

**VALIDACIÓN DE UNA PROPUESTA AGROFORESTAL PARA LA  
MICROCUEENCA EL CASTRERO, PRINCIPAL FUENTE DE AGUA DE SAN  
JUAN DE LOS MORROS**

Por  
Noemí Cañizalez Paredes

Trabajo de grado para optar al título de Magíster Scientiae en  
Gestión de los Recursos Naturales y Medio Ambiente  
con Énfasis en Impacto Ambiental

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
E INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
Mérida, Venezuela  
2006

## **AGRADECIMIENTO**

A mis dos hijos, Carlos y Jesús por el apoyo incondicional, amor, solidaridad y paciencia.

A mis hermanas y hermanos Carolina, Eladía, Loro, Miguel y Carlos por su apoyo incondicional.

A mis maestros espirituales, Mamá, Papá, Cristhian, Ana Mercedes, Alfredo, Julio, Oscar, tío Elio Enrique, otras y otros.

A mis primas Libia, Laura y Astrid, gracias por sus palabras.

A toda mi familia tanto paterna, materna y a mi suegra

A mis amigas y amigos especiales Zuleima, Italia, Tara, las dos Marias, Karin, Caridad, Zenaida, al señor Benny, Liliana, Tina, Yohana, Romulo, Cotti, Caridad, Yadira, Egle, Mara, Silvia, Leo, Francisco, Fernando, Coco, Omar, Carli, Nelida, Adrian, Leonel, Clara, Larisa, Andreina, mis compañeros de estudios en el CIDIAT, Centeno, Domínguez, Omar Colmenares, Dio y los que me faltan por nombrar a todos los quiero.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de las instituciones HIDROCAPITAL, HIDROPAEZ, BANMUJER, a los Centros Regionales de Abastecimiento y Mercadeo CRAMVA, CRAMCAY, CRAMCO, a las Uniones de Usuarios de Créditos y Servicios Palmichal, Sinamaica, La Montaña y Santa Rosa.

Al profesor Pérez Roa por su apoyo y sus aportes de conocimiento y sabiduría.

A toda la familia CIDIAT desde el jardinero hasta el director.

Gracias a todas aquellas personas que de alguna manera han hecho posible este esfuerzo.

## INDICE

	Página
AGRADECIMIENTO	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE MAPAS	xiii
RESUMEN	xiv
Capítulos	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Justificación.....	2
2. METODOLOGÍA.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Agroforestería.....	5
3.2 La práctica del sistema agroecológico café bajo sombra.....	6
3.2.1 Aspectos fundamentales de la agricultura ecológica.....	7
3.2.2 Requerimientos del sistema agroecológico café bajo sombra.....	8
3.2.3 Consideraciones que se deben tener en la plantación del cafetal...	10
3.3 Índices de sequía y topográfico.....	15
3.4 Técnicas de recolección de datos y confiabilidad del instrumento.....	16
3.5 Evaluación de proyectos.....	17
3.6 Indicadores de rentabilidad.....	21
..... 3.6.1 Valor actual neto	21
.....3.6.2 Tasa interna de retorno	21
4. ÁREA DE ESTUDIO.....	23
5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SEQUÍA Y TOPOGRÁFICO POR ENCIMA DE LOS 800 m.s.n.m. MICROCUENCA EL CASTRERO.....	29

5.1 Índice de sequía.....	29
5.1.1 Determinación de la capa de precipitación (P).....	29
5.1.2 Determinación de la capa de evapotranspiración potencial (ETp)...	32
5.2 Índice Topográfico.....	40
5.2.1 Determinación del área de estudio, pendiente y profundidad de suelo.....	40
6. VALIDACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE LA PROPUESTA.....	45
6.1 Selección de la población.....	45
6.2 Determinación del tamaño de la muestra.....	45
6.3 Elaboración del cuestionario.....	45
6.4 Validación de la confiabilidad del cuestionario.....	46
6.5 Aplicación de la encuesta definitiva.....	47
6.6 Análisis de datos del cuestionario.....	47
6.6.1 Análisis de frecuencia de los resultados.....	48
6.6.2 Clasificación de los productores.....	51
7. EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA PROPUESTA.....	59
7.1 Evaluación financiera de los escenarios en las dos fincas tipos.....	62
8. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA AGROECOLÓGICO CAFÉ BAJO SOMBRA.....	65
8.1 Potencialidades legales para implantar SACBS en la microcuenca El Castrero.....	65
8.2 Limitaciones legales para implantar SACBS en la microcuenca El Castrero.....	69
8.3 Potencialidades políticas para implantar SACBS en la microcuenca El Castrero.....	69
8.4 Limitaciones políticas para implantar SACBS en la microcuenca El Castrero.....	70
8.5 Potencialidades organizacionales para implantar SACBS en la microcuenca El Castrero.....	70
8.6 Limitaciones organizacionales para implantar SACBS en la microcuenca El castrero.....	71

8.7 Potencialidades sociales para implantar SACBS en la microcuenca El Castrero.....	72
8.8 Limitaciones sociales para implantar SACBS en la microcuenca El Castrero.....	72
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
9.1 Conclusiones.....	75
9.2 Recomendaciones.....	76
LITERATURA CITADA.....	79
APÉNDICE A.....	84
APÉNDICES B.....	88
APÉNDICES C.....	90
APÉNDICES D.....	96
APÉNDICES E.....	100
APÉNDICES F.....	104
APÉNDICES G.....	112
APÉNDICES H.....	128

