográfico (LS) para cada unidad:

$$LS = \left( \frac{1}{22,1} \right)^m * (0,065 + 0,045 (s) + 0,0065 (s^2))$$

Coeficiente m del factor L:

donde: l= longitud pediente (m)  
s= gradiente (%)

Gradiente (%)	m
< 0,5	0,15
0,5 - 1,0	0,20
1,0 - 3,0	0,30
3,0 - 5,0	0,40
> 5,0	0,50

6. Vulnerabilidad del suelo a la erosión (CPmáx):

$$T = R K LS (CPmáx) \quad : \quad CPmáx = T / R K LS$$

7. Período de descanso:

- Número de años en barbecho por cada año de cultivo limpio: (sin prácticas de conservación)

$$\text{No. años barbecho} = \frac{C \text{ TUT} - CPmáx}{CPmáx - C \text{ barbecho}}$$

donde C barbecho= 0,01

- Número de años en barbecho por cada año de cultivo limpio: (con prácticas complementarias de conservación)

$$\text{No. años barbecho} = \frac{C \text{ TUT} * Pc - CPmáx}{CPmáx - C \text{ barbecho}}$$

Observación: El barbecho puede sustituirse por un cultivo de cobertura (leguminosa o gramínea)

Criterios de aptitud según período de descanso:

Grado de aptitud	Años cultivo limpio/Años barbecho
a <sub>1</sub>	> 10 : 1
a <sub>2</sub>	3 - 10 : 1
a <sub>3</sub>	1 - 3 : 1
n	< 1 : 1

Valores del factor Pc para labranza en contorno, según la pendiente y longitudes máximas permisibles (Wischmeier y Smith)

Gradiente (%)	Factor Pc	Long. Máx. Perm. (m)
< 3	0,60	122
3 - 5	0,50	91
5 - 8	0,50	61
8 - 12	0,60	37
13 - 16	0,70	24
17 - 21	0,80	18
> 21	0,90	15

### Degradación física

Consecuencia de procesos relacionados:

- Encostramiento - Sellado
- Reducción - Permiabilidad
- Compactación
- Falta de aireación
- Degradación - Estructura
- Limitación al desarrollo radical

### Algunos índices

Índices de encostramiento:

$$1. \text{ I.E.} = \frac{\text{Lf} + \text{Lg}}{\text{A}} \quad (\text{FAO, 1980})$$

Suelos que no forman costras: < 1,5  
Suelos que forman costras: > 2,5

$$2. \text{ I.E.} = \frac{1,5 \text{ Lf} + 0,75 \text{ Lg}}{\text{A} + 10 \text{ MO}} \quad (\text{FAO, 1980})$$

Suelos que no forman costra : <= 0,02  
Suelos que forman costras : > 2,00

3. Índice modificado: ( Comerma y col., 1992)

$$\text{I.E.M.} = \frac{1 \ 125 \text{ L}}{\text{A} + 10 \text{ MO}}$$

Suelos con alta estabilidad agregados: < 1  
Suelos con baja estabilidad agregados: > 2

## *Ejercicio Práctico para identificación de Indicadores de Sostenibilidad*

Elizabeth Aguilera G.  
Programa Nacional de Agrosistemas  
CORPOICA, Tibaitatá - Colombia.

Este trabajo resume los resultados de un ejercicio preliminar realizado para ajustar y validar la propuesta metodológica planteada en el proyecto **Comprobación y Orientación de la Sostenibilidad en la Región de la Mojana** (actualmente en ejecución en la región Caribe Colombiana)

El objetivo del proyecto es analizar el estado actual de la sostenibilidad (biofísica, socioeconómica y cultural) de la región de estudio y zonificar los principales problemas de sostenibilidad, con el fin de: identificar líneas prioritarias de investigación, proponer alternativas sostenibles de manejo y uso de la tierra, y seleccionar indicadores relevantes a las problemáticas ya identificadas (para hacer seguimiento a los sistemas actuales o propuestos para la región).

En la conferencia anterior, la doctora Irma Baquero presentó los principios filosóficos y conceptuales que respaldan esta presentación, así como los pasos lógicos para llegar a identificar y seleccionar los indicadores de sostenibilidad.

La metodología del proyecto se desarrollo sobre la hipótesis:

**Ho:** El juego de interacciones entre la diversidad de componentes biofísicos, socioeconómicos, culturales y políticos, a diferentes niveles jerárquicos, "predeterminan, limitan o definen" el abanico de actividades productivas que el hombre puede desarrollar, estableciendo diferencias en:

en la respuestas del sistemas



**Sostenibilidad**

Con base en esta hipótesis se está zonificando, en forma sucesiva, el área de estudio, con el fin de

generar un mapa de Zonificación Ambiental a escala 1:100 000, donde se espacen áreas según su homogeneidad biofísica, socioeconómica y cultural, así como los problemas de uso actual (Evaluación de Tierras FAO).

### *Características biofísicas del área de estudio*

El área de estudio es una zona de subsistencia bordeada por los ríos San Jorge al occidente, el Cauca al oriente y el Magdalena (Brazo de Loba) al norte. Los dos últimos ríos recorren el país de sur a norte, recogiendo sedimentos de las cordilleras y contaminantes de las poblaciones que atraviesan, para desembocar en la zona de estudio antes de caer en la costa atlántica.

En la época de invierno la zona de estudio actúa como un vaso regulador de los caudales de estos ríos, inundándose por períodos prolongados.

### *Zonificación del área de estudio con base en los agentes predeterminantes de la actividad antrópica*

Se consideran agentes predeterminantes aquellos factores biofísicos (geoestructuras, climatología, etc.), socioeconómicos o culturales (políticas de desarrollo, legislaciones, etc.), exógenos a la zona de estudio (nivel jerárquico superior) que afectan directa o indirectamente las actividades antrópicas, ya sea limitándolas o propiciándolas (predefiniéndolas) y que en algunos casos pueden ser las causas de insostenibilidad de la zona bajo estudio. El grado de adaptación de las actividades antrópicas a los agentes predeterminantes, define en gran medida la sostenibilidad o insostenibilidad

de los sistemas productivos: Por esta razón, se toman como punto de referencia en los análisis que se realizan en los niveles inferiores. Los agentes predeterminantes difícilmente son modificables desde los niveles inferiores (y aun de los superiores).

En el área de estudio, la dinámica hídrica condiciona y dinamiza las actividades que actualmente realizan las comunidades en la región, por lo tanto, esta característica se tomó como "el agente biofísico prioritario que determina las actividades antrópicas" y con base en su dinámica se hizo la primera zonificación del área de estudio señaladas en la Figura 1.

La zonificación anterior se irá afinando de acuerdo con la información cartográfica de la cobertura de uso actual, zonas de inundación, y con los resultados de la caracterización de los sistemas de producción y de uso de fauna y flora (actualmente en ejecución).

### Marco lógico para abordar el ejercicio

Para este ejercicio se tomó la información preliminar disponible de la caracterización de uso de fauna y flora realizada en el noroccidente del ecosistema predominantemente hídrico; la cual se capturó a través de consensos con las comunidades, donde se delinearon los sistemas productivos y las problemáticas sentidas por la comunidad.

En la Figura 2 se muestra el sistema productivo predominante en el área del ejercicio: **Caza y pesca**, actividades tanto de consumo como comerciales, las cuales generan los principales ingresos, pero que se enriquecen con el huerto casero y otras actividades de subsistencia.

En el Cuadro se relacionan los TUT del Sistema Caza y Pesca con la unidades fisiográficas donde se desarrollan estas actividades y con los problemas y soluciones señalados por los productores.

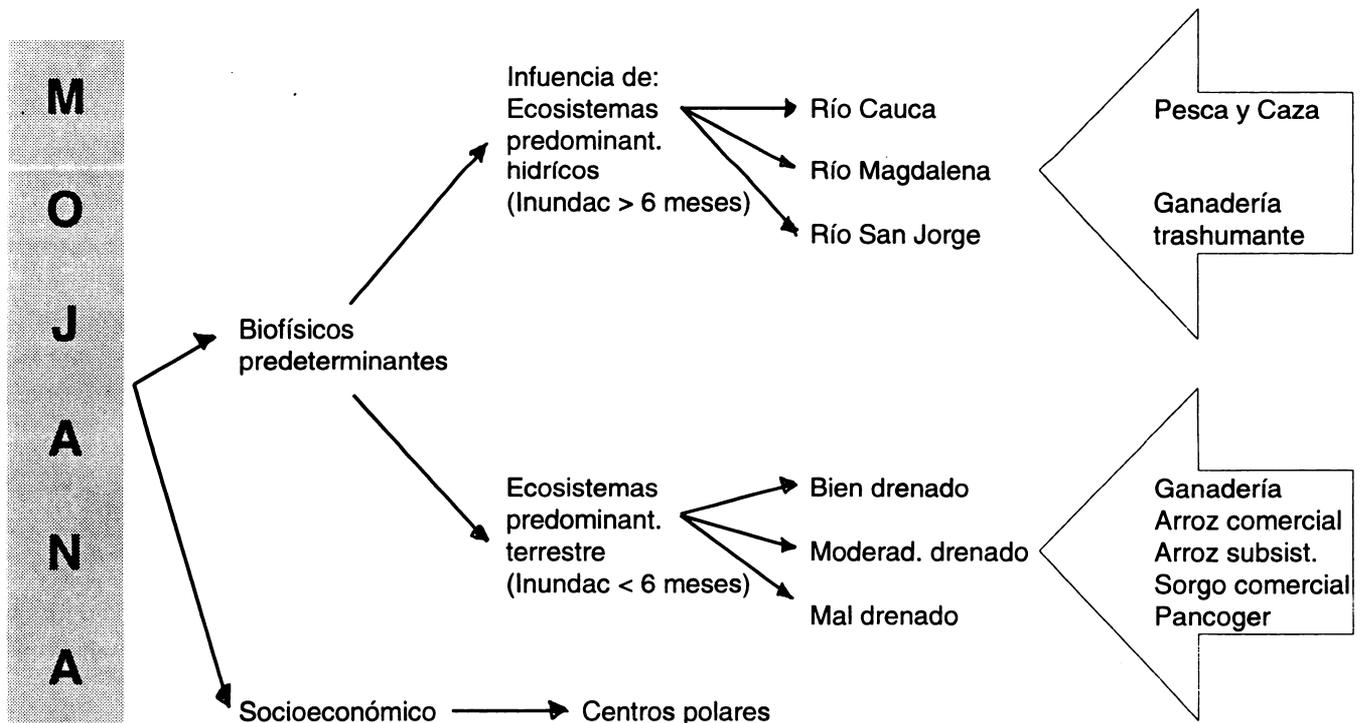


Figura 1. Zonificación sucesiva del área de estudio

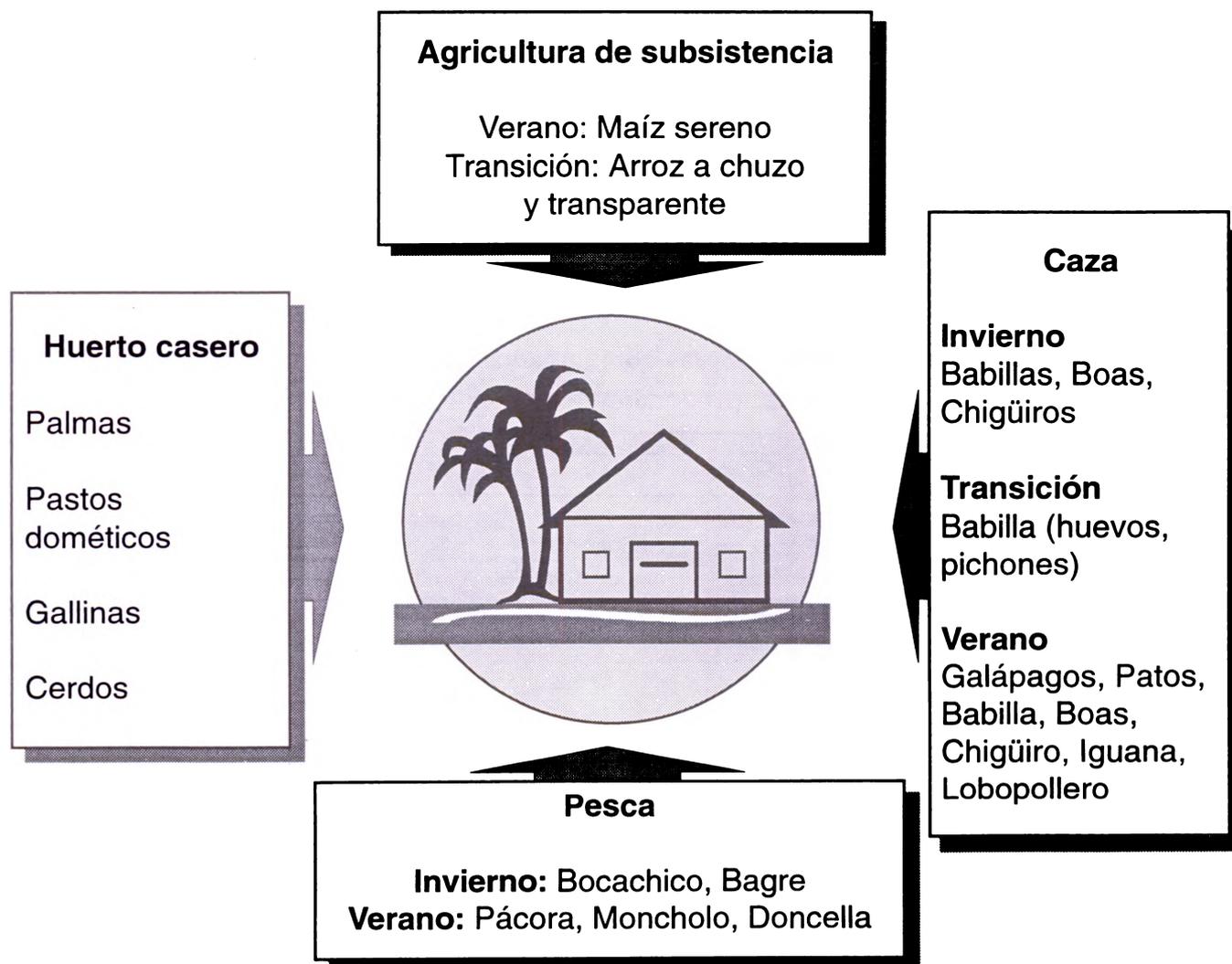
A partir de la información básica:

- Identificación y caracterización de agentes biofísicos predeterminantes y zonificación preliminar del área de estudio, según dichos agentes.
- Selección del área de análisis: zona noroccidental del Ecosistema Predominantemente Hídrico Influenciado por las aguas de los ríos Cauca, San Jorge y Magdalena.
- Caracterización de los sistemas productivos.
- Relación de los diferentes TUT del sistema caza y pesca con las unidades fisiográficas donde se desarrollan.

- Identificación de los problemas señalados por los productores.

Se estableció la relación de las problemáticas señaladas por los productores por cada TUT, con el tipo de indicadores (según su coincidencia con las definiciones dadas en la conferencia de la Dra. Irma Baquero): de presión (interna y externa) de estado, de respuesta y de proceso, con los agentes predeterminantes, base de la zonificación.

En este resumen sólo se presenta la Figura 3, la cual relaciona los problemas señalados por los productores y el análisis técnico preliminar del TUT: Extracción de Tortugas, con el tipo de indicadores planteados anteriormente.



**Figura 2. Sistema de producción de caza y pesca. Zona noroccidental del ecosistema predominantemen hídrico**

El análisis comienza con los problemas identificados, sobre los cuales se establecen los agentes de presión que actúan sobre el TUT.

**Presión**

- La población de tortugas está sometida a una presión extractiva que responde a una demanda cultural, tanto externa como interna a la zona de estudio: consumo de tortugas en Semana Santa, tradición introducida en época de la colonia.
- De acuerdo con los cazadores, las poblaciones de tortugas han disminuido, y ahora se consumen y comercializan sin tomar en cuenta el tamaño o estado reproductivo, a sabiendas del impacto que generan.
- Uno de los sistemas de extracción de tortugas, poco usado actualmente pero señalado desde la colonia, es la quema de zapales (humedales) en verano, afectando tanto a las diversas especies presentes allí, como al hábitat natural. Por otro lado el desove de las tortugas comienza

en enero, época en que bajan las aguas, rebrotan los pastos naturales y entra el ganado a pastorear, pisoteando los nidos de las tortugas.

- Durante el verano (enero-abril) la tortuga es la principal fuente proteínica de la mayoría de los caseríos de esta zona, ya que la pesca, que normalmente se reduce al bajar las aguas, también se ha visto afectada por la sobre explotación. El consumo de tortuga es diario, al desayuno, almuerzo y comida.
- Finalmente, el inicio de las inundaciones se adelanta en algunos años y los nidos de las tortugas quedan bajo agua antes de eclosionar, originándose la muerte de nidadas completas.