## LISTAS DE TABLAS

Tabla		Página
3.1	Distancias de siembra y densidades para diferentes variedades de café	12
4.1	Datos de temperatura y evapotranspiración microcuenca El Castrero....	23
4.2	Características geológicas en la microcuenca El Castrero.....	26
5.1	Localización y precipitación anual de las estaciones metereológicas en la cuenca del río Guárico aguas arriba del embalse Camatagua (Datum La Canoa).....	30
5.2	Localización de las estaciones más cercanas a la microcuenca El Castrero con datos de evaporación. (Datum La Canoa).....	32
5.3	Valores de Kc para la vegetación existente, por encima de los 800 m.s.n.m. Microcuenca El Castrero.....	34
5.4	Calificación del Índice de Sequía.....	37
5.5.	Escala relativa de Índice Topográfico.....	43
6.1	Rango de Confiabilidad.....	47
6.2	Glosario de nombres de las variables.....	52
6.3	Valores propios y varianza explicada por los componentes principales (CP) obtenidos.....	53
6.4	Coordenadas de las variables en los primeros ejes factoriales (variables activas).....	53
6.5	Identificación de las clases según el análisis de clasificación jerárquica ascendente.....	48
6.6	Valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación para las tres clases encontradas.....	49
7.1	Programación de los cultivos en la Finca Tipo 1.....	61
7.2.	Programación de los cultivos en la Finca Tipo 2.....	61
7.3	Resumen de resultados de la evaluación financiera.....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Procedimiento Metodológico para la Validación de una Propuesta Agroforestal en la Microcuenca.....	4
3.1	Variedades de café de diferentes portes.....	10
3.2	Trazado a curvas a nivel.....	13
3.3	Trazado a curvas a nivel.....	14
3.4	Agronivel.....	15
3.5	Beneficio incremental neto para la situación en que los beneficios netos de la situación sin y con proyecto incrementan en el tiempo.....	19
3.6	Beneficios netos sin proyecto reduciéndose en el tiempo y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo.....	19
3.7	Beneficios netos sin proyecto constantes en el tiempo y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo.....	20
3.8	Beneficios netos sin proyecto cero y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo.....	20
3.9	Beneficios netos sin proyecto constantes y beneficios netos proyecto incrementando hasta un período, para luego hacerse constantes.....	21
4.1	Ubicación relativa de la microcuenca El castrero, subcuenca del río San Juan y cuenca del río Guárico aguas arriba del embalse Camatagua.....	24
6.1	Distribución de la población encuestada en el área de estudio.....	48
6.2	Porcentaje de aceptabilidad del sistema agroecológico café bajo sombra.....	50
6.3	Distribución de los productores en los componentes principales 1 y 2.....	54
6.4	Distribución de los productores en los componentes principales 1 y 3.....	54

## LISTAS DE MAPAS

Mapa		Página
4.1	Ubicación geográfica del área de estudio, microcuenca El Castrero	25
5.1	Distribución espacial de la precipitación en el área de estudio.....	31
5.2	Distribución espacial de la evaporación del cultivo de referencia (ET <sub>o</sub> ) en el área de estudio.....	33
5.3	Distribución espacial de la cobertura vegetal en el área de estudio.....	35
5.4	Distribución espacial del coeficiente del cultivo (K <sub>c</sub> ) en el área de estudio.....	36
5.5	Distribución espacial de la evapotranspiración potencial (ET <sub>p</sub> ) en el área de estudio.....	38
5.6	Distribución espacial del índice de sequía en el área de estudio.....	39
5.7	Distribución espacial de la profundidad del suelo en el área de estudio.....	41
5.8	Distribución espacial del gradiente de pendiente en el área de estudio.....	42
5.9	Distribución espacial del índice topográfico en el área de estudio.....	44

## RESUMEN

La degradación de los suelos y la disponibilidad de agua potable son dos de los problemas más apremiante que enfrenta el mundo en el presente siglo. La degradación del suelo es el resultado de una relación no armónica entre el suelo, agua y vegetación, donde el factor antrópico desempeña un papel determinante. El proceso de la erosión hídrica provoca daños a la estructura del suelo, y lo arrastra hacia las fuentes.

La formulación y evaluación de proyectos agroecológicos son elementos claves para el manejo y aprovechamiento racional de los recursos locales en los agroecosistemas en microcuencas de montaña. Ello permite orientar una planificación del uso de la tierra y conservar los recursos naturales agua, suelo, biodiversidad incluyendo plantas y animales, ya que ellos son la base de la producción actual y futura.

El presente estudio pretende validar el sistema agroecológico café bajo sombra, para la microcuenca El Castrero, principal fuente de agua de San Juan de los Morros, estado Guárico. Mediante la siguiente metodología:

- Se determinaron los índices de sequía y topográfico a través de las características climáticas y físico-naturales de la microcuenca, con el uso de sistemas de información geográfica.
- Se realizaron 56 encuestas con el objeto de recoger información general, aspectos socioeconómicos, aceptabilidad de la propuesta, conocimiento de los programas ambientales que esta desarrollando el estado y conocimiento de los procesos de degradación que se están generando en la microcuenca El castrero por parte de los productores.
- Se determinaron los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR) para evaluar si la propuesta es viable financieramente en los supuestos planteados.
- Análisis preliminar de los impactos legales, organizacionales, sociales y políticas de implantación de la propuesta.

El índice de sequía en la microcuenca tiene una distribución de medio hacia alto cubriendo un 75% de la superficie y un índice topográfico con un riesgo de erosión de moderado a severo, estos valores indican que hay problemas de producción de agua y arrastre de sedimentos en la microcuenca. Estos resultados permiten seleccionar las áreas de intervención en la microcuenca El Castrero desde el punto de vista físico natural

El 89,29% de los productores encuestados son ocupantes de la tierra, tienen bajo nivel de formación educativa, el 80,4 tienen un ingreso comprendido entre 470.000 y 990.000 bolívares, debido a que su principal trabajo es cuidar casas vacacionales, deponiendo el trabajo en sus unidades de producción. El 98,2% de los productores encuestados desconocen el programa del plan café, sin embargo el 98% manifestaron que quieren sembrar café bajo

sombra y el 96,4 tiene conciencia de lo procesos de degradación de los recursos y sus causas, sin embargo no realizan medidas de conservación en sus unidades de producción.

El análisis de componentes principales (ACP), discriminó adecuadamente tres clase de productores en base a las variables consideradas, dominando la clase 1, lo que significa que el 75% de los productores entrevistados presentan un nivel bajo en cuanto a características socioeconómicas y conocimiento de los programas ambientales.

Los resultados de la evaluación financiera encontró rentabilidad financiera en situación incremental, al introducir el sistema agroecológico café bajo sombra y las medidas de conservación.

La presencia de dos años negativos en el flujo de caja para la situación incremental recomienda la necesidad de crédito a los productores de la zona.

De acuerdo al análisis preliminar de las potencialidades y limitaciones de la propuesta desde los puntos de vista legales, organizacionales, políticos y sociales, se considera viable.

## CAPÍTULO 1

### INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

Se denomina cuenca del Río Guárico, aguas arriba del embalse Camatagua al área de la cuenca que va desde las nacientes de este río hasta el sitio de la presa del embalse Camatagua. Esta delimitación de la cuenca incluye todos los cuerpos de agua que drenan al río Guárico y directamente al área de captación del embalse. Este embalse representa la fuente principal de abastecimiento de agua del área metropolitana de Caracas (60%) y de algunas zonas pobladas que se encuentran dentro de la cuenca. (Jacomé, 2003). Asimismo, es preciso señalar que esta cuenca abastece el suministro para riego en el sistema de Camatagua, así como también parte del gasto que alimenta el caudal ecológico y el embalse Guárico ubicado aguas abajo del embalse Camatagua.