Los agentes de presión identificados, conllevan a la identificación de indicadores de presión, a partir de las problemáticas señaladas por los productores, permiten rastrear las posibles causas de los problemas (agentes predeterminantes), el estado actual del fenómeno bajo estudio, los posibles procesos que se están dando actualmente en el TUT analizado y la respuesta socioeconómica o biofísica del sistema al que pertenece el TUT bajo

**Problemas productivos señalados por las comunidades que explotan los Basines de la zona noroccidental de los ecosistemas predominantemente hídricos de la región de la Mojana.**

Unidad fisiográfica	Cobertura	TUT	Problemas	Causas	Soluciones
L 1.5y Basines inundados más de 6 meses al año	Herbazal Denso	Caza (Babillas, galápagos, patos)	Reducción en No. de animales	- Sobreexplotación - Sedimentación - Reducción en cobertura veg. - Aumento temporal inundaciones	- Degrado de ciénagas - Zoocriaderos - Apoyo gubernamental
			Baja eficiencia en captura	- Reducción de la ganadería trashumante	Presencia gubernamental
		Ganadería trashumante	- Abigeato - Secuestros	- Problemas sociales	Presencia gubernamental
L 1.5x Basines inundados menos de 6 meses al año	Arbustal abierto	Ganadería trashumante			

estudio. Con esta información se trabaja con un grupo interdisciplinario para definir los indicadores apropiados en cada nivel jerárquico, para hacer el seguimiento a los agentes determinados (estado, proceso, presión y respuesta).

**Observaciones**

Por razones de tiempo, en este ejercicio se trabajó en forma muy general un solo TUT, pero se espera que cualquier análisis se haga en forma integral, trabajando las interacciones que se dan entre los diferentes TUT de un mismo sistema y entre los sistemas de producción vecinos o que comparten el mismo espacio geográfico.

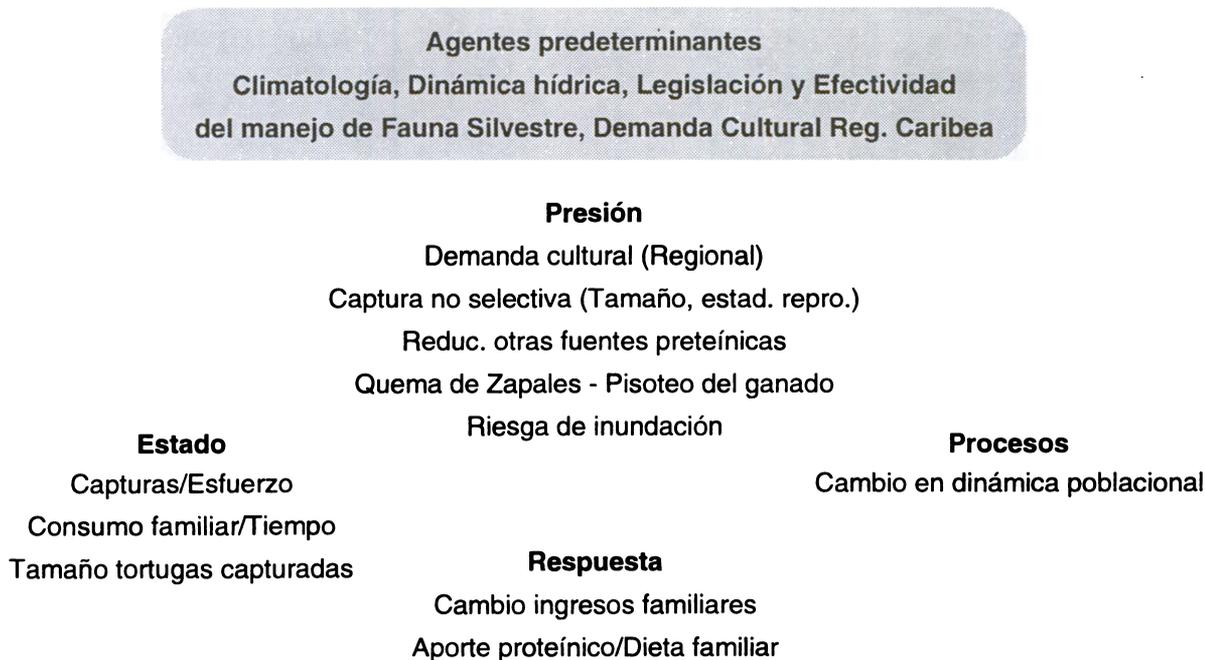
El ejercicio se basó en los problemas que son evidentes a los productores; sin embargo, se esperan los resultados limnológicos y de toxicidad para establecer la calidad de las aguas, información indispensable en el análisis de sostenibilidad que podría ampliar los problemas, las causas y las respuestas del TUT y su sistema.

En los ecosistemas predominantemente terrestres, donde las actividades agropecuarias predominan, se está utilizando la evaluación de

tierras de la FAO, con el fin de identificar los conflictos de uso actual y sus problemas, información que permite identificar indicadores biofísicos, principalmente a nivel local y rastrear otro tipo de indicadores según el nivel de impacto identificado en la problemática. Esta información se analizará conjuntamente con los problemas señalados por los productores en la caracterización de los sistemas de producción, los agentes predeterminantes de los niveles superiores y con las estadísticas productivas, para desarrollar en forma integral el esquema mostrado aquí en forma muy simplificada. De esta manera se busca identificar y seleccionar los indicadores relevantes a cada zona identificada en el mapa ambiental.

La evaluación de tierras parte de una visión integral de la región de estudio, pero se orienta según la zonificación realizada por agentes predeterminantes.

Finalmente, es importante destacar que para cualquier tipo de indicador y en cualquier nivel jerárquico, se analizan conjuntamente los aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales, para posteriormente seleccionar aquellos indicadores que reflejen el problema relevante y que a su vez sean viables de tomar.



**Figura 3. TUT: Extracción de Tortugas**

## *Establecimiento de Indicadores de Sostenibilidad para los Usos Café Típica (Bajo Insumo) y Papa Granola Bajo Riego en la Microcuenca del Río San Parote, Cuenca del Río Pereño*

Trabajo de grupo recopilado por Juan C. Rey  
Investigador Contratado. FONAIAP - Venezuela.

Este documento recopila los resultados de la discusión de tres grupos de trabajo acerca de cuales podrían ser los INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD para los Tipos de utilización de la Tierra (TUT) Café Típica (Bajo Insumo) y Papa Granola bajo riego, ambos TUT son frecuentes en la cuenca del río San Pereño. La misma está ubicada en el estado Táchira y abarca 10 463 ha.

La cuenca del río Pereño tiene como función principal surtir de agua a la ciudad de San Cristóbal, estado Táchira.

El establecimiento de los posibles indicadores de sostenibilidad se hizo con base en la visita a la zona de estudio, problemáticas evidenciadas por expertos que han trabajado en la zona y al proceso de Evaluación de Tierra desarrollado en la microcuenca del río San Parote para los TUT mencionados anteriormente.

### ***Establecimiento de los Indicadores***

Para los indicadores de la sostenibilidad de los usos se siguieron los pasos siguientes:

- Definición de los Objetivos de la Planificación de uso de la cuenca del río San Pereño.
- Reconocimiento de los problemas actuales y potenciales relacionados con los TUT.
- Determinación de las causas que pudieron dar origen a los problemas actuales y potenciales.
- Establecimiento de Indicadores de Sostenibilidad y clasificación de acuerdo al nivel jerárquico que afecta: presión, estado y respuesta.

### **Objetivos del Proceso de Planificación en la Cuenca del Río Pereño**

La cuenca del río Pereño es la principal surtidora de agua para la ciudad de San Cristóbal, en este sentido, el principal objetivo de la planificación es mantener, y en lo posible incrementar los aportes de agua de buena calidad.

Sin embargo, en la zona existe una población que desarrolla una actividad agrícola, por esta razón, se estableció otro objetivo relacionado con el uso racional de las tierras, compatible con el propósito de producción de agua.

En conclusión, los objetivos generales del proceso de planificación del uso de la cuenca del río Pereño serían.

- Producción de agua en cantidad y calidad para la población de San Cristóbal, estado Táchira.
- Compatibilizar usos agrícolas de la tierra con los objetivos de producción.

### **Reconocimiento de los Problemas Actuales y Potenciales Relacionados con los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)**

Los problemas actuales y potenciales relacionados con los TUT café típica y papa granola están directamente relacionados con los objetivos de planificación de uso de la cuenca.

Problemas Propuestos por los grupos de trabajo:

- Erosión hídrica/Pérdida de suelo/Sedimentación de embalses/Obstrucción de surtidores de agua.

- Avance de la frontera agrícola/Disminución del área con vegetación natural.
- Formación de Cárcavas - Movimientos en masa.
- Contaminación de aguas, plantas físicas y humanos.
- Disminución de la disponibilidad y calidad del agua surtida por la cuenca.
- Necesidades económicas de los habitantes de la cuenca.
- Altas pendientes
- Material geológico de la zona
- Presencia de tendidos eléctricos
- Frecuentes quemas
- Promoción y publicidad excesiva sobre el uso de agroquímicos a productores
- Introducción ilegal de pesticidas en la zona
- Uso de cultivos hortícolas

### **Determinación de las Causas que dan Origen a los Problemas Actuales y Potenciales**

El establecimiento de las causas que dan origen a los problemas mencionados anteriormente, están relacionados los Requisitos de los TUT (RUT) y la Cualidades de las Unidades de Tierra (CuT) de la zona de interés.

La confrontación de los RUT y las CuT determinarán cuales usos y particularmente cuales acciones relacionadas con los usos causan problemas para la consecución de los objetivos del proceso de planificación. Es aquí donde el Proceso de Evaluación de Tierras utilizando las premisas de la FAO es clave, mediante el proceso de armonización de los RUT y CuT relevantes.

A partir de los ensayos de Evaluación de la FAO, realizados por los grupos de trabajo en la zona de estudio y de la observación de otros usos agrícolas y no agrícolas, en las visitas de campo se establecieron las causas que dan origen a los problemas actuales y potenciales:

- Uso de cultivos desnudos en zonas de altas pendientes
- Riego inadecuado
- Susceptibilidad del suelo
- Pérdida de cobertura vegetal
- Crecimiento demográfico/Construcción de vivienda y carreteras

- Actitud de los productores ante las recomendaciones técnicas
- Falta de asistencia técnica
- Falta de vigilancia en áreas protegidas (zonas de Parque Nacional
- Uso de pocas o ningunas prácticas de conservación
- Prácticas de manejo inadecuadas, en general

### **Establecimiento de INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD y Clasificación de Acuerdo al Nivel Jerárquico**

Los INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD se clasificaron en

- Indicadores de Presión
- Indicadores de Estado
- Indicadores de Respuesta

Es importante señalar que la ubicación de los indicadores dentro de las clases jerárquicas es preliminar, muy posiblemente con un análisis más detallado se reubiquen de mejor forma.

#### *Indicadores de Presión*

- Cantidad de agua aportada por la cuenca
- Demanda de madera

- Demanda de alimentos
- Área de bosque del estado Táchira (proporción)
- Legislación de áreas bajo régimen especial

#### *Indicadores de Estado*

- Relación área de bosque/área intervenida
- Fluctuación del caudal de agua/época del año
- Cobertura vegetal en las cabeceras de los ríos
- Áreas / TUT
- Número de derrumbes en masa (naturales y producidos)
- Tamaño de las áreas productivas
- Productividad/TUT
- Financiamiento
- Servicios
- Número de proyectos a nivel regional relacionados con la problemática
- Sobreexplotación de los suelos
- Construcción de obras de tipo conservacionista
- Gastos de mantenimiento y reconstrucción de obras

#### *Indicadores de Respuesta*

- Pérdidas de suelo/TUT/Unidad de Tierra
- Rendimiento/TUT
- Migración poblacional
- Incremento de la frontera agrícola/Deforestación de áreas bajo bosque
- Morbilidad

- Turbidez del agua
- Uso de floculantes
- Número de quemas
- Contaminación de las aguas
- Contaminación a humanos y animales
- Número de organizaciones de productores
- Estudio histórico de parámetros climáticos (precipitación, temperatura, evaporación, etc.)
- Implantación de prácticas de conservación
- Implantación de plantas de tratamiento para agua
- Plantas identificadoras (problemáticas)
- Desastres naturales

Como se puede apreciar el número de indicadores propuestos aumenta con el nivel jerárquico, y en total son bastante numerosos. Sin embargo, esto no implica que todos estos indicadores se usarán, éstos deben evaluarse para establecer cuáles son los que reflejan mejor la sostenibilidad y cuales son **medibles**: El trabajo de establecer los indicadores más apropiados y su medición debe ser interdisciplinario, donde un grupo de trabajo abarque de manera integral la problemática bajo estudio.

#### ***Conclusiones***

El proceso de establecer INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD requirió de la definición de los objetivos de la planificación, determinación de los problemas actuales y potenciales y de las causas de dichos problemas y proposición de los indicadores.

El establecimiento de las causas que dan origen a los problemas, mencionados anteriormente,

están relacionados con los Requisitos de los TUT (RUT) y las Cualidades de Unidades de Tierra (CuT).

La confrontación de los RUT y las CuT determinará cuales usos y particularmente, cuales acciones relacionadas con los usos causan problemas para la consecución de los objetivos del proceso de planificación. Es aquí donde el Proceso de Evaluación de Tierras, utilizando las premisas de la FAO, es clave, mediante el proceso de armonización de los RUT y CuT relevantes.

Los indicadores propuestos deben ser sometidos a un grupo interdisciplinario que evalúe su eficiencia para medir la sostenibilidad y la manera de medirlos en el tiempo..

El proceso de establecimiento de los INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD es un proceso iterativo, donde constantemente se revisan los indicadores propuestos y su clasificación. Por tal motivo, es un proceso que toma tiempo y que necesita ser validado, para establecer la calidad de los indicadores seleccionados.

## Resumen de la exposición del Profesor Omar Gabaldón M. Durante el Curso de “Evaluación de Tierras y Sostenibilidad de la Agricultura en la Región Andina”

Con base en la revisión y análisis de información de variables económicas de los cultivos que se desarrollaron en el área. Costos de fundación y mantenimiento del cultivo café, costos de producción del cultivo papa y estimación de costos de construcción de obras de protección ambiental para estos cultivos; rendimientos obtenidos históricamente, rendimientos posibles con la incorporación de variantes tecnológicas y la construcción de obras de protección ambiental; precios obtenidos por los productores; sugerencias para complementar la información existente e intercambio de ideas con los participantes, la exposición se basó los principios del capítulo.

“Evaluación económica de la tierra según los parámetros señalados en el manual de la FAO”

Se hizo énfasis en los aspectos siguiente:

1. Introducción a los aspectos de evaluación económica de tierras.
2. Necesidad del apoyo de la contabilidad agrícola como fuente de información para el calculo de indicadores económicos y financieros.
3. Explicación breve sobre sistemas de contabilidad agrícola.

4. Recomendación del método contable de **Estanzuela** como el más apropiado para obtener la información necesaria. Definición de términos y conceptos básicos utilizados en dicho método. Explicación de la secuencia del calculo.

5. Definición de los parámetros señalados en el manual de la FAO. El margen bruto. El valor presente neto. El Índice beneficio /Costo. La Tasa Interna de Retorno. Concepto de Rentabilidad estática. Concepto de rentabilidad dinámica: Algoritmo de cálculos utilizados para la determinación de estos formatos de tablas para el arreglo de la información.

6. Interpretación de los indicadores. Alcances y limitaciones de los mismos. Recomendaciones.

7. Ejercicios prácticos por los grupos participantes, utilizando la información disponible relativa al valle de Queniquea.

8. Discusión de los resultados, en grupo

Participación en la discusión sobre “Pertinencia y Compatibilidad de los indicadores de Sostenibilidad y el Proceso de Evaluación de Tierras”

En esta discusión todos los integrantes del curso (profesores y participantes).

## Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y su Uso con el Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras (ALES)

Antonio Jiménez  
Luis Carrero

*Ingenieros Agrónomos, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables*

El proceso de Evaluación de Tierras, tal como se apreció durante la primera semana del curso, juega un papel importante dentro del proceso de definición de los Indicadores de Sostenibilidad de la Agricultura. Este proceso puede ser significativamente acelerado con el uso de herramientas computarizadas, tales como el Sistema de Información Geográfica IDRISI (Eastman, 1992) y el Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras ALES (Rossiter *et. al.*, 1995). Estas dos herramientas forman parte del largo grupo con que cuenta el evaluador actual para mejorar la eficiencia en su trabajo. Otras herramientas no cubiertas pero si mencionadas en este curso incluyen: las hojas electrónicas de cálculo, los programas estadísticos y más recientemente redes como la INTERNET.

### **Objetivos**

Los objetivos cubiertos en esta parte del curso son:

Presentar a los cursantes una breve introducción sobre el programa ALES, los Sistemas de Información Geográfica de tipo 'raster' con énfasis en el IDRISI, y la interfase entre éstos (ALIDRIS).

Efectuar ejercicios de instrucción de los programas señalados

Utilizar estos programas para la construcción de los modelos de evaluación previamente elaborados en forma manual la semana anterior

Discusión crítica sobre las ventajas y desventajas de los programas utilizados en la elaboración de los modelos de evaluación

### **Procedimiento**

El entrenamiento en los programas arriba mencionados incluyó una breve introducción teórica, tanto al ALES como a los Sistemas de Información Geográfica, haciendo énfasis en los sistemas 'raster' como el IDRISI. Los temas cubiertos se señalan a continuación:

### **Introducción al Sistema ALES**

ALES= "Automated Land Evaluation System"

Versión 1: 1987, V2: 1988, V3: 1991, V4: 1993

Actual: Revisión 6 de la Versión 4 (V4.6) de enero de 1996

Universidad de Cornell, Dpto. de Ciencias del Suelo, Cultivos y Atmósfera

### **Propósitos del proyecto ALES**

Principal: elaborar un programa de computación que utilice el esquema de la FAO para la evaluación de tierras, y en el cual los evaluadores puedan construir sus propios sistemas expertos a nivel local, regional o de proyecto.