Según datos aportados por Hidrocapital (2003), el embalse Camatagua se encuentra en situación de extrema gravedad, en virtud que desde el año 2000, no ha recibido aportes significativos de lluvia, por lo que se encuentra en los niveles más bajos de toda su historia. Al respecto, cabe mencionar que gran parte de la cuenca está sometida a intensos procesos de erosión y degradación del suelo, que afectan la cantidad y calidad del agua producida.

La microcuenca El Castrero tiene una gran importancia, ya que provee de agua al río San Juan, tributario del río Guárico, aguas arriba del embalse Camatagua y es la fuente principal de la ciudad de San Juan de los Morros. Dentro de esta microcuenca existen bosques y matorrales con diversos grados de degradación, hasta áreas sin vegetación. Esta microcuenca tiene una vocación hidrológica, en especial por el monumento natural Cerro Platillón, que con su cubierta forestal actúa como una "esponja", concentrando sobre ella la precipitación, reteniendo el agua, recargando los acuíferos y manantiales, manteniendo vivos los cuerpos de agua que salen de él durante la temporada de sequía.

El uso de la tierra predominante en las últimas décadas en la zona ha sido la ganadería extensiva, cultivos de ciclo corto, desarrollo de proyectos habitacionales, entre otros, que en conjunto representan una amenaza al recurso hídrico; principalmente por la contaminación directa de las fuentes de agua superficial y la erosión.

Esta situación, motivó a este estudio realizar una propuesta amigable con el ambiente, a través de mecanismos técnicos y financieros para la conservación de la microcuenca, fundamentada en los criterios y principios de la agroecología, entendida como la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables que le asegure a sus usuarios el suministro futuro de agua en calidad y cantidad suficiente.

En esel sentido, se propone el uso de un sistema agroecológico café bajo sombra en la microcuenca El Castrero, para lo cual la investigación persigue los siguientes objetivos:

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Validar una propuesta agroforestal, Café Bajo Sombra, como medida de conservación ambiental en la microcuenca El Castrero, principal fuente de agua de San Juan de los Morros, estado Guárico.

### **1.1.1 Objetivos Específicos.**

- Seleccionar áreas de intervención relacionadas con la problemática de producción de agua y de riesgo de erosión de la microcuenca El Castrero.
- Validar la aceptabilidad de implantar el sistema agroecológico Café Bajo Sombra en la microcuenca El Castrero.
- Validar la viabilidad financiera, desde el punto de vista de los productores, del sistema agroforestal arriba mencionado.
- Analizar los impactos preliminares, en lo legal, organizacional, social y políticas de implantación del sistema agroecológico café bajo sombra.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio se justifica porque:

- Ofrece lineamientos de cómo analizar la viabilidad de introducir propuestas agroforestales en un área determinada.
- Mejora, si es aceptada la propuesta, las condiciones físico – naturales de la microcuenca El Castrero, la condición social de sus habitantes y de los usuarios del acueducto de San Juan de los Morros
- Permite conocer la aceptabilidad del sistema agroecológico café bajo sombra en el área de estudio.
- El sistema agroforestal café bajo sombra, es la base de subsistencia de gran parte de pequeños productores en Venezuela. Además es un cultivo conservacionista, ya que mediante un manejo racional se evita la erosión del suelo en zonas con pendiente elevada y posee un plan nacional específico.

## CAPÍTULO 2

### PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para alcanzar los objetivos propuestos, fue estructurado el procedimiento metodológico reflejado en la figura 2.1. El cual puede resumirse en los siguientes pasos: revisión bibliográfica, determinación de los índices de sequía y topográfico en el área de estudio, validación de la aceptabilidad de la implantación del sistema agroecológico café bajo sombra, rentabilidad de la propuesta, análisis de los impactos preliminares de la implantación del sistema agroecológico café bajo sombra y finalmente, conclusiones y recomendaciones. En los capítulos siguientes se describirá detalladamente cada paso del procedimiento metodológico.

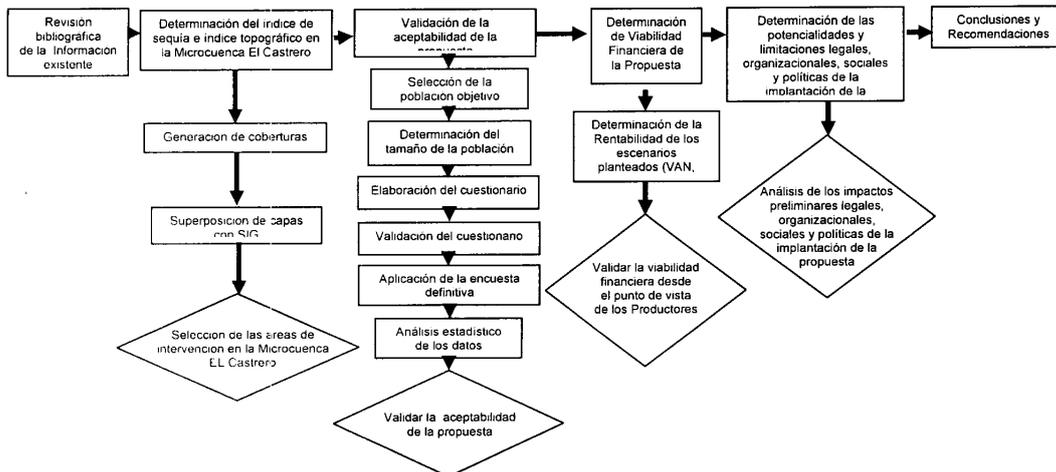


Figura 2.1 Procedimiento Metodológico para la Validación de una Propuesta Agroforestal en la Microcuenca El Castrero, Principal Fuente de Agua de San Juan de los Morros

## **CAPÍTULO 3**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

En este capítulo se hará una exposición breve sobre los aspectos bibliográficos más resaltantes que se incluyen en la presente investigación.

Se comienza mostrando características generales de la agroforestería, del sistema agroecológico café bajo sombra, presentando los aspectos fundamentales de la agricultura ecológica y de los requerimientos del sistema agroecológico café bajo sombra.

Se continúa con una introducción de los índices de sequía y topográfico, los cuales se usaron como herramienta para detectar áreas prioritarias de intervención en la microcuenca El Castero.

Seguidamente, se aborda sintéticamente aspectos de las técnicas de recolección de datos, los cuales permitieron visualizar el grado de aceptación de los habitantes de la microcuenca El Castero a la propuesta realizada.

Finalmente, se introduce la terminología de evaluación de proyectos y de indicadores de rentabilidad, con los cuales se estudió la viabilidad financiera de la propuesta.

#### **3.1. AGROFORESTERÍA.**

Montagnini *et al* (1992), define los sistemas agroforestales como la forma de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales, especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociaciones deliberadas con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal. No se trata de un concepto nuevo, sino mas bien de un termino nuevo empleado para designar un conjunto de practicas y sistema de uso de la tierra ya tradicionales en regiones tropical y subtropicales principalmente, aunque también se les encuentra difundidas en algunas regiones templadas. Como ejemplo de estos sistemas agroforestales, pueden mencionarse los cultivos perennes (tales como café y cacao) bajo sombra de árboles, cultivos anuales intercalados con plantaciones de árboles, huertos caseros mixtos, combinaciones de árboles con pastos, plantaciones de árboles para forrajes, cultivos de franjas, cercas vivas, cortinas rompevientos y algunas formas de la agricultura migratoria, (apéndice A).

Jiménez y Muschler (2001) aseveran que los sistemas agroforestales tienen funciones de servicio ecológico y de protección como:

- Conservación del agua, suelo y su fertilidad.

- Mejoramiento del microclima para las plantas, animales y el hombre (modificación de la incidencia de la radiación solar, la temperatura, la humedad del aire y del suelo y el viento).
- Protección de los cultivos, animales y humanos (ej. Rompevientos, Fajas protectoras, estabilización de taludes, etc.).
- Control de malezas a través de sombreado y cobertura.
- Servicios ambientales y ecológicos, como son: regulación térmica e hidrológica, fijación de carbono y nitrógeno, provisión de oxígeno, limpieza de atmósfera contaminadas, conservación de biodiversidad (especies nativas, aves migratorias, hábitat, etc.), paisajismo, recreación y ecoturismo.

Los sistemas agroforestales pueden contribuir al manejo y conservación del agua, recurso natural finito, sinónimo de vida. La producción agrícola sustentable depende de la cantidad y calidad de agua. Niveles altos de sedimentos y minerales disueltos en ríos y corrientes de agua pueden tener efectos negativos sobre los embalses y la agricultura, especialmente en las partes bajas de las cuencas, así como en la pesca. Los árboles, como las plantas en general, cumplen un papel importante en la preservación de la calidad del agua. Parte de ese papel se cumple a través del mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, principalmente de la infiltración la cual reduce o evita la escorrentía superficial, disolución y arrastre de sedimentos. Además los sistemas agroforestales mejoran el ciclaje de nutrientes, reducen pérdidas por lixiviación y evitan que sustancias, potencialmente peligrosas en la lluvia, puedan contaminar el agua que drenan (Kang y Lal, 1981; Bruijnzeel, 1983).

Fischersworrying y Robkamp (2001), afirman que a partir de los años sesenta del siglo pasado, la adopción de nuevas tecnologías (revolución verde) orientadas a intensificar la caficultura por medio del uso intensivo de agrotóxicos y la eliminación del sombrío del cafetal, fue transformando los cafetales diversificados en monocultivos y ganadería extensiva, exponiendo así extensas áreas de producción a una mayor erosión. El deterioro de los suelos y la destrucción progresiva de los ecosistemas originales ha dado paso a una situación preocupante; la esterilidad de un ambiente que la naturaleza construyó y estableció en miles de años.

Fischersworrying y Robkamp (2001) proponen como alternativa, a la altamente agricultura intensiva y la agricultura tradicional de baja productividad, la agricultura ecológica que busca combinar la producción agrícola y pecuaria con los principios de conservación del medio ambiente, no con la meta de maximizar la producción sino de alcanzar niveles de producción económicamente y ecológicamente sostenibles en el tiempo. Para ello se basa en principios generales, los que se han ido determinando a lo largo del tiempo, tales como la visión holística en la producción.

### **3.2. LA PRÁCTICA DEL SISTEMA AGROECOLÓGICO CAFÉ BAJO SOMBRA**

El sistema agroecológico café bajo sombra, es una práctica de la agricultura ecológica. Fischersworrying y Robkamp (2001), afirman que la agricultura ecológica es una forma de

producción agropecuaria intensiva y equilibrada que trata de buscar una concordancia entre los sistemas tradicionales y las prácticas de manejo de la agricultura ecológica moderna. Esta agricultura se basa en el manejo sostenible de los recursos naturales, a saber, la tierra, el agua, la vegetación (germosplasma) y los animales, asegurando una base productiva estable y rentable a largo plazo. La agricultura ecológica posibilita el desarrollo independiente y sostenido económicamente viable, ecológicamente saludable y socialmente justo para las agricultoras y agricultores, permitiendo además desarrollar y crear propuestas productivas afines a la diversidad cultural de nuestro planeta.

### **3.2.1. Aspectos fundamentales de la agricultura ecológica:**

- La unidad productiva (predio, finca, parcela agroecosistema, hacienda cafetalera, fundo) es considerada como un sistema ecológico que trata de producir en circuito cerrado. Utiliza sobre todo recursos propios o locales (compost, estiércol, abono verde, barbecho dirigido, etc.)
- El abono verde favorece la vida en el suelo, conserva o incrementa el contenido de humus y mejora el abastecimiento de agua; de esta forma mejora la alimentación de las plantas que incrementan sus defensas contra plagas y enfermedades.
- La cobertura permanente y uniforme protege los suelos del lavado, de la erosión y del calor excesivo.
- La agricultura orgánica integra la cría de animales dentro de la unidad productiva.
- Los cultivos asociados y la rotación de cultivos equilibran las exigencias mutuas de las plantas, permiten el uso óptimo del suelo y del espacio y reducen los ataques de plagas y enfermedades, disminuyendo así los riesgos de una mala cosecha.
- La integración de árboles en el sistema de cultivos (agrosilvicultura, agroforestería) reduce el consumo de agua en épocas de sequía y crea un microclima favorable. Los árboles mejoran el abastecimiento de las plantas con sustancias nutritivas y contribuyen a la protección contra la erosión. También son proveedores de leña, madera, forraje y de una gran variedad de frutas.
- El control de arvenses (vegetación espontánea, plantas acompañantes, malezas) se realiza mecánica y manualmente. El control de plagas y enfermedades se efectúa por medio de la rotación de cultivos, así como por medio de preparados biológicos a base de plantas.
- Para el control de plagas no se usan agrotóxicos. Se busca principalmente un manejo preventivo de plagas y enfermedades a través de diversas prácticas culturales.
- El uso de recursos ajenos al predio como por ejemplo combustible se reduce al máximo (Fischersworing y Robkamp 2001).