Complementario: Ayudar a la enseñanza de los principios de la evaluación de tierras.

### **Componentes del ALES**

ALES consta de seis componentes o módulos:

- Estructura para una base de conocimientos.
- Estructura para una base de datos.
- Mecanismo de inferencia.
- Facilidad de explicación.
- Módulo de consulta.
- Generador de informes.

### **Sistemas de Información Geográfica (SIG). Introducción a IDRISI**

#### **Definición:**

Un SIG es un juego de herramientas computarizadas para:

- Recolección.
- Almacenaje.
- Búsqueda.
- Transformación.
- Despliegue.

de información espacial sobre el mundo real.

#### **Diferencias con otras herramientas**

- Información espacial (vs. Bases de datos)
- Transformación, búsqueda (vs. Programas de dibujo)

- ¿Porqué computarizada?
  - Volumen de datos
  - Volumen de cálculos
- Técnicas que no son factibles a mano

#### **Contribuciones al desarrollo de los SIG**

- Cartografía automatizada.
- Análisis espacial de mapas temáticos (mesa de luz).
- Topografía y fotogrametría (levantamientos).
- Sensores remotos.
- Diseño automatizado (CAD).
- Gráficos computarizados.
- Interpolación espacial (trazado de isolíneas, inferencia de valores en puntos no muestreados).

#### **Componentes de un SIG**

Equipo (‘hardware’)

- Procesador (CPU) y memoria temporal: para calcular y almacenar datos temporalmente.
- Coprocesador matemático: para cálculos más rápidos.
- Adaptador y pantalla gráficos: para el despliegue de imágenes.
- Unidad de disco duro (magnética u óptica): para almacenamiento temporal, acceso al azar.
- Unidad de archivos, por ejemplo, cinta magnética o disquete: para almacenar permanentemente grandes cantidades de datos.
- Dispositivos de ingreso de datos normales: teclado, ratón: para suministrar datos y manejar los programas.

- Dispositivos de ingreso de datos espaciales: digitalizadora, rastreador ('scanner'): para suministrar datos espaciales.
- Dispositivos de salida de datos normales: impresora.
- Dispositivos de salida de datos espaciales: trazador ('plotter'), impresora gráfica: para hacer mapas.

### Programas ('software')

Un SIG completo debe comprender módulos para:

- Ingreso y verificación de los datos.
- Almacenaje y manejo de los datos.
- Despliegue y salida de los datos.
- Transformación de los datos.
- Interacción con el usuario.

### La representación 'raster'

Idea fundamental

El área a ser representada está dividida en celdas, normalmente cuadradas, supuestamente homogéneas, por lo que el mapa muestra un sólo valor para cada celda.

### Representación en la computadora

Conceptualmente una matriz que corresponde a la estructura del espacio a ser representado, cada entrada en la matriz tiene un valor.

3	3	3	6	6	6	6	6
3	3	6	6	6	2	2	2
3	3	3	6	6	6	2	2
5	3	5	4	6	4	2	1
5	5	4	4	4	4	1	1

Varios métodos de ahorrar espacio

### Representación gráfica

Se muestran las celdas en las pantalla o en la impresora mediante pixeles ('picture elements'), los cuales son las áreas más pequeñas que pueden tener atributos diferentes, de acuerdo al dispositivo (por ejemplo, color o intensidad).

### Ventajas de la representación 'raster'

- Concepto sumamente sencillo.
- Fácil manejo y programación, especialmente en el lenguaje FORTRAN (permite una fácil programación de matrices).
- Altamente compatible con sensores remotos digitales (LANDSAT, TM, etc.).
- Fácil sobreposición de mapas.
- Fácil el uso de modelos de simulación (el modelo se aplica por celda).
- Fácil la interpolación (la red de datos es uniforme y completa).
- Tecnología barata: se pueden ingresar datos desde el teclado y los mapas se pueden imprimir en una impresora normal.

### Desventajas de la representación 'raster'

- Resolución prefijada, no se puede mejorar.
- Pérdida de información a cualquier resolución.
- Gran volumen de datos, especialmente si la resolución es alta.
- Difícil la producción de mapas de alta calidad cartográfica.
- Lento para transformar proyecciones (la transformación se hace por celda).

## Resolución

Definición: Es la incertidumbre con la cual se puede ubicar en un mapa un punto de interés. En la representación raster, es la dimensión lineal de una celda, multiplicada por  $\sqrt{2}$ .

## Ejemplo

Si la celda mide 50x50 m, entonces la resolución es  $50 \times \sqrt{2} = 70,71$  m

Cada celda representa 2 500 m<sup>2</sup> ó 0,25 ha

4 celdas por ha, 400 celdas por km<sup>2</sup>

Por ejemplo, un estado con una superficie de 7 014 km<sup>2</sup>, requiere de 2 805 600 celdas para representarlo esta resolución. Asumiendo un byte por celda (por ejemplo, cada celda tiene un valor de 0 a 255), se requerirían 2,68 Megabytes de espacio en el disco duro para representar al estado.

## *El Sistema de Información Geográfica IDRISI*

Desarrollado en la Escuela de Postgrado en Geografía de la Universidad de Clark, Worcester, Massachussets, EE.UU. por el Dr. J. Ronald Eastman. El proyecto comenzó en 1984 y sigue produciendo versiones mejoradas (actualmente tiene una versión para Windows).

Su propósito fundamental es proveer un sistema de fácil manejo, bajo costo y requerimientos de equipo ('hardware') lo más sencillos posible, para la docencia y la investigación a nivel de pequeños proyectos.

Bajo costo (alrededor de 320 dólares la versión académica para DOS) y con un manual muy completo con 14 ejercicios (la versión para DOS).

Diseñado como un juego de módulos, cada uno de los cuales realiza una operación fundamental de SIG.

Corre en cualquier PC con disco duro y adaptador gráfico (Hércules, CGA, VGA, SVGA, 8514/A)

Salidas a cualquier impresora gráfica (por ejemplo, Epson FX , IBM ProPrinter

Puede sacar provecho de equipo extra como: coprocesador matemático, adaptador 8514/A, HP LaserJet o PaintJet

Es fundamentalmente un sistema raster, pero posee una representación vectorial complementaria

## *ALIDRIS (ALES - IDRISI)*

Interfase entre ALES e IDRISI

USO: Crear mapas temáticos de aptitud física y económica, cualidades de la tierra, rendimientos, etc. Directamente desde los resultados de ALES y un mapa base de IDRISI.

## Ejercicio práctico

Para la ejecución del ejercicio práctico le fue entregado a cada uno de los tres equipos, previamente conformados, un grupo de datos digitalizados y en formato 'raster' de IDRISI. Entre estos datos se encontraban los siguientes mapas del sector "San Parote": taxonomía de suelos del sector, vegetación, vías, centro poblado (Queniquea), hidrografía, además de mapas de isolíneas de altitud, isoyetas e isothermas con sus respectivos modelos digitales de terreno. Todas la imágenes tenían una resolución de 50x50 m la cual fue escogida arbitrariamente antes del curso.

Una vez descrita la información disponible los cursantes procedieron a crear las unidades de tierras a ser evaluadas, a ingresar los datos de éstas en el ALES y a la elaboración de los modelos de evaluación en dicho programa. Concluido esto se corrieron los modelos y se desplegaron los resultados, tanto en ALES (matrices de aptitud) como en IDRISI (mapas de aptitud física, etc.).

## Resultados y Conclusiones

Finalmente, y con las limitaciones obvias de tiempo, los diferentes equipos elaboraron informes sobre la evaluación y discutieron sus resultados en una presentación realizada el último día del curso. Los informes de cada grupo con sus respectivas conclusiones se anexan a este informe.

En general se cumplieron los objetivos planteados para esta parte del curso. Los cursantes tuvieron la oportunidad de conocer de manera rápida pero efectiva dos programas de gran utilidad en el proceso de Evaluación de Tierras, y aquéllos que ya los conocían tuvieron la oportunidad de profundizar en el conocimiento de los mismos y adquirir habilidades más avanzadas para su manejo.

## Referencias

- ROSSITER D. G.; JIMÉNEZ, A. J.; WAMBEKE, A. V. 1995. Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras ALES Versión 4.5 en Español, Manual para Usuarios. SCAS Teaching Series N0. T93-1 Revisión 5. Dept. of Soil, Crop and Atmospheric Sciences, Cornell University, Ithaca, NY, EE.UU.
- EASTMAN, R. 1992. IDRISI: A Grid-Based Geographical Analysis System, Version 4.0 Rev. 1 User's Manual. Clark University Graduate School of Geography. Worcester, MA, EE.UU.

***Trabajo de grupos***

***Informes***



## Grupo 1

### Evaluación de tierras de la cuenca del río Pereño para el Tipo de Utilización de Tierras TUT papa granola bajo riego

#### **Integrantes del grupo**

*José Cova  
Eduardo Panique  
Pedro Yañez  
Irma Baquero  
Joel Mejía*

*Norberto Rebolledo  
Alex Tineo  
Elgin Plaza  
Jaime Barroso*

Como parte del entrenamiento en evaluación de tierras, se realizó un ejercicio de evaluación de tres unidades cartográficas de la cuenca del río Pereño, para el Tipo de Utilización de Tierras (TUT) papa granola bajo riego. Para el efecto, se usaron los programas ALES e IDRISI, siguiendo las indicaciones del manual de evaluación de tierras para riego de la FAO.

- Aumentar la capacidad de retención de agua del suelo.
- Disminuir el riesgo de movimientos en masa.
- Mejorar los ingresos de los sistemas de producción y las familias.
- Aumentar la participación ciudadana.

#### **Objetivos**

La importancia de la Cuenca del río Pereño estriba en su uso como fuente para el acueducto regional del estado de Táchira. Tiene un cubrimiento de 70% de la población del estado.

El objetivo principal del manejo de la cuenca se definió como:

Garantizar la producción de agua de manera regular, de calidad consumo humano, para abastecer 70% de los pobladores del estado del Táchira.

Objetivos secundarios:

- Disminución de sedimentos.
- Disminución de contaminantes químicos.

#### **Estrategias**

- Mejorar los sistemas de producción actuales.
- Diseñar subsidios y métodos complementarios para aumentar la adopción de métodos de conservación de aguas y suelos.

#### **Tipos de Utilización de tierras**

A continuación se presenta una comparación entre los TUT actuales y los TUT recomendados. Nótese que por restricciones de información y tiempo, sólo se evaluó el TUT papa con riego actual.

**Tipos de Utilización de Tierra**

TUT Actual	TUT Recomendado
Parque Nacional	Parque Nacional con plan de manejo efectivo
Zona de protección	Zona de protección con plan de manejo efectivo
Ganadería extensiva	Pastos de corte Sistemas silvopastoriles Regeneración natural
Caña panelera	Caña panelera con mayor protección del suelo
Café	Café con barreras
Papa bajo riego	Papa bajo riego con barreras y menores aplicaciones de plaguicidas Ajo, apio

**Calificación de cualidades de tierra con respecto al TUT para granola bajo riego**

Cualidad	E.U.T	EVC	DI	Afecta producción	Afecta costos	Importancia
Período vegetativo	IM	FRE	OB	NO	SI	1
Radiación	IN	-				3A
Temperatura	IM	INE				3B
Condiciones de enraizamiento	IM	INE				3B
Oxígeno disponible	IM	INE				3B
Humedad disponible	IN	-				3A
Nutrientes disponibles	IM	FRE	OB	NO	SI	1
Calidad de agua	IM	INE				3B
Salinidad del suelo	IM	INE				3B
Sodicidad del suelo	IM	INE				3B
Toxicidad	MO	FRE				2
Ataque de plagas	IM	FRE	OB	NO	SI	1
Riesgos climáticos (heladas)	IM	FRE	OB	SI	NO	1
Ubicación	IM	FRE	OB	NO	SI	1
Manejo en aplicación de agua (excesos)	IM	FRE	OB			1
Condiciones del medio que afectan el manejo agronómico	IM	FRE	OB	NO	SI	1
Condiciones que afectan la cosecha y postcosecha	IM	FRE	OB			1
Posibilidad de mecanización	IN					3A
Preparación y limpieza de tierras						
Protección contra inundaciones	IM	PF				2
Drenaje	IM	FRE				3B
Nivelación de tierras	IN	-				3A
Ayudas y aplicación de enmiendas (pH)	IMP	INE	OB	NO	SI	1
Necesidades de lixiviación para la recuperación de suelos	IN	FRE				3A
Duración período de rotación	IM	INE				3B
Obras de riego (mantenimiento)	IM	FRE	OB			1
Prevención riesgo de salinización y sodificación	IM	INE				3B
Control de aguas superficiales y subterráneas	IM	FRE	NO			3C
Riesgo de erosión	IM	FRE	OB	SI		1
Riesgo de deterioro ambiental	IM	FRE	OB			1
Actitud de los agricultores frente al riego	IM	INE				3B
Factores socioeconómicos que afectan el riego	IM	FRE	OB			1

## **Resultados**

Se identificaron 45 unidades de tierra, de las cuales 12 resultaron de aptitud 3 (muy limitada) por muy baja disponibilidad de nutrimentos, riesgo de erosión y condiciones de manejo agronómico en la unidad cartográfica M3VA0002. Con aptitud 4 (no apta), resultaron 33, por, además de estas tres características, riesgo de deterioro ambiental (contaminación por pesticidas y sedimentos en el agua). Están localizadas en las otras dos unidades cartográficas.

El total del área con aptitud muy limitante es de 1.194,25 ha.

El total del área no apta es de 5 311,25 ha.

## **Comentarios**

Para la definición de unidades de tierra a partir de las tres unidades cartográficas asignadas, se tomaron criterios de altitud, precipitación y pendiente. El mapa de unidades de tierra resultante dio como resultado 45 unidades, algunas de ellas

con superficies menores de cinco hectáreas. Este tamaño es claramente ineficiente para planificación de tierras con propósitos de manejo.

Así mismo, en la definición de cualidades de la tierra decidimos que diez eran importantes; sin embargo, al realizar la evaluación, se observó que algunas de ellas tomaban las mismas características, de tal manera que no mostraron influencia en la calificación final.

Por lo tanto, se deben tomar cualidades de la tierra contrastantes y criterios determinantes.

En términos de entrenamiento, fue muy beneficioso haber incurrido en el error de tratar de ser exhaustivos en las cualidades y características. Hemos visto como mucha de la información recabada era redundante.

Las herramientas utilizadas requieren una clara percepción previa de los problemas y de la interacción entre cualidades y características de la tierra para definición de la aptitud de uso. Adicionalmente, es beneficioso realizar la evaluación de algunas unidades a nivel manual.

## **Grupo 2**

### **Evaluación automatizada de tierras de la microcuenca del río San Parote (Queniquea) estado Táchira - Venezuela**

#### **Integrantes del grupo**

*Carmen Acevedo  
Edna Garzón  
Auristela Reinoso  
Franklin Valverde*

*José Duques  
Alfredo Maggiorani  
Clarisa Valderrama  
Jesús Zambrano*

La disponibilidad de agua para consumo humano de óptima calidad en Venezuela, es cada día más restringida. Probablemente debido al avance de la frontera agrícola, la demanda de productos agropecuarios por parte de la población, la conta-

minación con productos químicos y la presencia de grandes áreas desnudas que traen como consecuencia el aumento de la erosión y la disminución de los caudales de los ríos.

Considerando lo anterior expuesto, se realizó un estudio de evaluación de tierras siguiendo las normativas de la FAO, en la microcuenca del río San Parote o Queniquea con el fin de determinar unidades de tierra en función a las características y cualidades para un TUT (papa granola bajo riego) que pudieran limitar o no su utilización, tomando en consideración los requisitos de uso para el TUT antes descrito y los indicadores que pudieran estar condicionando el uso de la microcuenca.

Seguidamente, para hacer más eficiente la evaluación de la microcuenca se utilizó el sistema automatizado de evaluación de tierras ALES y el sistema de Información Geográfica IDRISI para agilizar y obtener unidades de tierra y unidades cartográficas en función a su aptitud considerando las características que pueden limitar el TUT y unidades cartográficas en función a las características que condicionan la zona, lo cual mediante su interacción permitirá la separación de unidades cartográficas homogéneas correlacionadas con el uso de la tierra, considerando que el objetivo de la microcuenca es la producción de agua para consumo humano.

### ***Objetivo general***

Protección de la microcuenca del río San Parote, con fines de producción de agua para el abastecimiento del acueducto regional del Táchira.

### ***Objetivos específicos***

- Evaluar el uso actual de la tierra en términos físicos, económicos y su impacto en la conservación de la microcuenca del río San Parote.
- Proponer y evaluar mejoras en el tipo de utilización actual de la tierra y nuevos usos potenciales que mejoren la calidad del agua y que sean sostenibles en el tiempo.

### ***Caracterización físico ambiental de la microcuenca del río San Parote (Río Queniquea) estado Táchira - Venezuela***

**Ubicación política y geográfica:** El área de estudio se encuentra ubicado en el estado Táchira, está localizada entre las coordenadas 827.000 a 892.000 m norte y 816.000 a 836.000 m este.