El sistema agroecológico café bajo sombra es un sistema de producción que promueve el manejo integral de los recursos mediante técnicas de insumos compatibles con el ambiente, prohibiendo el uso de los agroquímicos sintéticos. (Anacafé 1999).

Fischersworing y Robkamp (2001), aseveran que la caficultora ecológica considera dentro de su visión holística del desarrollo los siguientes aspectos:

- Prácticas de producción orgánica en el campo agrícola y pecuario.
- Protección del medio ambiente.
- Aspectos sociales y económicos de las personas involucradas en el proceso productivo.

Los autores señalan que el café podrá calificarse como “orgánico” si se comprueba que en la unidad productiva se ha implantado un programa ecológico de todas las áreas de cultivo. El plan de manejo considera aspectos de conservación de suelos, rejuvenecimiento continuo del cafetal y otros cultivos perennes, incorporación de leguminosas de diferentes tipos (desde rastreras hasta arbóreas) así como el componente arbóreo para la sombra, la producción de frutas, leña y madera. Tanto los cultivos que se establezcan en la unidad productiva como la crianza de los animales deberán manejarse bajo los principios de la agricultura ecológica.

La fertilidad del suelo ha de mantenerse mediante el aprovechamiento de los recursos disponible y el reciclaje de los residuos de cosecha en la misma unidad productiva. A la par de la caficultora orgánica en cada unidad productiva debe completarse el mejoramiento de las condiciones de vida y del medio ambiente.

### **3.2.2. Requerimientos del sistema agroecológico café bajo sombra**

Algunos autores, entre los que cabe mencionar CENICAFE (1993); Anacafé 1999), CATIE – GTZ (2000); Fischersworing y Robkamp (2001) y Hesse (2004), coinciden en afirmar que las condiciones para que el café prospere y de cosechas satisfactorias depende de múltiples factores bióticos como abióticos, entre los cuales cabe destacar: el clima, el suelo y el material genético (germoplasma) y los sistemas de producción. Asimismo, los autores manifiestan que el café requiere para su desarrollo y su reproducción cierto clima dado por la combinación de diferentes componentes como temperatura, precipitación, nubosidad, brillo solar, humedad relativa del aire, vientos, etc.

El café se puede cultivar en un rango altitudinal de 400 a 3.000 m.s.n.m dependiendo de la latitud (trópico o subtropical). Sin embargo la zona que ofrece las mejores condiciones para obtener café de buena calidad se encuentra entre 800 y 1300 m.s.n.m dependiendo de la latitud (trópico o subtropical).

La temperatura óptima varía de 19 y 31°C con extremos de 17 a 33°C, ya que por encima de la temperatura promedio de 34°C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el llenado de los frutos.

La precipitación en las zonas cafetaleras oscila entre 1.000 y 3500 mm anuales. Se presentan uno o dos periodos de lluvia anuales seguidos por uno o dos periodos secos con lluvias fuertes y de menor intensidad, respectivamente. Este fenómeno induce a una o dos

épocas de floración al año, generando una o dos cosechas (principal y mitaca), respectivamente.

La humedad relativa, que prevalece en los cafetales tanto en los meses secos como en los lluviosos, es de 70 al 95%.

En cuanto al suelo, el café crece y produce en suelos de diferentes formaciones geológicas y bajo condiciones climáticas variables. La textura del suelo y su profundidad son determinantes. Tanto el suelo como el subsuelo deben tener buen drenaje. Son preferibles los suelos profundos de color oscuro, descartando los suelos mal drenados. El suelo adecuado para el café es el de estructura granular, bien drenado, profundo, ligeramente ácido, rico en nutrientes (particularmente en potasio y materia orgánica). La aireación juega un rol determinante. Se considera un suelo apropiado aquel que presenta un 60% de espacio poroso del cual un tercio es ocupado por aire cuando el suelo está húmedo. El subsuelo puede contener más arcilla, pero la libre expansión del sistema de raíces no debe ser impedida por la falta de aireación.

Respecto a la topografía cabe señalar que el café se cultiva principalmente en terrenos bastante pendientes que exigen un manejo cuidadoso para reducir el proceso de erosión característico de estos suelos.

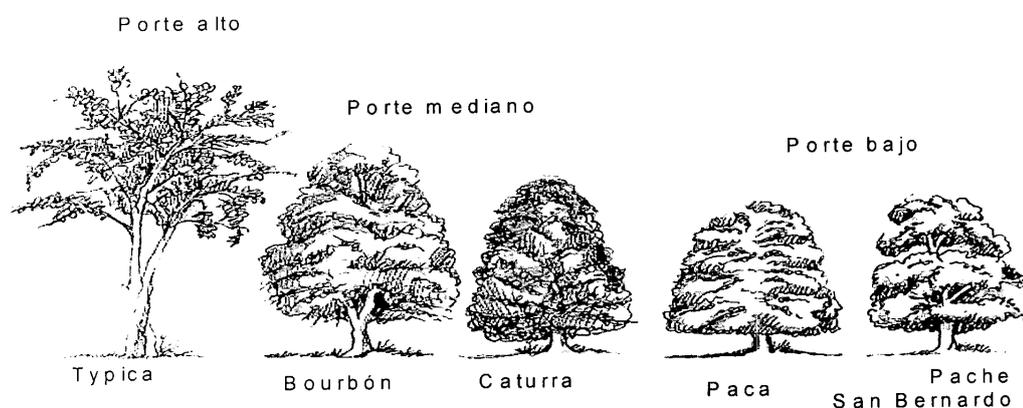
Por otra parte, cabe destacar que la especie que predomina en el cultivo del café es la *Coffea arabica* L. la cual, se ha adaptado a las condiciones climáticas y de suelos de las áreas tropicales y subtropicales en lugares hasta de 3.000 m.s.n.m, prestándole especial atención a las variedades de alta calidad, productividad y resistente a la "roya amarilla del café" (*Hemileia vastatrix*), Fischersworing y Robkamp (2001). Sin embargo, hace más de 150 años, la variedad *Typica*, originaria de Etiopía, fue introducida al Continente Americano en áreas de selva (bosque premontano) y es la que actualmente crece con mayor extensión en Centro y Sur América (Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela, etc) y en Oriente en países como Java e India.

**Para efecto de la propuesta se selecciono trabajar con la variedad *Typica*, debido a que es la variedad que mayoritariamente esta presente en los cafetales de los caficultores** campesinos de Táchira, Barinas, Portuguesa, Lara, Yaracuy, Carabobo y en los relictos de café que aún existen en la microcuenca El Castrero. (Información recopilada en observación directa en el campo y conversación con los caficultores).

Al respecto, Fischersworing y Robkamp (2001) recomiendan la variedad *Typica* por las siguientes razones:

- El tamaño relativamente grande de su grano.
- Su superior calidad como bebida (calidad en taza).
- Su robustez a condiciones adversas de baja fertilidad y sequía.
- La mayor resistencia y flexibilidad de sus ramas durante la cosecha.

Además su alto grado de auto polinización y gracias a la eliminación de aquellas plantas fuera de tipo se ha logrado una buena uniformidad de los cafetales. Los cafetos de la variedad *Typica* se distinguen por el color bronceado (rojizo) de las hojas que emergen tanto del ápice del eje central como de las ramas laterales. La planta a libre crecimiento alcanza hasta 4 m de altura Como se observa en la figura 3.1. El tallo, por lo general, consta de un solo eje vertical, aunque es frecuente la presencia de ejes verticales secundarios que surgen de los nudos. Las ramas laterales son abundantes. Los frutos maduros adquieren un color rojo vinoso y se desprenden de la planta con facilidad. Algunos mutantes de esta variedad presentan frutos maduros de color amarillo.



**Figura 3.1.** Variedades de café de diferentes portes. (Fuente: Fischersworrng y Robkamp, 2001).

Así mismo estos autores expresan que el rendimiento de la variedad *Typica* no se puede comparar con otras variedades de café, ya que frecuentemente se encuentra entresembrada en bosque intervenido (monte raleado) con excesiva sombra en comparación con variedades sembradas bajo un sombrío manejado con árboles leguminosos u otros apropiados. Hay agricultores que reportan haber cosechado de árboles individuales de café *Typica* bajo óptimas condiciones de abonamiento orgánico y sombra regulada hasta 10 kilos de café pergamino seco por árbol y año.

### 3.2.3 Consideraciones que se deben tener en la plantación del cafetal

A continuación se describen algunas consideraciones que se deben tener en la plantación del cafetal según Fischersworrng y Robkamp, 2001:

- **Escogencia de terrenos para la plantación del terreno**

Los mejores suelos para el cultivo del cafeto son los francos de estructura granular que presentan buena aireación y permeabilidad moderada. En estos suelos las raíces pueden extenderse con facilidad y disponen de buena cantidad de aire y agua. Además, el cafeto precisa que los suelos sean profundos, puesto que las raíces penetran hasta más de 1,50 m de profundidad. En suelos

pesados de topografía plana el café no prospera, ya que requiere de un buen drenaje, tanto interno como externo.

- **Trazado del cafetal**

La distancia de siembra, conocida también como densidad de siembra, es la distancia que hay entre plantas en el surco así como la distancia entre surcos y determina el número de cafetos a sembrarse por unidad de superficie (Ha). Por lo tanto no existen distancias de siembra predeterminadas para el café. No obstante se establecen teniendo en consideración varios factores, entre los que se destacan:

- La pendiente del terreno y su fertilidad, a mayor pendiente, mayor distancia de siembra.
- La altitud, los distanciamientos más estrechos son empleados en zonas más altas donde los cafetos se desarrollan en forma más lenta que aquellos cafetales ubicados en zonas de menor altura.
- La variedad de café que se desea cultivar, las variedades de porte pequeño permiten distancias más cortas que las variedades de porte alto.
- Número de plantas por sitio, el sembrar dos plantas por sitio exige un mayor distanciamiento entre surcos a fin de evitar el autosombreamiento del café y facilitar las labores culturales.
- El sistema de poda, los cafetos descopados requieren mayores distanciamientos que los cafetos a libre crecimiento.
- El sistema de siembra, en cafetales con sombrío las densidades de siembra son menores que en cafetales a plena exposición del sol.
- Las asociaciones que se van a establecer, en la medida que se quiera diversificar el cafetal con cultivos de frutales o maderables se reduce la densidad de siembra de café. Las prácticas culturales y plan de abonamiento, la densidad de siembra puede aumentar de acuerdo a la capacidad de abonamiento orgánico y las prácticas de conservación de suelos.
- Presencia de enfermedades y plagas. En áreas de presencia de broca se recomiendan distancias más amplias que ayuden a limitar la propagación y facilitar las medidas de control de esta plaga.

Asimismo, el autor afirma que en la caficultura ecológica se recomiendan densidades de siembra de 2.500 hasta 5.000 cafetos por hectárea. La observación personal sobre el desarrollo de árboles sanos y frondosos en la misma región pueden dar una buena orientación sobre la distancia de siembra más recomendable para el trazado de nuevas plantaciones (Tabla 3.1). Lo ideal es dejar una distancia entre planta y planta, de manera que las ramas situadas en la parte inferior de las plantas casi no se entrelacen (apenas de 5 a 10 cm) y no se hagan sombra

mutua. De esta forma la parte inferior de la planta no se palotea y permanece durante más tiempo productiva.

**Tabla 3.1** Distancias de siembra y densidades para diferentes variedades de café

Variedad de café	Distancia	Densidad de número de plantas por hectárea según el sistema de siembra	
		Cuadrado o Rectangular	Triángulo
Porte bajo (Catuí, Caturra, Pache, variedad Colombia, catimor)	1.40 x 1.60		5.154
	1.50 x 1.80	4.464	4.276
	1.70 x 1.70	3.704	3.995
	2,00 x 1,50	3.460	3.849
	2,00 x 2,00	3.333	2.887
Porte mediano y alto (Typica, Criollo, Bourbon)	2,50 x 1,50	2.666	
	2,00 x 2,00	2.500	3.079
	2,50x 2,00	2.000	2.887
	3,00 x 2,00	1.666	2.309
	2,50 x 3,00	1.333	1.924
	3,00 x 3,00	1.111	1.539
Café Robusta	2,50x 2,50	1.600	1.848

Fuente: (Fischersworing y Robkamp, 2001).