**Superficie:** 10 464,5 ha.

**Zonas de vida:** Según Holdridge se ubica dentro del bosque húmedo montano (bh-M) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

**Relieve:** Vertientes con acentuada pendiente, predominando vertiente convexa, conos y terrazas.

**Altitud:** 1 200 a 3 200 m.s.n.m.

**Temperatura:** 6 a 20 °C.

**Precipitación:** Fluctúa entre 1 000 y 2 000 mm/año, con mayor variabilidad en la parte sur del área, la parte norte tiene menor precipitación.

**ABRAE:** En la parte norte del sector está el Parque Nacional Los Páramos, en la parte sur zona protectora de cuenca hidrográfica (propuesta).

**Geología:** Formaciones del precámbrico, jurásico, cretáceo, terciario y cuaternario, predominando en la zona material parental de areniscas, lutitas y limolitas.

**Uso Actual:** El uso predominante es el pecuario, bajo forma de pastoreo extensivo, utilizando pastizales naturales e introducidos; así mismo se presentan algunos rubros agrícolas como es el caso del café, caña panelera, hortalizas, cambur, maíz y algunos frutales como morón, fresa e higo

**Problemática de la zona:** Con base en la visita a la microcuenca, se realizaron las observaciones siguientes:

- Avance progresivo de las fronteras agrícolas.
- Deslizamientos en masa de la zona.

- Grandes extensiones de áreas desnudas.
- Acelerado proceso erosivo de los suelos.
- Aumento de la vialidad agrícola.

Algunos indicadores observados en la zona

#### **Indicadores de presión**

- Presencia de grandes superficies de tierra deforestadas y desnudas.
- Aumento del número de carreteras, incrementando la erosión del suelo y la obstrucción de causes, quebradas y ríos de la zona.
- Uso indiscriminado de agroquímicos que ocasiona la contaminación de las aguas, trayendo como consecuencia enfermedades a los pobladores de la zona.

#### **Indicadores de estado**

- Poca retención de las láminas de agua caídas.
- Provocación de desastres naturales.
- Aumento de la erosión de los suelos.
- Destrucción de obras de ingeniería y grandes gastos en la reconstrucción de obras.

#### **Indicadores de respuesta**

- Aplicación de la Legislación (Ley Penal del Ambiente) en cuanto a normas y procedimientos para la construcción de vías de acceso, protección de causes y control de erosión.
- Implementar plantas de tratamiento de agua, cambios de TUT, aplicación de técnicas de Manejo Integrado de Plagas y enfermedades (control biológico, mecánico y cultural).
- Reforestación de áreas desnudas con especies aprovechables.
- Pago de arancel por concepto de reforestación y mantenimiento del mismo a los colonos de la zona.

### **Metodología**

Como paso inicial se visitó la microcuenca del río Pereño en la que están ubicadas las tres unidades cartográficas de suelo en estudio (M3VX0026, V4TE0013 y M3VA0002). En éstas se observaron diferentes tipos de utilización de la tierra y se recopiló la información de suelos, clima y cultivos, entre otros.

Con la información anterior, se establecieron los tipos de utilización de la tierra (TUT) actuales y potenciales pertinentes, en ellos se incluyeron cultivos actuales como papa granola bajo riego por aspersión y café típica bajo sombra.

#### **Lista de referencia**

Nombre descriptivo: Papa granola bajo riego  
Unidad de medida: t/ha  
Rendimiento óptimo: 20 t/ha  
Precio/unidad: 150 000 bolívares/t.

#### **Selección de las cualidades**

Se seleccionaron como relevantes del área, 12 cualidades de la tierra, de las 32 totales del sistema de acuerdo a los siguientes criterios:

#### **Período vegetativo**

Considerada en función al efecto que sobre él causa la altura, en alargar o disminuir el ciclo del cultivo ya que a mayor altura el ciclo vegetativo de la papa se alarga, mientras que el cultivo tiende a ser más precoz al disminuir la altura.

#### **Temperatura**

Considerada en función al efecto que causa sobre el TUT papa en mostrar bajo ciertos rangos de temperatura su potencial productivo, siendo el óptimo entre 15 a 25 °C, intermedio entre 10 a 15 °C y marginales a temperaturas por debajo de 5 y mayores a 25 °C.

#### **Disponibilidad de nutrimentos**

Se consideró la relación entre la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el porcentaje de satu-

ración con bases (% SB), las cuales son consideradas las variables más importantes para definir la fertilidad de los suelos considerando óptimos aquellos suelos con alta CIC y alta y medio % SB, media CIC y alto % SB y no óptimos aquellos con baja y medio CIC y bajo % SB.

**Plagas y enfermedades**

Para esta cualidad se tomó en consideración la enfermedad más limitante del cultivo en la zona, la Candelilla tardía (*Phytophthora infestans*). Estimando su incidencia en función a la altura y textura del suelo, ya que la enfermedad disminuye al incrementar la altitud y es menos frecuente en texturas livianas, siendo óptimos para este TUT suelos con texturas livianas y de mayor altura y limitantes aquellos de menor altura y de textura pesada.

**Manejo y aplicación de agua**

Fue seleccionada en función al déficit hídrico, considerándose óptimas las áreas con un déficit menor a 300 mm/año y no óptimas las áreas con un déficit mayor a 300 mm/año.

**Posible mecanización**

Fue seleccionada considerando el porcentaje de pendiente ya que ésta es una limitante en la aplicación de este TUT.

**Preparación y limpieza de la tierra**

Esta cualidad se consideró relacionándola con el porcentaje de pedregosidad, siendo óptimo los suelos con bajo porcentaje de pedregosidad y limitantes cuando este porcentaje es alto.

**Aplicación de enmiendas**

Para catalogar esta cualidad fue considerado el porcentaje de saturación de aluminio (Al) siendo óptimo cuando este porcentaje es bajo y limitante para el TUT cuando éste se incrementa.

**Obras de riego**

Se catalogó en función a la distancia a la captación de agua para riego, siendo óptimo cuando la

distancia es menor a 500 m del sitio de establecimiento del TUT y limitante cuando es mayor a 1000 m.

**Riesgo de erosión**

Catalogado de acuerdo a los niveles de pérdida de suelo establecidos por la FAO, siendo óptimo cuando la pérdida de suelo es menor a 12 t/ha/año y limitante cuando su pérdida es mayor a 50 t/ha/año.

**Deterioro ambiental**

Fue seleccionada considerando el número de aplicaciones de pesticidas por ciclo de cultivo.

**Factores socioeconómicos ligados al riego**

Seleccionado con base en la existencia o no de organizaciones campesinas o cooperativas en la zona de estudio.

Una vez establecidos los criterios de selección de las cualidades, para facilitar la entrada de datos al sistema ALES se elaboró una serie de cuadros, entre los cuales están:

**Cuadro 1. Requisitos de uso de la tierra (RUT).**

Código	Nombre descriptivo	Niveles de requisito
Pv	Período vegetativo	3
T	Temperatura	4
Dn	Disponibilidad de nutrimentos	3
Ap	Ataque de plagas y enfermedades	3
Ma	Manejo en aplicación de agua	2
M	Posible mecanización	4
Pt	Limpieza de la tierra	3
Em	Aplicación de enmiendas	3
Or	Obras de riego	3
Re	Riesgo de erosión	4

**Cuadro 2. Lista de insumos para el establecimiento del TUT.**

Código	Nombre del insumo	Unidad de medida	Costo/unidad bolívares	Cantidad necesaria/ha
Pt	Preparación de tierras	Pases/buey	3 000	3
Cal	Encalado	ton/ha	30 000	3
Sem	Semilla	ton/ha	400 000	2
Sm	Siembra	Jornal	1 000	10
Fo	Fertilización orgánica	ton/ha	36 000	12
Fq	Fertilización química	ton/ha	140 000	1
Ce	Control de enfermedades	Aplic./ha	10 410	18
Ap	Aporque	Jornales	1 000	20
Rie	Riego	Jornales	1 000	25
Cos	Cosecha	Jornales	1 000	25
Mo	Mano de obra	Jornales	1 000	34

**Cuadro 3. Características de la tierra (CAT).**

Código	Nombre característica	No. clases	Abrev. clase	Nombre descriptivo	Unidad medida	Límite clase
Alt	Altitud	1	Ba	Bajo	metros	1 000 - 1 500
		2	Me	Medio	metros	1 500 - 2 500
		3	al	Alto	metros	> 2 000
Tem	Temperatura	1	Ba	Bajo	°C	0 - 10
		2	Me	Medio	°C	10 - 15
		3	al	Alto	°C	15 - 25
		4	Ma	Muy alto	°C	> 25
Pe	Pendiente	1	Ba	Bajo	%	< 25
		2	Me	Medio	%	25 - 35
		3	al	Alto	%	35 - 60
		4	Ma	Muy alto	%	> 60
Ped	Pedregosidad	1	Ba	Bajo	%	0 - 5
		2	Me	Medio	%	5 - 20
		3	al	Alto	%	> 20
CIC	Cap. Int, Catiónico	1	Ba	Bajo	meq/100g s	0 - 5
		2	Me	Medio	meq/100g s	6 - 15
		3	al	Alto	meq/100g s	> 15
Sab	Saturación bases	1	Ba	Bajo	%	0 35
		2	Me	Medio	%	35 - 50
		3	al	Alto	%	> 50
Sal	Saturación Al	1	Ba	Bajo	%	0 - 30
		2	Me	Medio	%	30 - 60
		3	al	Alto	%	> 60
Dh	Déficit hídrico	1	P	Poca	mm	0 300
		2	A	Alto	mm	> 300
Tex	Textura	1	Li	Liviana		
		2	Me	Media		
		3	Pe	Pesada		
Ps	Pérdida de suelo	1	Ba	Bajo	t/ha/año	0 - 12
		2	Me	Medio	t/ha/año	12 - 25
		3	al	Alto	t/ha/año	25 - 50
		4	Ma	Muy alto	t/ha/año	> 50

**Cuadro 4. Niveles de aptitud de las cualidades para los requisitos de uso de la tierra.**

CUT	Nombre nivel
<b>Período vegetativo</b>	
a1	Corto
a2	Medio
a3	Largo
<b>Temperatura</b>	
a1	Marginal
a2	Moderada
a3	Apta
N	No apta
<b>Disponibilidad nutrimento</b>	
a1	Apta
a2	Medio
a3	Marginal
<b>Ataque plagas</b>	
a1	Baja incidencia
a2	Mod. incidencia
a3	Alta incidencia
<b>Man. apli. agua</b>	
a1	Apta
a2	Mod. apta
<b>Mecanización</b>	
a1	Mecanizable
a2	Mod. mecan.
a3	Marginal
N	No mecanizable
<b>Preparación tierra</b>	
a1	Apto
a2	Mod. apto
a3	Marginal
<b>Aplicación enmienda</b>	
a1	Óptimo
a2	Mod. óptimo
a3	Marginal
<b>Obras de riego</b>	
a1	Factible
a2	Mod. factible
a3	Marginal
<b>Riesgo erosión</b>	
a1	Bajo
a2	Moderado
a3	Alto NMuy alto

**Definición del TUT**

Nombre: Papa granola bajo riego

Código: PGRA

**Información general del TUT**

Vida útil del Proyecto en años: 6 años

Tasa de descuento en porcentaje: 12%

Número de clases de aptitud física: 4

**Insumos anuales:** Todos los especificados en el Cuadro 2, menos los abonos orgánicos.**Insumos en años específicos:** Abonos orgánicos (gallinaza) en los años 1, 3 y 5.**Árboles de decisión para los niveles de aptitud****Período vegetativo vs. altitud**

Característica/cualidad

1	1	Baja	* 1
2	2	Media	* 2
3	3	Alta	* 3

**Temperatura**

Característica/cualidad

1	* 3 Marginal
2	* 2 Moderada
3	* 1 Óptima
4	* 4 No apta

**Disponibilidad de nutrimentos**

CIC vs % SB

1 > %SB	1	* 3 Marginal
	2	= 1 Marginal
	3	* 2 Moderado
2 > %SB	1	* 2 Moderada
	2	= 1 Moderada
	3	* 1 Apta
3 > %SB	1	* 2 Moderada
	2	* 1 Apta
	3	= 2 Apta

**Plagas y enfermedades**

Altitud vs	textura	
1 >	Txt	
1		* 2 Moderado riesgo
2		* 3 Alto riesgo
3		= 2 Alto riesgo
2 >	Txt	
1		* 1 Bajo riesgo
2		* 2 Moderado riesgo
3		= 2 Moderado riesgo
3 >	Txt	
1		* 1 Bajo riesgo
2		* 2 Moderado riesgo
3		= 2 Moderado riesgo

**Manejo de agua en función de déficit hídrico**

1	* 1 Apta
2	* 1 Apta

**Mecanización en función a la pendiente**

1	* 1 Mecanizable
2	* 2 Med. mecanizable
3	* 3 Marginal
4	* 4 No mecanizable

**Preparación de la tierra según pedregosidad**

1	* 1 Apto
2	* 2 Mod. apto
3	* 3 Marginal

**Aplicación enmiendas según % Sat. Al**

1	* 1 Óptimo
2	* 2 Moderad. óptimo
3	* 3 Marginal

**Obras de riego según distancia a la toma**

1	* 1 Factible
2	* 2 Mod. factible
3	* 3 Marginal

**Riesgo de erosión según la pérdida del suelo**

1	* 1 Bajo
2	* 2 Moderado
3	* 3 Alto
4	* 4 Muy alto

**Cuadro 5. De rendimientos proporcionales.**

CAT	Cualidades		
	Rendimiento	Tiempo de cosecha	Costo
Período vegetativo		X	
Temperatura	X	X	
Disp. de nutrimentos	X	X	X
Plagas y enfermed.	X		X
Mecanización			X
Preparación de tierra			X
Aplicación enmiendas	X		X
Obras de riego			X
Riesgo de erosión	X		X

Determinación del árbol de decisión para rendimiento proporcional.

**Temperatura**

Disp. de agua.		
	1	2
1	* 0,5	* 0,3
2	* 0,8	* 0,5
3	* 1,0	* 0,7
4	* 0,1	* 0,0

El déficit hídrico puede incidir en incrementar o disminuir los rendimientos en función de la temperatura.

**Riesgo de erosión**

1	1 Rendimientos óptimos
2	0,9
3	0,7
4	0,5

En la medida que se incrementan las pérdidas de suelo (t/ha) disminuyen gradualmente los rendimientos del cultivo.

Árbol de decisión para la sub clase aptitud física de la tierra. **TUT papa granola**

Aptitud	Temperatura	Riesgo erosión	Mecanización	Disp. nutrimentos
A1	1	1	2	1
A2	2	2	3	2
A3	3	3	-	3
N	4	4	4	-

Una vez obtenido el árbol de decisión para las subclases de aptitud física de la tierra se procedió a generar las unidades de tierra a través del Programa IDRISI, en las tres unidades cartográficas presentes en la microcuenca del río Queniquea. Superponiendo los mapas de altura y temperatura, obteniéndose de esta manera 15 unidades de tierra homogéneas (ver resultados).

Esta información se llevó al Programa de Excel junto con la información de las características de tierra presentes en ALES, para de esta forma llevar toda la información al programa ALES y realizar la evaluación de tierras respectiva.

La evaluación fue realizada para el TUT papa granola bajo riego, para la subclase de aptitud física, tanto para el TUT antes descrito, como para el TUT papa granola mejorado mediante la utilización de obras de conservación, obteniéndose de esta forma 15 unidades de tierra. De igual forma se realizó la evaluación para la clase de aptitud económica utilizando la relación costo beneficio, donde se obtuvo 15 clases de aptitud económica para ambos TUT (ver resultados).

**Reclasificación de las unidades de tierra a través de la Interfase ALES - IDRISI**

Esta fase consistió en reclasificar las unidades de tierra obtenidas, utilizando el modelo IDRISI con las unidades de tierra obtenidas con el Programa ALES para las subclases de aptitud física, tanto para el TUT de papa granola como para el TUT mejorado; así como también para las clases de aptitud económica, usando la relación costo/beneficio, obteniendo de esta forma disminuir el número de subclases para aptitud física para ambos TUT, así como también para las clases de aptitud económica (Cuadro 8).

**Resultados**

De acuerdo a la información procesada para la microcuenca en estudio, utilizando el programa IDRISI, para las características altura y temperatura. Se separaron seis unidades de tierra con la variable altitud y 15 unidades de tierra por temperatura.

Al combinar los mapas de suelo (S), temperatura (T) y altitud (a) dio por resultado 15 unidades de tierra que se encontraban en las tres unidades cartográficas presentes en la cuenca del río Pereño.