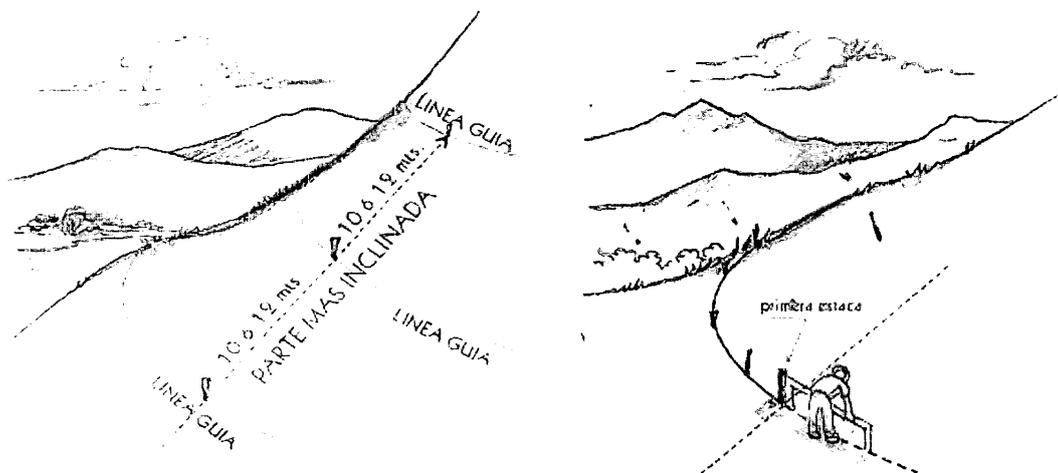
▪ **Trazado en curvas a nivel**

Según Fischersworing y Robkamp (2001) la topografía irregular y las pendientes pronunciadas en muchas regiones productoras de café a nivel mundial exigen labores de conservación para impedir o reducir los efectos de la erosión del suelo. En este sentido el trazado en curvas a nivel es el método más apropiado para terrenos pendientes porque permite utilizar prácticas de conservación de suelos tales como barreras vivas, acequias de ladera y fajas de contención. A grandes rasgos el trazado en curvas a nivel consiste en establecer cada uno de los surcos de café en forma perpendicular y a nivel de la pendiente.

Para realizar el trazado de un cafetal en curvas a nivel, se procede de la siguiente manera:

- Se inicia observando detenidamente el terreno para determinar los trazos a realizar. Se define la distancia de siembra, es decir, la distancia entre plantas en un mismo surco y la distancia entresurcos.

- Se traza una línea por la parte más pendiente del lote de arriba hacia abajo. Sobre esta línea se clavan estacas a una distancia igual a cuatro veces la distancia entre surcos para señalar las líneas guías. Así, por ejemplo, al sembrar a 3 m entre surcos, han de clavarse las estacas a 10 o 12 m de distancia. Como se puede observar en la figura 3.2



**Figura 3.2** Trazado a curvas a nivel. (Fuente: Fischersworrning y Robkamp, 2001).

Se trazan las líneas paralelas hacia arriba y hacia abajo. Se establece la plantación en triángulo, se traza con ayuda de dos varas, surcos paralelos a la línea guía hacia arriba y hacia abajo. Las varas deben tener un largo equivalente a la distancia entre surcos más un 10%. Por ejemplo si el surco tiene 2 m, las varas deben tener 2,20 m. En la figuras 3.3, se puede observar el trazado y sus especificaciones.

De igual manera los autores indican que una curva de nivel es una línea cuyos puntos se encuentran a una misma altura, es decir, a un mismo nivel. Para trazar un surco o hilera se procede de la siguiente manera: se inicia señalando el punto de partida por medio de una primera estaca y junto a esta estaca se coloca una pata (1) del agronivel. Para encontrar el punto de la siguiente estaca se deja sin mover de su lugar la pata (1) que esta junto a la estaca y se mueve la otra pata (2) hacia arriba o hacia abajo de la pendiente, observando que ésta siempre haga contacto directo con el suelo.

Al mismo tiempo que se mueve la pata (2) del agronivel se observa donde la cuerda con la plomada atraviesa el travesaño. Cuando la cuerda atraviesa la marca del "punto de nivel" las dos patas de agronivel están al mismo nivel. Se clava una segunda estaca en el sitio donde se encuentra la otra pata (2) del agronivel. Para ubicar la posición a nivel de una tercera estaca, se levanta el agronivel y se coloca una de las patas (1) al pie de la estaca que se clavó de último. Se repite el movimiento con la otra pata (2) del agronivel tal como se explicó anteriormente hasta ubicar el próximo punto a nivel donde se clava la tercera estaca. Así mismo se prosigue

con el trazo de la curva a nivel, avanzando dentro del surco con el agronivel moviendo la pata (1) de estaca a estaca nueva. Esta operación se repite tantas veces hasta completar la curva a nivel sobre todo el ancho del terreno.

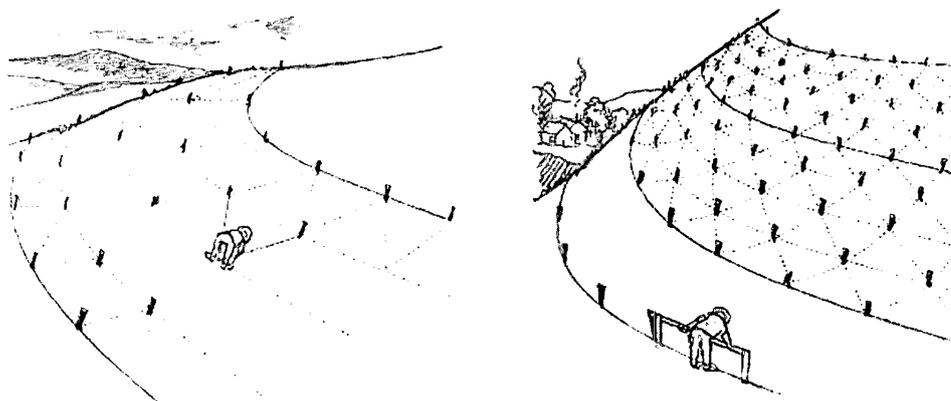


Figura 3.3. Trazado en curvas a nivel. (Fuente: Fischersworrning y Robkamp, 2001).

Una curva a nivel o línea en contorno no se reconoce como una línea recta sobre el terreno, sino como su nombre lo indica, serpentea a lo largo de la pendiente. La distancia entre las curvas a nivel depende de la pendiente del terreno, de su capacidad de absorción de las aguas lluvias, del cultivo establecido y de otros factores.

#### ▪ **Construcción y uso del agronivel,**

El agronivel o nivel "A" es un instrumento práctico de múltiple uso, de construcción sencilla, constituido por tres palos amarrados en forma de "A" y una plomada que se usa para el trazo de curvas a nivel. El agronivel tiene tres usos principales: trazar curvas a nivel, trazar curvas con pendientes y determinar la pendiente de un terreno (figura 3.4). Para su construcción se requieren los siguientes materiales:

- Dos palos de 2 m y un palo de 1,10 m
- Tres clavos de cuatro pulgadas
- Una cuerda para amarrar
- Plomada o piedra

(Fischersworrning y Robkamp, 2001) manifiesta que para calibrar el agronivel y buscar el punto de nivel se coloca una pata del nivel sobre una piedra, dejando la otra reposar sobre el piso. Se señala en la piedra y el piso la ubicación exacta de las dos patas. Con una cuchilla o un lápiz se marca sobre el travesano donde la pata con la plomada cruza éste. Seguidamente se da vuelta al marco y se ubican las dos patas en la misma posición anterior pero en forma intercambiada, velando que ambas patas queden exactamente sobre las marcas hechas sobre el piso y la piedra, respectivamente. Nuevamente se marca sobre el travesano el punto donde la

pita con la plomada cruza éste. Finalmente se mide sobre el travesaño el centro entre ambas marcas, lo que viene a ser el punto de nivel.