Las unidades de tierra con sus respectivas áreas fueron las siguientes:

UT1	1	T1S3a1	AR/ha	1,50
	2	T2S2a1		2,50
	3	T3S2a1		2,25
	4	T1S3a1		27,50
	5	T2S3a1		39,25
	6	T3S3a1		3,50
	7	T1S1a2		306,50
	8	T2S1a2		122,50
	9	T1S2a2	1	903,75
	10	T2S2a2		964,75
	11	T3S2a2		78,50
	12	T1S1a3		713,75
	13	T2S1a3		51,50
	14	T1S2a3	1	971,75
	15	T2S2a3		317,00

Obtenidos los resultados del modelo IDRISI, se describen a continuación los resultados producto de la evaluación de tierras de la microcuenca en estudio a través del modelo ALES. Los resultados fueron los siguientes:

**Cuadro 6. Evaluación de tierras para la sub-clase de aptitud física.**

Unidad de tierra	TUT papa granola	TUT papa granola mejorado
UT1	4Re	3T
UT2	3Re	2T/Dn
UT3	3Re	2Dn
UT4	4Re	3T
UT5	4Re	2T/Re/M/Dn
UT6	4Re	2Re/M/Dn
UT7	4Re	4M
UT8	4Re	4M
UT9	3T/Re	3T
UT10	3Re	2T/Dn
UT11	3Re	2Dn
UT12	4Re	4M
UT13	4Re	4M
UT14	3T/Re	3T
UT15	3Re	2T/Dn

**Cuadro 7. Evaluación para la clase de aptitud económica en función de la relación Beneficio/costo**

Unidad de tierra	TUT papa granola	TUT papa granola mejorado
1	n2	s2
2	s2	s2
3	s3	s3
4	n2	s2
5	n2	s2
6	n2	s3
7	n2	n2
8	n2	n2
9	s2	s2
10	s2	s2
11	s3	s3
12	n2	n2
13	n2	n2
14	s2	s2
15	s2	s2

n2 = No apto                                    s1 = Apto económicamente  
s2 = Moderadamente apto económicamente  
s3 = No factible

**Cuadro 8. Evaluación de tierras para la Interfase en función a la subclase aptitud física y económica para ambos TUT.**

Unidad de tierra	TUT papa
1	3T/Re
2	3Re
3	4Re
<b>TUT papa mejorado</b>	
	13T
2	2T/Dn
3	4M
4	2Dn
5	2T/Re/Dn
6	2Re/M/Dn
<b>Por aptitud económica    ambos TUT</b>	
1	S2
2	S3
3	N2

### *Conclusiones*

- Con los criterios definidos como limitantes, la mayoría de las unidades de tierra, resultarían no aptas físicamente para el cultivo de la papa granola (Riesgo de erosión y mecanización).
- Tomando en cuenta el objetivo principal de la evaluación, el requisito más limitante es Riesgo de Erosión, debido a las altas pendientes que sobrepasan en todos los casos 30% de gradiente y la alta pedregosidad.
- Como resultado de la evaluación a través del programa ALES, las quince unidades de tierra, quedan agrupadas en tres clases de aptitud física, dos no aptas por riesgo de erosión y una marginalmente apta por temperatura y riesgo de erosión.
- Tomando en cuenta las directivas de la FAO para pérdida de suelo, no toma en cuenta las

condiciones de relieve bajo las cuales se desarrollan las actividades productivas en la Región Andina, castigando severamente las unidades de tierra.

- Realizando actividades de manejo y conservación de suelo, se mejora indudablemente la aptitud física de las unidades de tierra.
- El efecto sobre el rendimiento en los sistemas productivos derivados de la implantación de obras de conservación, no se refleja a corto plazo, y por lo tanto la evaluación económica del tipo de utilización mejorado, no difiere significativamente del tipo de uso actual.
- La metodología de evaluación de tierras, manual y/o automatizado es una buena alternativa de manejo, organización y análisis de información con fines de planificación del uso de la tierra.
- Para poder desarrollar convenientemente la metodología de Evaluación de Tierras por aptitud, se requiere consultar y manejar mayor cantidad de información, tanto secundaria como primaria, facilitando el establecimiento de los criterios de evaluación.

### ***Recomendaciones***

- Dado el objetivo de protección de la micro-cuenca del río San Parote, como generadora de agua para toda la población del Táchira, se recomienda reubicar a algunos de los productores de papa en la zona más apta determinada en esta evaluación.
- Incrementar el financiamiento Estatal y privado para la implementación y mantenimiento de obras de conservación, tales como terrazas, barreras vivas, diques, etc., al igual que establecer áreas de r.
- Controlar drásticamente la expansión de la frontera agrícola, vigilando la migración de población al área de estudio como también a través de la compra de tierras por parte del gobierno nacional para que se produzca una revegetalización natural.
- Se requiere implementar estudios o ensayos de evaluación de pérdida de suelo por erosión, especialmente para cultivos limpios tales como papa, cebolla y ajo y las prácticas de manejo más convenientes.

## **Grupo 3**

### **Evaluación de tierras para los TUT’S Café Típica tradicional y Café Típica mejorado, para la cuenca del río Pereño sector “San Parote”**

#### ***Integrantes del grupo***

*Elizabeth Aguilera  
Hernando Méndez  
Rafael Pacheco*

*Fredys Gutiérrez  
Jesús Molina  
Juan Rey*

La zona de estudio para este trabajo de Evaluación de Tierras se ubica en la Cuenca del río Pereño, del estado Táchira. Específicamente la evaluación se realizó en la Microcuenca del Río San Parote o Queniquea, localizada entre las coordenadas 827.000 a 892.000 m norte y 816.000 a 836.000 m este, abarcando un área de 10.464,5 ha.

La altura de la microcuenca varía entre 1 200 m.s.n.m. en el valle del río Pereño, hasta 3200 m, en el páramo La Tigra, con temperatura media anual que varía entre 20°C y 6°C, respectivamente.

Esta microcuenca constituye una de las principales fuentes que aportan agua al acueducto regional del Táchira, el cual surte de agua potable a 70% de la población del Estado.

La importancia de este estudio radica en los problemas ambientales, causados por el uso inadecuado que se está dando actualmente a la tierra en la zona y que ponen en peligro la principal función de la cuenca, como es garantizar en el tiempo un volumen dado de agua y la calidad de la misma.

Sin embargo, la región recoge una población dedicada a la agricultura (café y papa básicamente),

a la cual se les debe proporcionar posibles alternativas de uso y manejo de la tierra, viables a sus condiciones socioeconómicas. Con el fin de contribuir a los dos propósitos anteriores, se presentan los resultados de la evaluación de la tierra realizados en dos TUT: Café típica tradicional y Café típica mejorado.

#### ***Objetivo general***

Contribuir al reordenamiento territorial del uso sostenible de la tierra, condicionada a la conservación de la cantidad y calidad de agua, en el ámbito de la microcuenca del río Queniquea.

#### ***Objetivos específicos***

- Definir la aptitud del uso de la tierra del Café Típica tradicional y Café Típica mejorado, en las diferentes unidades seleccionadas con fines del taller (supeditada a el tiempo disponible).
- Establecer los principales problemas de los usos actuales, en las unidades de tierra consideradas.

- Proponer alternativas de manejo para superar los problemas identificados en las unidades de estudio.

### TUT Mejorado

El TUT mejorado es igual al TUT tradicional pero se adicionan labores de incorporación de materia orgánica (cereza de café seca) y trazados de barreras vivas para reducir la pérdida de suelo.

### Descripción de los TUT

#### TUT Tradicional

#### Café típica bajo sombra (bajo uso de insumos)

Características del cultivo	Bajo sombra (guamo y otros), variedad típica asociada con cambur y otros.
Producto	Café Oro.
Orientación del mercado	Comercial y autoconsumo.
Intensidad de uso de los factores	Mano de obra en todas las labores.
Conocimiento técnico y comportamiento	Moderadas tecnologías y resistencia al cambio por costos de las tecnologías.
Nivel de administración de UP	Directa.
Tamaño y configuración de UP.	Lotes únicos de 2 a 5 ha en 1 a 2 ha de café.
Tenencia	Propia.
Requerimiento de infraestructura.	Vialidad, beneficio y trilla a nivel de finca.
Prácticas de cultivo	Preparación de tierra: siembra directa a barretón, poco uso de hoyos. Siembras: manual, colinos a entrada de lluvias (4 a 6 mil plantas/ha). Fertilización: nula a escasa aplicación de nitrógeno (urea), 100 - 200 kg./ha. Malezas: charapeo y/o paleo (1 a 2 veces/año) Plagas y enfermedades: no. Cosecha: manual. Beneficio: en la finca. Trilla: fuera de la finca.
Fuente de energía	Mano de obra, combustible o electricidad para el beneficio y la trilla.
Rendimientos	5 - 12 quintales/ha.
Costos de producción	70 000-100 000 Bs./carga.

### **Información utilizada**

- Descripción de los TUT
- Unidades cartográficas de suelos, escala 1: 50.000 y sus atributos.
- Información climática (precipitación, temperatura)
- Mapa de isolíneas (altitud).

### **Selección de cualidades de la tierra**

En los cuadros 1 y 2, se presentan las cualidades seleccionadas y su calificación, con base en el efecto sobre el uso de la tierra (E.U.T), la existencia de valores críticos de la cualidad en el área (E.V.C) y la disponibilidad de información (D.I).

Además de las cualidades utilizadas en la evaluación, se discutió la importancia de incorporar como cualidad relevante, los riesgos de contaminación de las aguas debido al procesamiento de la cereza del café. En este trabajo no se consideró esta característica por la falta de información, pero se espera que sea incluida en el estudio final.

### **Definición de las unidades de la tierra**

- Aislamiento de las unidades cartográficas de suelo de interés: M3VX0026, M3VA0002, V4TE0013.
- Procedimiento IDRISI: Creación de archivo de valores (EDIT/ASSIGN). Archivo IDRISI: SECSUE.
- Separación de áreas de temperatura por aptitud para el café. Procedimiento IDRISI: Clasificación de Mapa de Alturas (RECLASS): Archivo: SECPISOS.
- Definición de Unidades de Tierras: Procedimiento IDRISI: Combinación de Unidades de Suelos (SECSUE) con Unidades de Temperatura (SECPISOS) (CROSSTAB). Luego asig-

nación numérica de Unidades de Tierra (EDIT/ASSIGN):

Unidad de Tierra	Unidad de Suelo	Clase de Temperatura
1	M3VX0026	16 - 19
2	M3VX0026	14 - 16
3	M3VX0026	< 14
4	M3VA0002	14 - 16
5	M3VA0002	< 14
6	V4TE0013	> 19

### **Aptitud de rendimientos nacionales**

- A1: > 12 Quintales
- A2: 7-12 Quintales
- A3: 5-7 Quintales
- N: < 5 Quintales

### **Rendimientos estimados por unidad de tierra**

Unidad de tierra	Café tradicional (q/ha)	Café mejorado (q/ha)
1	3,5	7
2	3,5	6
3	-	-
4	3,5	6
5	-	-
6	12	12

**Cuadro 1. Requisitos de Uso de la Tierra para el TUT: Caf-típ Café Typica con sombra (bajo uso de insumos).**

Número	FAO	Requisitos de Uso de la Tierra	Código	Importancia	Efectos del RUT	Grado de
CTr	CTs		FAO	del RUT	¿Baja los	importancia
			r s	ESU EVC DI	¿Afecta la	¿Incrementa
					¿ aptitud física?	los costos?
<b>Grupo A: Agroecología</b>						
1		períodos de crecimiento	b			? Indeterminado
2	1	régimen de radiación.	j u			? Indeterminado
3	2	régimen de temperatura	c c	2 1 2		2 Importante
	9	humedad del aire para el crecimiento	h			? Indeterminado
	8	condiciones para el establecimiento	g			? Indeterminado
4	7	condiciones para el enraizamiento	r r	1 1 1		1 Muy importante
	10	condiciones para la maduración	i			? Indeterminado
5	4	aireación de la raíces	d w			? Indeterminado
	3	disponibilidad de humedad (secano)	m	1 1 1		1 Muy importante
6		cantidad de agua para riego				? Indeterminado
8		calidad de agua a corto plazo	q			? Indeterminado
	5	fertilidad - disponibilidad	n n	1 1 1		1 Muy importante
	6	fertilidad - lixiviación	n'			? Indeterminado
7		macronutrientes NPK	n			? Indeterminado
11a		micronutrientes	zc			? Indeterminado
9		salinidad	x			? Indeterminado
10		sodicidad	y			? Indeterminado
11b	14	toxicidades, efectos directo de pH	z' x			? Indeterminado
12	15	plagas, enfermedades, malezas	p p			? Indeterminado
13a	11	riesgo de inundación	u f			? Indeterminado
13b	12	riesgos climáticos	u' c			? Indeterminado
<b>Grupo b: Manejo</b>						
15		aplicación de aguas	w			? Indeterminado
16	16	labranza	k			? Indeterminado
17		manejo agrícola previo a la cosecha	v			? Indeterminado
	17	manejo de la cosecha y postcosecha	h			? Indeterminado
	19	almacenamiento y procesamiento	j			? Indeterminado
18	17	mecanización	k q			? Indeterminado
	20	temporada de producción (oportunidad)	y			? Indeterminado

Cuadro 2. Continuación.

Número FAO	Requisitos de Uso de la Tierra	Código		Importancia		Efectos del RUT		Grado de importancia
		FAO	r s	EVC	DI	¿Afecta la aptitud física?	¿Baja los rendimientos?	
CTr CTs								
<b>Grupo C: Geografía</b>								
14	23 ubicación			1	1			1 Muy importante
	21 acceso dentro de la unidad de producción		a					? Indeterminado
	22 tamaño y forma de la parcela		b					? Indeterminado
<b>Grupo D: Desarrollo y mejoras de la tierra</b>								
19	18a desmonte	c'	v					? Indeterminado
	18a modelaje de tierras		v'					? Indeterminado
20	protección contra inundaciones	f'						? Indeterminado
21	drenaje	d'						? Indeterminado
22	explanación y nivelación (topografía)	t'						? Indeterminado
23	18c enmiendas físicas, químicas y orgánicas	a'	v''					? Indeterminado
24	lixivación	x'						? Indeterminado
25	período de recuperación	r'						? Indeterminado
26	obras de riego (construcción)	i'						? Indeterminado
<b>Grupo E: Conservación y medio ambiente</b>								
27	prevención de la salinidad y sodicidad	xy						? Indeterminado
28	calidad y control de aguas a largo plazo	w						? Indeterminado
29	24 riesgo de erosión	e	e	2	1			2 Importante
	25 riesgo de degradación de la tierra		d					? Indeterminado
30	riesgos ambientales	v						? Indeterminado
<b>Grupo F: Aspectos sociológicos</b>								
30	actitud de los agricultores	f						? Indeterminado
ESU= Efectos sobre el uso. EVC= Existencia de valores críticos. DI= Disponibilidad de información. Grado de importancia: 1 Muy importante								
Efecto sobre el uso Disponibilidad de información: Existencia de valores críticos 2 Importante								
1 Grande	1 Disponible	1 Frecuente (> 5% del área)		3A No afecta el uso		3B No hay valores críticos		
2 Moderado	2 Obtenible	2 Poco frecuente (< 5% del área)		3C No hay información		? Indeterminado		
3 Poco	3 No obtenible	3 Muy poco frecuente o nunca						

*Criterios de valoración*

Cualidades		Aptitud	
CT1	Temperatura	a1	> 19 < 23 °C
		a2	> 16 < 19 °C
		a3	> 14 < 16 °C
		n	< 14
CT2	Humedad disponible	a1	1 300 - 2 000 mm
		a2	1 000 - 1 300 mm
CT3	Disponibilidad de nutrientes	a1	> 5% MO / > 25 ppm P
		a2	< 5% > 3% MO / 0 - 25 ppm P
		a3	< 3% MO / <10 ppm
PCT4	Enraizamiento	a1	> 80 cm
		a2	50 - 80 cm
		a3	30 - 50 cm
		n	< 30 cm
CT5	Ubicación	a1	unidad cruzada por vías de comunicación
		a2	unidad sin vías de comunicación
CT6	Erosión	a1	< 12 t/ha/año
		a2	12 - 25 t/ha/año
		a3	25 - 50 t/ha/año
		n	> 50 t/ha/año

**Evaluación de tierras según FAO a través de ALES**

En el proceso de evaluación de tierras se siguió la secuencia de trabajo en el programa ALES:

- Lista de TUT (ALES).
- Criterios de valoración (ALES).
- Evaluación por cualidades (ALES).
- Evaluación física (ALES).
- Evaluación económica (ALES).
- Confrontación de la evaluación física con la económica (ALES).

- Exportar los resultados obtenidos en la evaluación con ALES al IDRISI, obteniendo los Mapas de Grado de Aptitud Física de la Tierra.

- Calculo del área para cada unidad (IDRISI).

**Grupo 3(subcuenca río Pereño: sector “San Parote”)** **Definición de los TUT**

**Tipo de Utilización de la Tierra ‘caf\_mej’:** Café típica (Bajos Insumos + pract. conservación)

**Horizonte de planificación (años):**  
20 años Tasa de interés 10%

**Insumos anuales no dependientes de los RUT, por ha:**

2 jornales ‘MO\_abono’: Mano de obra:  
Aplicación de Mat. Orgánica

7 jornales 'MO\_fert': Mano de obra:  
Aplicación de Urea  
28 jornales 'MO\_mlz': Mano de Obra:  
Control de Malezas  
1 unidad 'herr': Herramientas  
10 jornales 'imp': Imprevistos  
4 jornales 'ma\_bv': Mantenimiento de Barreras Vivas

**Insumos de años específicos no dependientes de los RUT, por ha:**

año No. 1  
10 jornales 'In\_bv': Instalación de Barreras Vivas  
16 Jornales 'pr\_tie': Preparación de la Tierra  
38 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 2  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 3  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
4 quintales 'ben': Beneficio  
4 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 4  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
8 quintales 'ben': Beneficio  
8 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 5  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
10 quintales 'ben': Beneficio  
10 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 6  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 7  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 8  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 9  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 10  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 11  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 12  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 13  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 14  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 15  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 16  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 17  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 18:  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 19  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 20  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

**Requisitos de Utilización de la Tierra**

Requisito 'ce': Condiciones de enraizamiento

4 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 7

clase No. 1 = a1

clase No. 2 = a2

clase No. 3 = a3

clase No. 4 = n

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno

Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'dn': Disponibilidad de nutrimentos

3 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 8

clase No. 1 = a1

clase No. 2 = a2

clase No. 3 = a3

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno

Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'hd': Humedad disponible

2 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 9

clase No. 1 = a1

clase No. 2 = a2

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno

Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 're': Riesgo de erosión

4 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 10

clase No. 1 = a1

clase No. 2 = a2

clase No. 3 = a3

clase No. 4 = n

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno

Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'rt': Régimen de temperatura

4 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 11

clase No. 1 = a1

clase No. 2 = a2

clase No. 3 = a3

clase No. 4 = n

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno

Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'ub': Ubicación

2 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 12

clase No. 1 = a1

clase No. 2 = a2

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno

Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

4 Clases de Aptitud física; Arbol de Decisión No. 14

RUT Más limitantes: 2

're': Riesgo de erosión

'rt': Régimen de temperatura

**Productos**

Producto 'caf\_10': Café Oro

1 cultivos, cosechados en los años: 4

Rendimiento óptimo: 10 quintales/ha

El rendimiento óptimo puede ser reducido en una proporción.

Arbol de Decisión para el Redimiento Proporcional, No.: \*\* ninguno

Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno

Factores Multiplicativos del Rendimiento:

'dn': Disponibilidad de nutrimentos:

1: 100%; 2: 100%; 3: 80%

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 90%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción, por quintales del producto: \*\* ninguno

Producto 'caf\_13': Café Oro

1 cultivos, cosechados en los años: 5

Rendimiento óptimo: 13 quintales/ha

El rendimiento óptimo puede ser reducido en una proporción.

Arbol de Decisión para el Redimiento Proporcional, No.: \*\* ninguno

Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno

Factores Multiplicativos del Rendimiento:

'dn': Disponibilidad de nutrimentos:

1: 100%; 2: 100%; 3: 80%

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 9%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción, por quintales del producto: \*\* ninguno

Producto 'caf\_16': Café Oro

15 cultivos, cosechados en los años: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

Rendimiento óptimo: 16 quintales/ha

El rendimiento óptimo puede ser reducido en una proporción.

Arbol de Decisión para el Redimiento Proporcional, No.: \*\* ninguno

Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno

Factores Multiplicativos del Rendimiento:

'dn': Disponibilidad de nutrimentos:

1: 100%; 2: 100%; 3: 80%

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 90%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción,  
por quintales del producto: \*\* ninguno

Producto 'caf\_5': Café Oro

1 cultivos, cosechados en los años: 3

Rendimiento óptimo: 5 quintales/ha

El rendimiento óptimo puede ser reducido en una  
proporción.

Arbol de Decisión para el Redimiento Proporcional,  
No.: \*\* ninguno

Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno

Factores Multiplicativos del Rendimiento:

'dn': Disponibilidad de nutrimentos:

1: 100%; 2: 100%; 3: 80%

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 90%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción,  
por quintales del producto: \*\* ninguno

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_tip': Café típica  
(Bajos Insumos)**

**Horizonte de planificación (años):**

20 años Tasa de interés 10%

**Insumos anuales no dependientes de los RUT, por  
ha:**

7 jornales 'MO\_fert': Mano de obra:

Aplicación de Urea

28 jornales 'MO\_mlz': Mano de Obra:

Control de Malezas

1 unidad 'herr': Herramientas

10 jornales 'imp': Imprevistos

**Insumos de años específicos no dependientes de  
los RUT, por ha:**

año No. 1

16 Jornales 'pr\_tie': Preparación de la Tierra

38 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 2

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 3

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

4 quintales 'ben': Beneficio

4 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 4

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

8 quintales 'ben': Beneficio

8 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 5

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

10 quintales 'ben': Beneficio

10 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 6

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 7

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 8

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 9

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 10

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 11

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 12

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 13

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha

2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 14

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte

12 quintales 'ben': Beneficio

12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos  
año No. 15

2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
12 quintales 'ben': Beneficio  
12 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 16  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
10 quintales 'ben': Beneficio  
10 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 17  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
10 quintales 'ben': Beneficio  
10 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 18  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
10 quintales 'ben': Beneficio  
10 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 19  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
10 quintales 'ben': Beneficio  
10 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

año No. 20  
2 jornales 'ac\_tr': Acarreo y Transporte  
10 quintales 'ben': Beneficio  
10 quintales 'cos': Cosecha  
2 jornales 'sie': Siembra de Colinos

#### Requisitos de Utilización de la Tierra

Requisito 'ce': Condiciones de enraizamiento  
4 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 4  
clase No. 1 = a1  
clase No. 2 = a2  
clase No. 3 = a3  
clase No. 4 = n  
Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno  
Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'dn': Disponibilidad de Nutrientes  
3 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 3  
clase No. 1 = a1  
clase No. 2 = a2  
clase No. 3 = a3  
Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno  
Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'hd': Humedad disponible  
2 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 2  
clase No. 1 = a1  
clase No. 2 = a2  
Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno  
Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 're': Riesgo de erosión  
4 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 5  
clase No. 1 = a1  
clase No. 2 = a2  
clase No. 3 = a3  
clase No. 4 = n  
Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno  
Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'rt': Régimen de temperatura  
4 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 1  
clase No. 1 = a1  
clase No. 2 = a2  
clase No. 3 = a3  
clase No. 4 = n  
Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno  
Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

Requisito 'ub': Ubicación  
2 niveles de aptitud; árbol de decisión No. 6  
clase No. 1 = a1  
clase No. 2 = a2  
Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha:  
\*\* ninguno  
Insumos de años específicos, dependientes de los RUT, por ha: \*\* ninguno

4 Clases de Aptitud Física; árbol de decisión No. 13  
RUT Más limitantes: 2  
're': Riesgo de erosión  
'rt': Régimen de temperatura

#### Productos

Producto 'caf\_10': Café Oro  
1 cultivos, cosechados en los años: 4  
Rendimiento óptimo: 10 quintales/ha  
El rendimiento óptimo puede ser reducido en una proporción.  
Árbol de Decisión para el Redimiento Proporcional,  
No.: \*\* ninguno  
Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno

**Factores Multiplicativos del Rendimiento:**

'dn': Disponibilidad de nutrientes:

1: 100%; 2: 80%; 3: 60%

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 90%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción, por quintales del producto: \*\* ninguno

**Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno**

**Factores Multiplicativos del Rendimiento:**

'dn': Disponibilidad de Nutrientos:

1: 100%; 2: 80%; 3: 60%

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 90%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción, por quintales del producto: \*\* ninguno

**Producto 'caf\_13': Café Oro**

6 cultivos, cosechados en los años: 5, 16, 17, 18, 19, 20

Rendimiento óptimo: 13 quintales/ha

El rendimiento óptimo puede ser reducido en una proporción.

Arbol de Decisión para el Redimiento Proporcional, No.: \*\* ninguno

**Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno**

**Factores Multiplicativos del Rendimiento:**

'dn': Disponibilidad de Nutrientos:

1: 100%; 2: 80%; 3: 60 %

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 90%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción, por quintales del producto: \*\* ninguno

**Producto 'caf\_16': Café Oro**

10 cultivos, cosechados en los años: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Rendimiento óptimo: 16 quintales/ha

El rendimiento óptimo puede ser reducido en una proporción.

Arbol de Decisión para el Redimiento Proporcional, No.: \*\* ninguno

**Factores Limitantes del Rendimiento: \*\* ninguno**

**Factores Multiplicativos del Rendimiento:**

'dn': Disponibilidad de nutrientes:

1: 100%; 2: 80%; 3: 60%

'hd': Humedad disponible:

1: 100%; 2: 90%

'rt': Régimen de temperatura:

1: 100%; 2: 80%; 3: 50%; 4: 0%

Insumos relacionados con el nivel de producción, por quintales del producto: \*\* ninguno

**Producto 'caf\_5': Café Oro**

1 cultivos, cosechados en los años: 3

Rendimiento óptimo: 5 quintales/ha

El rendimiento óptimo puede ser reducido en una proporción.

Arbol de Decisión para el Redimiento Proporcional, No.: \*\* ninguno

**Grupo 3 (subcuenca río Pereño: sector "San Parote")  
Definiciones de las Unidades Cartográficas**

<b>Código UC</b>	<b>Nombre de la UC</b>	<b>Hectáreas</b>
UT1	UT1	15
UT2	UT2	654
UT3	UT3	4 573
UT4	UT4	31
UT5	UT5	1 163
UT6	UT6	71

**Grupo 3 (subcuenca río Pereño: sector "San Parote")  
Datos de la Unidad Cartográfica**

<b>UT1</b>	<b>UT1</b>
C_MO	a (alta (>5%)) [5 - 100]
P	b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10]
carr	n (no)
er	ma (muy alta) [50 - 1 000]
erbv	m (moderada (12 - 25)) [12-25]
pe	mp (muy profunda) [80 - 200]
persue	69,8 t
pp	media (1 000 - 1 300) [0 - 1 300]
prf	88 cm
psuba	17,5 t
temp	16 - 19 (media) [16 - 19]
<b>UT2</b>	<b>UT2</b>
C_MO	a (alta (>5%)) [5 - 100]
P	b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10]
carr	n (no)

er ma (muy alta) [50 - 1 000]  
 erbv m (moderada (12 - 25)) [12 - 25]  
 pe mp (muy profunda) [80 - 200]  
 persue 69,8 t  
 pp media (1 000 - 1 300) [0 - 1 300]  
 prf 88 cm  
 psuba 17,5 t  
 temp 14 - 16 (baja) [14 - 16]

persue 18,3 t  
 pp alta (1 300 - 2 000) [1 300 - 2 000]  
 prf 80 cm  
 psuba 4,5 t  
 temp >19 (alta) [19 - 30]

**UT3 UT3**

C\_MO a (alta (>5%)) [5 - 100]  
 P b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10]  
 carr n (no)  
 er ma (muy alta) [50 - 1 000]  
 erbv m (moderada (12 - 25)) [12 - 25]  
 pe mp (muy profunda) [80 - 200]  
 persue 69,8 t  
 pp media (1 000 - 1 300) [0 - 1 300]  
 prf 88 cm  
 psuba 17,5 t  
 temp <14 (muy baja) [0 - 14]

**UT4 UT4**

C\_MO a (alta (>5%)) [5 - 100]  
 P m (medio (10 - 25 ppm)) [10 - 25]  
 carr s (Si)  
 er ma (muy alta) [50 - 1 000]  
 erbv m (moderada (12 - 25)) [12 - 25]  
 pe p (profunda) [50 - 80]  
 persue 77,4 t  
 pp alta (1 300 - 2 000) [1 300 - 2 000]  
 prf 64 cm  
 psuba 19,3 t  
 temp 14 - 16 (baja) [14 - 16]

**UT5 UT5**

C\_MO a (alta (>5%)) [5 - 100]  
 P m (medio (10 - 25 ppm)) [10 - 25]  
 carr s (Si)  
 er ma (muy alta) [50 - 1 000]  
 erbv m (moderada (12 - 25)) [12 - 25]  
 pe p (profunda) [50 - 80]  
 persue 77,4 t  
 pp alta (1 300 - 2 000) [1 300 - 2 000]  
 prf 64 cm  
 psuba 19,3 t  
 temp <14 (muy baja) [0 - 14]

**UT6 UT6**

C\_MO b (baja (<3%)) [0 - 3]  
 P b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10]  
 carr n (no)  
 er m (media) [12 - 25]  
 erbv b (baja (<12)) [0 - 12]  
 pe p (profunda) [50 - 80]

**Grupo 3 (subcuenca río Pereño: Sector "San Parote")**  
**Códigos de los Requisitos de Uso de la Tierra**

ce Condiciones de enraizamiento  
 dn Disponibilidad de nutrimentos  
 hd Humedad disponible  
 re Riesgo de erosión  
 rt Régimen de temperatura  
 ub Ubicación

**Grupo 3 (subcuenca río Pereño: sector "San Parote")**  
**Características de la Tierra**

C\_MO Clases de Materia Orgánica 3%  
 1 b baja (<3%) 3  
 2 m media (3-5%) 5  
 3 a alta (>5%) 100  
 P fósforo 3 ppm  
 1 b bajo (<10 ppm) 10  
 2 m medio (10-25 ppm) 25  
 3 a alto (>25 ppm) 100  
 carr Carreteras 2  
 1 s Si  
 2 n no  
 er Erosión 4 t persue  
 1 b baja 12  
 2 m media 25  
 3 a alta 50  
 4 ma muy alta 1 000  
 erbv Erosión con Barrera Vivas 4 t psuba  
 1 b baja (<12) 12  
 2 m moderada (12 - 25) 25  
 3 a alta (25 - 50) 50  
 4 ma muy alta (>50) 1 000  
 pe Profundidad efectiva 4bcm prf  
 1 s superficial 30

2 m	moderada	50
3 p	profunda	80
4 mp	muy profunda	200
persue	Pérdida de Suelos	0 t
pp	Precipitación	2 mm
1	media 1 000 - 1 300	1 300
2	alta 1 300 - 2 000	2 000
prf	Profundidad	0 cm
psuba	Perdida de Suelos con Barreras 0 t	
temp	Temperatura	4°C
1	< 14 muy baja	14
2	14 - 16 baja	16
3	16 - 19 media	19
4	> 19 alta	30

**Grupo 3 (subcuenca río Pereño: sector "San Parote") Insumos**

In_bv	Instalación de Barreras Vivas	jornales 1 500,00 Bs.
MO_abono	Mano de obra: Aplicación de Ma	jornales 1 500,00 Bs.
MO_fert	Mano de obra: Aplicación de urea	jornales 1 500,00 Bs.
MO_mlz	Mano de Obra: Control de maleza	jornales 1 500,00 Bs.
ac_tr	Acarreo y Transporte	jornales 1 500,00 Bs.
ben	Beneficio	quintales 3 061,00 Bs.
cos	Cosecha	quintales 8 278,00 Bs.
herr	Herramientas	unidad 15 000,00 Bs.
imp	Imprevistos	jornales 1 500,00 Bs.
ma_bv	Mantenimiento de Barreras Vivas	jornales 1 500,00 Bs.
pr_tie	Preparación de la Tierra	jornales 1 500,00 Bs.
sie	Siembra de Colinos	jornales 1 500,00 Bs.

**Grupo 3 (subcuenca río Pereño: sector "San Parote") Arboles de decisión**

- 1 Nivel de la calidad caf\_tip,rt  
> temp (Temperatura)  
 <14 (muy baja) [0 - 14 gra: 4 (n)  
 14 - 16 (baja) [14 - 16 grad: 3 (a3)  
 16 - 19 (media) [16 - 19 gra: 2 (a2)  
 >19 (alta) [19 - 30 grados: 1 (a1)  
 ?.....: ?
- 2 Nivel de la calidad caf\_tip,hd  
> pp (precipitación)  
 media (1 000 - 1 300) [1 000- : 2 (a2)  
 alta (1 300 - 2 000) [1 300-2: 1 (a1)  
 ?.....: ?
- 3 Nivel de la calidad caf\_tip,dn  
> C\_MO (Clases de Materia Orgánica)  
 b (baja (<3%)) [0 - 3%] > P (fósforo)  
 b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10: 3 (a3)  
 m (medio (10 - 25 ppm)) [1: =1  
 a (alto (> 25 ppm)) [25 - 10: 2 (a2)  
 ?.....: ?  
 m (media (3-5%)) [3-5 %] > P (fósforo)  
 b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10: 3 (a3)  
 m (medio (10 - 25 ppm)) [1: 2 (a2)  
 a (alto (> 25 ppm)) [25 - 10: =2  
 ?.....: ?  
 a (alta (>5%)) [5 - 100%] > P (fósforo)  
 b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10: 3 (a3)  
 m (medio (10 - 25 ppm)) [1: 2 (a2)  
 a (alto (> 25 ppm)) [25 - 10: 1 (a1)  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?
- 4 Nivel de la calidad caf\_tip,ce  
> pe (profundidad efectiva)  
 s (superficial) [0 - 30 cm: 4 (n)  
 m (moderada) [30 - 50 cm]: 3 (a3)  
 p (profunda) [50 - 80 cm]: 2 (a2)  
 mp (muy profunda) [80 - 20: 1 (a1)  
 ?.....: ?
- 5 Nivel de la calidad caf\_tip,er  
> er (Erosión)  
 b (baja) [0 - 12 f.....: 1 (a1)  
 m (media) [12 - 25 f.....: 2 (a2)  
 a (alta) [25 - 50 f.....: 3 (a3)  
 ma (muy alta) [50 - 1 000 t: 4 (n)  
 ?.....: ?
- 6 Nivel de la calidad caf\_tip,ub  
> carr (Carreteras)  
 s (Si).....: 1 (a1)

n (no).....: 2 (a2)  
 ?.....: ?

n (no).....: 2 (a2)  
 ?.....: ?

7 Nivel de la cualidad caf\_mej,ce  
 > pe (profundidad efectiva)  
 s (superficial) [0 - 30 cm]: 4 (n)  
 m (moderada) [30 - 50 cm]: 3 (a3)  
 p (profunda) [50 - 80 cm]: 2 (a2)  
 mp (muy profunda) [80 - 20]: 1 (a1)  
 ?.....: ?

13 Subclase Física caf\_tip  
 > ce (Condiciones de enraizamiento)  
 1 (a1) > dn (Disponibilidad de nutrimentos)  
 1 (a1) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: 1  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?

8 Nivel de la cualidad caf\_mej,dn  
 > C\_MO (Clases de Materia Orgánica)  
 b (baja (<3%)) [0 - 3%] > P (fósforo)  
 b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10]: 3 (a3)  
 m (medio (10 - 25 ppm)) [1]: =1  
 a (alto (> 25 ppm)) [25 - 10]: 2 (a2)  
 ?.....: ?  
 m (media (3 - 5%)) [3 - 5%] > P (fósforo)  
 b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10]: 3 (a3)  
 m (medio (10 - 25 ppm)) [1]: 2 (a2)  
 a (alto (> 25 ppm)) [25 - 10]: =2  
 ?.....: ?  
 a (alta (>5%)) [5 - 100%] > P (fósforo)  
 b (bajo (<10 ppm)) [0 - 10]: 3 (a3)  
 m (medio (10 - 25 ppm)) [1]: 2 (a2)  
 a (alto (> 25 ppm)) [25 - 10]: 1 (a1)  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?

2 (a2) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?  
 3 (a3) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?

9 Nivel de la cualidad caf\_mej,hd  
 > pp (precipitación)  
 media (1 000 - 1 300) [1 000-: 2 (a2)  
 alta (1 300 - 2 000) [1 300 -2: 1 (a1)  
 ?.....: ?

2 (a2) > dn (Disponibilidad de nutrimentos)  
 1 (a1) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?

10 Nivel de la cualidad caf\_mej,re  
 > erbv (Erosión con Barrera Vivas)  
 b (baja (<12)) [0 - 12 f]: 1 (a1)  
 m (moderada (12 - 25)) [12: 2 (a2)  
 a (alta (25 - 50)) [25 - 50]: 3 (a3)  
 ma (muy alta (>50)) [50 -: 4 (n)  
 ?.....: ?

2 (a2) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 3 (a3).....: =2  
 ?.....: ?

11 Nivel de la cualidad caf\_mej,rt  
 > temp (Temperatura)  
 <14 (muy baja) [0 - 14 gra: 4 (n)  
 14 - 16 (baja) [14 - 16 grad: 3 (a3)  
 16 - 19 (media) [16 - 19 gra: 2 (a2)  
 >19 (alta) [19 - 30 grados: 1 (a1)  
 ?.....: ?

3 (a3) > dn (Disponibilidad de nutrimentos)

12 Nivel de la cualidad caf\_mej,ub  
 > carr (Carreteras)  
 s (Si).....: 1 (a1)

1 (a1) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 3 (a3) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 3  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?  
 4 (n).....: 4  
 ?.....: ?

14 Subclase Física      caf\_mej  
 > ce (Condiciones de enraizamiento)  
 1 (a1) > dn (Disponibilidad de nutrimentos)  
 1 (a1) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?  
 3 (a3) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > dn (Disponibilidad de nutrimentos)  
 1 (a1) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 1  
 2 (a2).....: 2  
 ?.....: ?

2 (a2) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?  
 2 (a2) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2ce/dn  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 3 (a3).....: =2  
 ?.....: ?  
 3 (a3) > dn (Disponibilidad de nutrimentos)  
 1 (a1) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 2  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 3 (a3) > hd (Humedad disponible)  
 1 (a1) > ub (Ubicación)  
 1 (a1).....: 3  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 2 (a2).....: =1  
 ?.....: ?  
 ?.....: ?  
 4 (n).....: 4  
 ?.....: ?

**Resumen del modelo elaborado en ALES por el Grupo 3**

**Grupo 3 (Sub-cuenca río Pereño: sector “San Parote”)      Resultados de la Evaluación de Tierras (Resumen)**

**Tipo de Utilización de la Tierra ‘caf\_mej’: Café típica (Bajos Insumos + pract. conservación)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica ‘UT1’: UT1**

**Área : 15 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra  
 'ce' (Condiciones de enraizamiento): 1 (a1) [1-4]  
 'dn' (Disponibilidad de nutrientes): 3 (a3) [1-3]  
 'hd' (Humedad disponible): 2 (a2) [1-2]  
 're' (Riesgo de erosión): 2 (a2) [1-4]  
 'rt' (Régimen de temperatura): 2 (a2) [1-4]  
 'ub' (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Subclase de Aptitud física: 2re/rt [1-4]

Margen Bruto: Bs. 125 010,93/ha/año  
 (Bs. 341 384,83 - Bs. 216 373,90)

Valor Presente Neto: Bs. 510 155,78/ha  
 (Bs. 2 400 473,28 - Bs. 1 890 317,50)

Relación Beneficio/Costo (VPN) : 1,27  
 (Bs. 2 400 473,28/Bs. 1 890 317,50)

Tasa Interna de Retorno : 19,74%

Clase Económica-Margen Bruto: ?

Clase Económica-Valor Presente Neto: ?

Clase Económica-Relación Beneficio/Costo  
 (VPN): s1

Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: s2

Flujo de dinero por año [Bs./ha]

Año	Ingresos	Egresos	Gcia. Neta	VP Ingr.	VP Egr.	VPN
1	0	187 500	-187 500	0	187 500	-187 500
2	0	94 500	-94 500	0	85 909	-85 909
3	127 382	142 856	-15 474	95 704	118 063	-22 359
4	254 765	188 212	66 553	174 008	141 406	32 601
5	331 194	210 890	120 304	205 646	144 041	61 605
6	407 624	233 568	174 056	230 093	145 027	85 066
7	407 624	233 568	174 056	209 175	131 843	77 332
8	407 624	233 568	174 056	190 159	119 857	70 302
9	407 624	233 568	174 056	172 872	108 961	63 911
10	407 624	233 568	174 056	157 157	99 056	58 101
11	407 624	233 568	174 056	142 870	90 051	52 819
12	407 624	233 568	174 056	129 881	81 864	48 017
13	407 624	233 568	174 056	118 074	74 422	43 652
14	407 624	233 568	174 056	107 340	67 656	39 684
15	407 624	233 568	174 056	97 582	61 506	36 076
16	407 624	233 568	174 056	88 711	55 914	32 796
17	407 624	233 568	174 056	80 646	50 831	29 815
18	407 624	233 568	174 056	73 315	46 210	27 105
19	407 624	233 568	174 056	66 650	42 009	24 640
20	407 624	233 568	174 056	60 591	38 190	22 400
<b>Total</b>	<b>6 827 701</b>	<b>4 327 478</b>	<b>2 500 223</b>	<b>2 400 474</b>	<b>1 890 316</b>	<b>510 154</b>

Rendimientos por cosecha

'caf\_10' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .576; Absoluto: 5,76 quintales  
 'caf\_13' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .576; Absoluto: 7 488 quintales  
 'caf\_16' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .576; Absoluto: 9 216 quintales  
 'caf\_5' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .576; Absoluto: 2,88 quintales

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_mej':** Café típica (Bajos Insumos + pract. conservación)

Subclase de Aptitud Física : 3rt [1-4]

**Tasa de descuento:** 10%

Margen Bruto: Bs. -3 008,37/ha/año  
(Bs. 213 365,52 - Bs. 216 373,90)

**Unidad Cartográfica 'UT2':** UT2

Valor Presente Neto: Bs. -390 021,76/ha  
(Bs. 1 500 295,73 - Bs. 1 890 317,50)

**Área:** 654 ha

Relación Beneficio/Costo (VPN): 0,79  
(Bs. 1 500 295,73/Bs. 1 890 317,50)

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):1 (a1) [1-4]

'dn' (Disponibilidad de nutrientes):3 (a3) [1-3]

'hd' (Humedad disponible): 2 (a2) [1-2]

're' (Riesgo de erosión): 2 (a2) [1-4]

'rt' (R'gimen de temperatura): 3 (a3) [1-4]

'ub' (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Clase Económica-Margen Bruto: ?

Clase Económica-Valor Presente Neto: ?

Clase Económica-Relación Beneficio/Costo (VPN): n1

Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: n1

Flujo de dinero por año [Bs./ha]

Año	Ingresos	Egresos	Gncia. Neta	VP Ingr.	VP Egr.	VPN
1	0	187 500	-187 500	0	187 500	-187 500
2	0	94 500	-94 500	0	85 909	-85 909
3	79 614	142 856	-63 242	59 815	118 063	-58 248
4	159 228	188 212	-28 984	108 755	141 406	-32 652
5	206 996	210 890	-3 894	128 528	144 041	-15 512
6	254 765	233 568	21 197	143 808	145 027	-1 219
7	254 765	233 568	21 197	130 735	131 843	-1 108
8	254 765	233 568	21 197	118 850	119 857	-1 008
9	254 765	233 568	21 197	108 045	108 961	-916
10	254 765	233 568	21 197	98 223	99 056	-833
11	254 765	233 568	21 197	89 294	90 051	-757
12	254 765	233 568	21 197	81 176	81 864	-688
13	254 765	233 568	21 197	73 796	74 422	-626
14	254 765	233 568	21 197	67 088	67 656	-569
15	254 765	233 568	21 197	60 989	61 506	-517
16	254 765	233 568	21 197	55 444	55 914	-470
17	254 765	233 568	21 197	50 404	50 831	-427
18	254 765	233 568	21 197	45 822	46 210	-389
19	254 765	233 568	21 197	41 656	42 009	-353
20	254 765	233 568	21 197	37 869	38 190	-321
Total	509 530	467 136	42 394	79 525	80 199	-674

Rendimientos por cosecha

'caf\_10' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .36; Absoluto: 3,6 quintales

'caf\_13' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .36; Absoluto: 4,68 quintales

'caf\_16' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .36; Absoluto: 5,76 quintales

'caf\_5' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .36; Absoluto: 1,8 quintales

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_mej': Café típica (Bajos Insumos + pract. conservación)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica 'UT3': UT3**

**Área : 4 573 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):1 (a1) [1-4]

'dn' (Disponibilidad de nutrimentos):3 (a3) [1-3]

'hd' (Humedad disponible): 2 (a2) [1-2]

're' (Riesgo de erosión): 2 (a2) [1-4]

'rt' (R'gimen de temperatura): 4 (n) [1-4]

'ub' (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Subclase de Aptitud física: 4rt [1-4]

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_mej': Café típica (Bajos Insumos + pract. conservación)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica 'UT4': UT4**

**Área: 31 ha**

Flujo de dinero por año [Bs./ha]

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):2 (a2) [1-4]

'dn' (Disponibilidad de nutrientes): 2 (a2) [1-3]

'hd' (Humedad disponible): 1 (a1) [1-2]

're' (Riesgo de erosión): 2 (a2) [1-4]

'rt' (R'gimen de temperatura): 3 (a3) [1-4]

'ub' (Ubicación): 1 (a1) [1-2]

Subclase de Aptitud Física : 3rt [1-4]

Margen Bruto: Bs. 79 967,10/ha/año  
(Bs. 296 341,00 - Bs. 216 373,90)

Valor Presente Neto: Bs. 193 426,65/ha  
(Bs. 2 083 744,5 - Bs. 1 890 317,50)

Relación Beneficio/Costo (VPN): 1,10  
(Bs. 2 083 744,15/Bs. 1 890 317,50)

Tasa Interna de Retorno: 14,07%

Clase Económica-Margen Bruto: ?

Clase Económica-Valor Presente Neto: ?

Clase Económica-Relación Beneficio/Costo (VPN): s2

Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: s3

Año	Ingresos	Egresos	Gncia. Neta	VP Ingr.	VP Egr.	VPN
1	0	187 500	-187 500	0	187 500	-187 500
2	0	94 500	-94 500	0	85 909	-85 909
3	110 575	142 856	-32 281	83 077	118 063	-34 986
4	221 150	188 212	32 938	151 048	141 406	9 642
5	287 495	210 890	76 605	178 512	144 041	34 471
6	353 840	233 568	120 272	199 733	145 027	54 706
7	353 840	233 568	120 272	181 576	131 843	49 733
8	353 840	233 568	120 272	165 069	119 857	45 212
9	353 840	233 568	120 272	150 063	108 961	41 102
10	353 840	233 568	120 272	136 421	99 056	37 365
11	353 840	233 568	120 272	124 019	90 051	33 968
12	353 840	233 568	120 272	112 744	81 864	30 880
13	353 840	233 568	120 272	102 495	74 422	28 073
14	353 840	233 568	120 272	93 177	67 656	25 521
15	353 840	233 568	120 272	84 706	61 506	23 201
16	353 840	233 568	120 272	77 006	55 914	21 092
17	353 840	233 568	120 272	70 005	50 831	19 174
18	353 840	233 568	120 272	63 641	46 210	17 431
19	353 840	233 568	120 272	57 856	42 009	15 846
20	353 840	233 568	120 272	52 596	38 190	14 406
<b>Total</b>	<b>5 926 820</b>	<b>4 327 478</b>	<b>1 599 342</b>	<b>2 083 744</b>	<b>1 890 316</b>	<b>193 428</b>

Rendimientos por cosecha

‘caf\_10’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .5; Absoluto: 5 quintales

‘caf\_13’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .5; Absoluto: 6,5 quintales

‘caf\_16’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .5; Absoluto: 8 quintales

‘caf\_5’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .5; Absoluto: 2,5 quintales

**Tipo de Utilización de la Tierra ‘caf\_mej’: Café típica (Bajos Insumos + pract. conservación)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica ‘UT5’: UT5**

**Área : 1 163 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

‘ce’ (Condiciones de enraizamiento):2 (a2) [1-4]

‘dn’ (Disponibilidad de nutrimentos):2 (a2) [1-3]

‘hd’ (Humedad disponible): 1 (a1) [1-2]

‘re’ (Riesgo de erosión): 2 (a2) [1-4]

‘rt’ (Regimen de temperatura): 4 (n) [1-4]

‘ub’ (Ubicación): 1 (a1) [1-2]

Subclase de Aptitud Física: 4rt [1-4]

**Tipo de Utilización de la Tierra ‘caf\_mej’: Café típica (Bajos Insumos + pract. conservación)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica ‘UT6’: UT6**

**Área: 71 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

‘ce’ (Condiciones de enraizamiento):2 (a2) [1-4]

‘dn’ (Disponibilidad de nutrimentos):3 (a3) [1-3]

‘hd’ (Humedad disponible): 1 (a1) [1-2]

‘re’ (Riesgo de erosión): 1 (a1) [1-4]

‘rt’ (Régimen de temperatura): 1 (a1) [1-4]

‘ub’ (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Subclase de Aptitud física: 2ce/dn [1-4]

Margen Bruto: Bs. 257 771,70/ha/año

(Bs. 474 145,60 - Bs. 216 373,90)

Valor Presente Neto: Bs. 1 443 673,18/ha

(Bs. 3 333 990,68 - Bs. 1 890 317,50)

Relación Beneficio/Costo (VPN): 1,76

(Bs. 3 333 990,68/Bs. 1 890 317,50)

Tasa Interna de Retorno: 32,75%

Clase Económica-Margen Bruto: ?

Clase Económica-Valor Presente Neto: ?

Clase Económica-Relación Beneficio/Costo (VPN): s1

Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: s1

Flujo de dinero por año [Bs./ha] (página 90)

Rendimientos por cosecha

‘caf\_10’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .8; Absoluto: 8 quintales

‘caf\_13’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .8; Absoluto: 10,4 quintales

‘caf\_16’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .8; Absoluto: 12,8 quintales

‘caf\_5’ (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .8; Absoluto: 4 quintales

**Tipo de Utilización de la Tierra ‘caf\_tip’: Café típica (Bajos Insumos)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica ‘UT1’: UT1**

**Área: 15 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

‘ce’ (Condiciones de enraizamiento):1 (a1) [1-4]

Flujo de dinero por año [Bs./ha] (viene página 89)

Año	Ingresos	Egresos	Gncia. Neta	VP Ingr.	VP Egr.	VPN
1	0	187 500	-187 500	0	187 500	-187 500
2	0	94 500	-94 500	0	85 909	-85 909
3	176 920	142 856	34 064	132 923	118 063	14 860
4	353 840	188 212	165 628	241 677	141 406	100 271
5	459 992	210 890	249 102	285 619	144 041	141 578
6	566 144	233 568	332 576	319 574	145 027	174 546
7	566 144	233 568	332 576	290 521	131 843	158 678
8	566 144	233 568	332 576	264 110	119 857	144 253
9	566 144	233 568	332 576	240 100	108 961	131 139
10	566 144	233 568	332 576	218 273	99 056	119 217
11	566 144	233 568	332 576	198 430	90 051	108 379
12	566 144	233 568	332 576	180 391	81 864	98 527
13	566 144	233 568	332 576	163 992	74 422	89 570
14	566 144	233 568	332 576	149 083	67 656	81 427
15	566 144	233 568	332 576	135 530	61 506	74 025
16	566 144	233 568	332 576	123 209	55 914	67 295
17	566 144	233 568	332 576	112 009	50 831	61 177
18	566 144	233 568	332 576	101 826	46 210	55 616
19	566 144	233 568	332 576	92 569	42 009	50 560
20	566 144	233 568	332 576	84 154	38 190	45 963
<b>Total</b>	<b>9 482 912</b>	<b>4 327 478</b>	<b>5 155 434</b>	<b>3 333 990</b>	<b>1 890 316</b>	<b>1 443 672</b>

'dn' (Disponibilidad de nutrientes):3 (a3) [1-3]  
 'hd' (Humedad disponible): 2 (a2) [1-2]  
 're' (Riesgo de erosión): 4 (n) [1-4]  
 'rt' (R'gimen de temperatura): 2 (a2) [1-4]  
 'ub' (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Subclase de Aptitud Física : 4re [1-4]

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_tip': Café típica (Bajos Insumos)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica 'UT2': UT2**

**Área: 654 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):1 (a1)[1-4]

'dn' (Disponibilidad de nutrientes):3 (a3) [1-3]  
 'hd' (Humedad disponible): 2 (a2) [1-2]  
 're' (Riesgo de erosión): 4 (n) [1-4]  
 'rt' (R'gimen de temperatura): 3 (a3) [1-4]  
 'ub' (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Subclase de Aptitud física: 4re [1-4]

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_tip': Café típica (Bajos Insumos)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica 'UT3': UT3**

**Área : 4 573 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):1 (a1)[1-4]

'dn' (Disponibilidad de nutrimentos):3 (a3) [1-3]  
'hd' (Humedad disponible): 2 (a2) [1-2]  
're' (Riesgo de erosión): 4 (n) [1-4]  
'rt' (Régimen de temperatura): 4 (n) [1-4]  
'ub' (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Subclase de Aptitud física: 4re/rt [1-4]

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_tip': Café típica (Bajos Insumos)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica 'UT4': UT4**

**Área: 31 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):2 (a2) [1-4]  
'dn' (Disponibilidad de nutrimentos):2 (a2) [1-3]  
'hd' (Humedad disponible): 1 (a1) [1-2]  
're' (Riesgo de erosión): 4 (n) [1-4]  
'rt' (Régimen de temperatura): 3 (a3) [1-4]  
'ub' (Ubicación): 1 (a1) [1-2]

Subclase de Aptitud Física: 4re [1-4]

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_tip': Café típica (Bajos Insumos)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica 'UT5': UT5**

**Área: 1 163 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):2 (a2) [1-4]  
'dn' (Disponibilidad de nutrimentos):2 (a2) [1-3]  
'hd' (Humedad disponible): 1 (a1) [1-2]  
're' (Riesgo de erosión): 4 (n) [1-4]  
'rt' (Régimen de temperatura): 4 (n) [1-4]  
'ub' (Ubicación): 1 (a1) [1-2]

Subclase de Aptitud Física : 4re/rt [1-4]

**Tipo de Utilización de la Tierra 'caf\_tip': Café típica (Bajos Insumos)**

**Tasa de descuento: 10%**

**Unidad Cartográfica 'UT6': UT6**

**Área: 71 ha**

Valores de las Cualidades de la Tierra

'ce' (Condiciones de enraizamiento):2 (a2) [1-4]  
'dn' (Disponibilidad de nutrimentos):3 (a3) [1-3]  
'hd' (Humedad disponible): 1 (a1) [1-2]  
're' (Riesgo de erosión): 2 (a2) [1-4]  
'rt' (Régimen de temperatura): 1 (a1) [1-4]  
'ub' (Ubicación): 2 (a2) [1-2]

Subclase de Aptitud física: 2re [1-4]

Margen Bruto: Bs. 134 751,30/ha/año  
(Bs. 335 705,70 - Bs. 200 954,40)

Valor Presente Neto: Bs. 659 849,24/ha  
(Bs. 2 428 244,55 - Bs. 1 768 395,31)

Relación Beneficio/Costo (VPN): 1,37  
(Bs. 2 428 244,55/Bs. 1 768 395,31)

Tasa Interna de Retorno: 23,74%

Clase Económica-Margen Bruto: ?

Clase Económica-Valor Presente Neto: ?

Clase Económica-Relación Beneficio/Costo (VPN): s1

Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: s1

Flujo de dinero por año [Bs./ha] (página 92)

Rendimientos por cosecha

'caf\_10' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .6; Absoluto: 6 quintales

'caf\_13' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .6; Absoluto: 7,8 quintales

'caf\_16' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .6; Absoluto: 9,6 quintales

'caf\_5' (Café Oro): Clase Económica-Tasa Interna de Retorno: .6; Absoluto: 3 quintales

Flujo de dinero por año [Bs./ha] (viene página 91)

Año	Ingresos	Egresos	Gncia. Neta	VP Ingr.	VP Egr.	VPN
1	0	163 500	-163 500	0	163 500	-163 500
2	0	85 500	-85 500	0	77 727	-77 727
3	132 690	133 856	-1 166	99 692	110 625	-10 933
4	265 380	179 212	86 168	181 258	134 645	46613
5	344 994	201 890	143 104	214 214	137 894	76321
6	424 608	224 568	200 040	239 680	139 439	100 241
7	424 608	224 568	200 040	217 891	126 763	91 128
8	424 608	224 568	200 040	198 083	115 239	82844
9	424 608	224 568	200 040	180 075	104 763	75313
10	424 608	224 568	200 040	163 705	95 239	68466
11	424 608	224 568	200 040	148 823	86 581	62242
12	424 608	224 568	200 040	135 293	78 710	56583
13	424 608	224 568	200 040	122 994	71 554	51 440
14	424 608	224 568	200 040	111 813	65 049	46763
15	424 608	224 568	200 040	101 648	59 136	42512
16	344 994	201 890	143 104	75 081	48 331	26750
17	344 994	201 890	143 104	68 255	43 937	24318
18	344 994	201 890	143 104	62 050	39 943	22107
19	344 994	201 890	143 104	56 409	36 312	20098
20	344 994	201 890	143 104	51 281	33 011	18271
<b>Total</b>	<b>6 714 114</b>	<b>4 019 088</b>	<b>2 695 026</b>	<b>2 428 245</b>	<b>1 768 398</b>	<b>659 850</b>

### Conclusiones y comentarios

#### Aptitudes de las unidades de tierra

Unidades de Tierra	Aptitud Física	TUT Café Mejorado		Aptitud Física	TUT Café Típica	
		Aptitud económica	Aptitud Final		Aptitud económica	Aptitud Final
UT1	A2 re/rt	A2	A2	N re	N2	N
UT2	A3 rt	N1	N1	N re	N2	N
UT3	N rt	N2	N2	N re/rt	N2	N
UT4	A3 rt	S3	A3	N re	N2	N
UT5	N rt	N2	N2	N re/rt	N2	N
UT6	A2 ce/dn	S1	A1	A2 re	S1	A2

La evaluación se realizó en seis unidades de tierra, que fueron definidas a partir de tres unidades cartográficas de suelos, utilizando como criterio de separación los pisos térmicos.

Para los TUT evaluados, se consideraron las cualidades de la tierra más relevantes, utilizándose el régimen de temperatura, humedad disponible, disponibilidad de nutrientes, condiciones para el enraizamiento, riesgo de erosión y ubicación.

No se evidenció una relación directa aparente entre los aspectos concernientes a la aptitud física y la económica.

En el TUT café típica, se obtuvo sólo una unidad de tierra moderadamente apta, por aptitud física y una por aptitud económica.

En el TUT café mejorado, las prácticas introducidas generan mejores condiciones, lo que incrementa las unidades moderadamente aptas hasta cuatro por aptitud física y hasta tres por aptitud económica.

En el TUT tradicional, es el riesgo de erosión la cualidad más restrictiva, afectando seis unidades de tierra, en cuanto al TUT mejorado, la cualidad más limitante resultó ser el régimen de temperatura.

A través de ALIDRIS, se generaron los mapas de aptitudes física, económica y final, a partir de los cuales se calcularon las áreas de cada clase resultante.

**Aptitudes físicas**

TUT Café típica		TUT Café mejorado	
Clases	Área (ha)	Clases	Área (ha)
4re/rt	5 735,50	4rt	5 735,50
4re	700,75	3rt	685,50
2re	70,50	2re/rt	15,25
		2ce/dn	70,50

**Aptitud económica**

Clases	Área (ha)	
	Café típica	Café mejorado
A1	70,50	70,50
A2		15,25
A3		31,00
N1		654,50
N2	6 436,25	5 735,50

**Aptitud final**

Clases	Área (ha)	
	Café típica	Café mejorado
A1		70,50
A2	70,50	15,25
A3		31,00
N1		654,50
N2	6 436,25	5 735,50



*Curso "Evaluación de Tierras y Sostenibilidad  
de la Agricultura en la Región Andina"*

**Participantes**

ACEVEDO SÁNCHEZ, Carmen M.  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE  
ESTADO TÁCHIRA  
Profesor Instructor Tiempo Completo  
Urb. Altos de Paramillo, Manzana 13, Parcela 12  
San Cristóbal - Venezuela  
Teléfono de Oficina 076 564422 ext. 321

AGUILERA GARRAMUÑO, Elizabeth  
CORPOICA  
Investigador Asociado  
Cent. Urb. Antonio Mariño, Bloque C3, Apto. 404  
Bogotá - Colombia  
Teléfono de Oficina 2829591

BAQUERO HAEBERLIN, Irma B  
CORPOICA  
COORDINADORA (E) ESTUDIOS  
SOCIOECONÓMICOS  
Calle 90 No. 7A-29, Apto. 501  
Bogotá - Colombia  
Teléfono de Oficina 2829591

CARRERO GONZÁLEZ, Luis R.  
Ingeniero Agrónomo  
Ministerio del Ambiente y los Recursos Renova-  
bles  
Avenida Marginal del Torbes, entre  
Tránsito y PTJ, SACSCH CERA  
Telefax 076-474972  
SAN CRISTÓBAL - VENEZUELA

COMERMA GUTIÉRREZ, Juan A.  
Ingeniero Agrónomo  
PALMAVEN  
Avenida Las Delicias, Callejón El Comando  
Diagonal a la 4ta. División del Ejercito  
Teléfono 043-416943  
Fax 043- 419667  
MARACAY - VENEZUELA

COVA FERMÍN, José Rafael  
MARNR / Maturín  
Jefe del SASCH/ Región Monagas  
Domicilio Permanente: Calle 11 (El Chimborazo)  
Casa No.105  
Maturín - Venezuela  
Teléfono de Oficina 091 430521

CHACÍN FERNÁNDEZ, Antonio José  
MARNR - AVA - Caracas  
Jefe Corr. de suelos  
Domicilio Permanente: Residencias Balmoral  
Torre "O", Piso 3, Apto. 03  
San Cristóbal - Venezuela  
Teléfono de Oficina 02 4514751

DUQUE GARCÍA, José G.  
FONAIAP  
Jefe del Laboratorio de Suelos  
Domicilio Permanente: Carretera vía Capacho,  
Zorca Providencia No. B-21  
San Cristóbal - Venezuela  
Teléfono de Oficina 074 630090

FERNÁNDEZ DE LA PAZ, Napoleón  
Ingeniero Agrónomo  
FACULTAD DE AGRONOMÍA y PALMAVEN  
Avenida Las Delicias, Callejón El Comando  
Diagonal a la 4ta. División del Ejercito  
Teléfono 043-416943  
Fax 043- 419667  
MARACAY - VENEZUELA

GABALDÓN MAZZARRI, Omar J.  
Ingeniero Agrónomo  
UCV / FACULTAD DE AGRONOMÍA  
Prolongación avenida 19 de Abril,  
Vía El Limón  
Teléfono 043 - 466696  
MARACAY - VENEZUELA

**GARZÓN CONZÁLEZ, Edna M.**  
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI  
profesional Universitario Grado 13  
Domicilio Permanente: Carrera 21-A, No. 6-82  
Bogotá - Colombia  
Teléfono Oficina 3686056

**GUTIÉRREZ VALBUENA, Fredys A.**  
MARNR/San Cristóbal  
Ingeniero Agrónomo IV  
Domicilio Permanente: 7ma, Avenida,  
Edificio El Carmen, Piso 3, Apto. 303  
San Cristóbal - Venezuela  
Teléfono Oficina 076 474972

**JIMÉNEZ TOVAR, Antonio J.**  
Ingeniero Agrónomo  
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS  
RECURSOS NATURALES  
Dirección de Suelos  
Edificio Camejo, Mezzanina Este  
Teléfono 02-4081820  
CARACAS - VENEZUELA

**MAGGIORANI VALECILLOS, Alfredo E.**  
FONAIAP/Trujillo  
Director  
Domicilio Permanente: Edificio Los Pinos,  
Piso 1. Apto D-2, vía Los Chorros de Milla  
Mérida - Venezuela  
Teléfono de Oficina 072 711752

**MÉNDEZ ALDANA, Hernando**  
CORPOICA/Bucaramanga  
Coordinador del Programa Regional Sistemas  
de Producción  
Dirección Permanente: Torres Alejandría, Torre  
B, Apto. 103  
Bucaramanga - Colombia  
Teléfono de Oficina 345185

**MOLINA ANTELO, Victor J.**  
IBTA  
Jefe del Centro Experimental San Jacinto  
Domicilio Permanente: Calle Virgilio Lema  
No. 0838  
Tarija - Bolivia  
Teléfono de Oficina 4-4986 4-3664

**PACHECO ALCEDO, Rafael Ramón**  
FONAIAP / Táchira  
Investigador II  
Domicilio Permanente: Calle 10 No. 8-35,  
Centro. Rubio - Venezuela  
Teléfono de Trabajo 074 630090  
E. mail arivas@dino.conicit.ve

**PANIQUE QUIROGA, Eduardo**  
IBTA  
Responsable del Programa de Suelos  
Domicilio Permanente: Las Barrancas Km 2  
Tarija - Bolivia  
Teléfono Trabajo 4-4986 - 4-3664  
E. mail proinpa@ujms.bo

**PLAZA RODRÍGUEZ, Elgin Gonzalo**  
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA  
Investigador Agropecuario  
Domicilio permanente: Urb. Las Cuadras No. 345,  
Chillogallo. Quito - Ecuador  
Teléfono de Trabajo 690691690643

**REBOLLEDO ANDRADE, Norberto G.**  
CENTRO DE ECOLOGÍA DE TIERRAS ALTAS  
Director  
Domicilio Permanente: CETA. Calle Bolívar,  
entre carreras 3 y 4  
El Cobre - Venezuela  
Teléfono de Trabajo 077 97069  
E. mail nrebolle@neblina.reaccium.ve

**REY BRINA, Juan Carlos**  
FONAIAP / Maracay  
Investigador Contratado  
Domicilio Permanente: Av. Las Delicias,  
Res. La Floresta, Torre Norte, Apto. 12-d  
Maracay - Venezuela  
Teléfono Trabajo 043 471874  
E. mail jcreyb@reaccium.ve

**REYNOSO ZARATE, Auristela F.**  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
AGRARIA  
C. PROY. TRANS. TECN., C.  
REDAMACS/PROCIANDINO  
Domicilio Permanente: Av. Nicolás Arriola 1549,  
La Victoria  
Lima - Perú  
Teléfono de Trabajo 350836

SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Antonio J.  
Ingeniero Agrónomo  
FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS  
Avenida Universidad, vía El Limón  
Edificio FONAIAP  
Teléfono 043 - 836978/ 831212  
Fax 043-831423  
E.mail ianguilo@dino.conicit.ve  
MARACAY - VENEZUELA

TINEO BERMÚDEZ, Alex L.  
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA  
Profesor Asociado  
Domicilio Permanente: Jirón Garcilazo de la Vega  
No. 415  
Ayacucho - Perú  
Teléfono de Trabajo 0(51) 64917322

VALDERRAMA, Clarisa R.  
UNELLEZ  
Proyecto CIDIAT - UNELLEZ  
Domicilio Permanente: Calle 4 entre  
carreras 14 y 15  
Barrio Fe y Alegría. Guanare - Venezuela  
Teléfono Trabajo 057 68007

VALVERDE, Franklin M.  
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA  
Investigador Adjunto  
Domicilio Permanente: Solanda, Sector 1, SPM2.  
MZY,  
Pasaje 27, Casa No. 215  
Quito - Ecuador  
Teléfono Trabajo 690691690643

YAÑEZ CORONEL, Pedro M.  
FONAIAP / Táchira  
Investigador II  
Domicilio Permanente: Res. Quinimari,  
Edf. 41, Apto. 06  
Urb Los Pirineos  
San Cristóbal - Venezuela  
Teléfono de Trabajo 074 630090

ZAMBRANO MORENO, Jesús A  
MARNR / San Cristóbal  
Ingeniero Agrónomo Jefe del Área 7  
Domicilio Permanente: El Corozo, Barrio Santa  
Lucia, Casa No. 01  
Queniquea - San Cristóbal  
Teléfono de Oficina 076 474972  
E. mail arivas@dino.conicit.ve



*Edición:* Félix José Chirinos - Elio A. Pérez S.  
*Montaje:* Wanerge Fuentes  
*Fotólito:* Jesús Laguna - Mario Pino  
*Impresión:* Lisbardo Mujica

Impreso en los Talleres Gráficos del FONAIAP.  
Maracay, Venezuela. Mayo de 1997.  
Tiraje: 200 ejemplares.