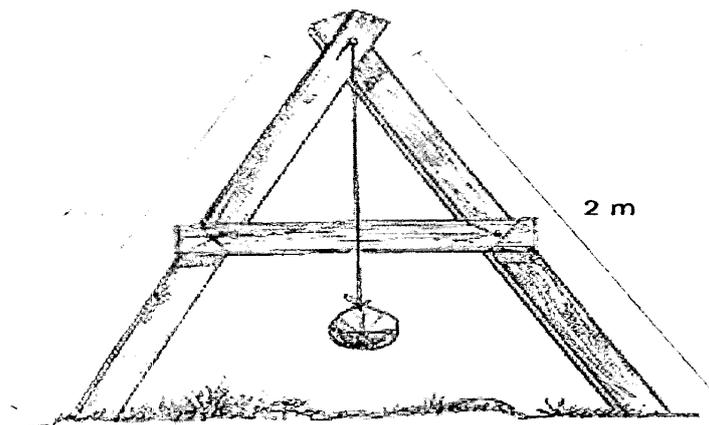


Figura 3.4. Agronivel. (Fuente: Fischersworing y Robkamp, 2001).

### 3.3. INDICES DE SEQUÍA Y TOPOGRÁFICO.

El estado de agua en una localidad particular puede inferirse estudiando los índices de sequía y topográficos en el espacio y en el tiempo, considerando aspectos no sólo de cantidad, sino también de calidad. Todas estas características estarán estrechamente relacionadas con los usos de la tierra y las funciones de conservación asignadas a ella.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que representan un mecanismo sistemático de georeferenciación sobre una unidad espacial, pueden facilitar el almacenamiento, recuperación y análisis de datos en mapas y tablas (OEA, 1991). Este sistema permite la superposición de tantas capas de información como sean necesarias para la determinación del índice sequía y topográfico.

Tognetti *et al* (2005), proponen para dar repuesta a la necesidad de información, el uso de indicadores como el índice topográfico y el de sequía, para suponer los impactos que ocasionan el cambio del uso de la tierra sobre el servicio ambiental.

Los cálculos se pueden determinar a través de la elaboración de mapas, basados en registros históricos de estaciones climatológicas y la caracterización del área de estudio, con la finalidad de superponer capas y así calcular los índices.

El CIDIAT (2005), determinó el índice topográfico, como parámetro que ayuda a visualizar la potencialidad de riesgo de erosión de una cuenca y por ende la producción de

sedimentos. Se deriva de conjugar características de suelo y de topografía del área. Además incluye pendiente, espesor y permeabilidad del suelo y la superficie en estudio.

El índice de sequía consiste en una relación entre la evapotranspiración potencial en la cobertura vegetal de la cuenca y la precipitación de la misma. Puede calcularse para cualquier periodo temporal día, semana, mes y año. (CIDIAT, 2005).

### 3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

En un trabajo de campo hay que tener en cuenta dos cosas, por un lado la observación y por otro registrar lo que se observa. Se puede observar de diferentes maneras y estas maneras son las que nos proporcionan las técnicas de investigación.

Martínez (1999), afirma como investigación cuantitativa aquella que recoge datos cuantitativos sobre variables, estudia la asociación y relación entre variables cuantificadas y procura determinar la fuerza de asociación y correlación entre variables, la generalización y objetivación de los productos obtenidos del manejo de una muestra con el fin de inferir resultados aplicados a toda la población de la cual procede esa muestra. Asimismo, asevera que el paradigma cuantitativo se caracteriza por privilegiar el dato como la expresión concreta que simboliza una realidad.

Por lo tanto una técnica para medir variables socioeconómicas y ambientales es la encuesta, ya que permite analizar el comportamiento de la muestra en estudio, a través de tablas, gráficos. Al respecto, Palella y Martins (2004), acuerdan que la encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones interesan al investigador. Para ello, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos quienes, en forma anónima, la responden por escrito. Es una técnica que se puede aplicar a sectores amplios del universo; presentándose algunos riesgos como:

- Falta de sinceridad en la repuesta.
- Tendencia decir si a todo.
- Sospecha que la información pueda revertirse al encuestado de alguna manera
- Falta de comprensión de las preguntas o algunas palabras.
- Influencia de la simpatía o antipatía, tanto respecto al investigador como al asunto que se investiga

Fox (1981), asevera que el instrumento a través del cual se materializa la encuesta es el cuestionario, resultando útil para la recogida de datos especialmente en zonas de difícil acceso por la distancia o dispersión de los sujetos a los que interesa considerar, o por la dificultad para reunirlos. Permite simultáneamente la observación.

El cuestionario consiste en un conjunto de preguntas, normalmente de varios tipos, la finalidad es obtener, de manera sistemática y ordenada, información acerca de la población con la que se trabaja, sobre las variables objeto de la investigación o evaluación (Fox 1981).

El autor considera que al utilizar esta técnica, el evaluador y el investigador, tienen que considerar dos caminos metodológicos generales: estar plenamente convencido de que las preguntas se pueden formular con la claridad suficiente para que funcionen en la interacción personal que supone el cuestionario y dar todos los pasos posibles para maximizar la probabilidad de que el sujeto conteste y devuelva las preguntas.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2000), el cuestionario, tanto para su elaboración como aplicación, debe considerar las siguientes fases:

- Determinación de los objetivos del cuestionario, que están referidos a obtener información para analizar el problema motivo de la investigación.
- Identificación de las variables a investigar, que orientan el tipo e información que debe ser recolectada.
- Delimitación del universo o población bajo estudio, donde será aplicado el cuestionario; las unidades de análisis o personas que deben responder al cuestionario, el tamaño y tipo de muestra de unidades de análisis que permita identificar a los informantes y al número de ellos.

En otro orden de ideas, en relación con la confiabilidad de la encuesta, es definida por Hernández, Fernández y Baptista (1999) como “el grado de uniformidad o consistencia en los resultados que produce un instrumento. Así mismo, Magnunson (1979) afirma que la confiabilidad es la correlación entre un test dado y un test paralelo, corresponde a la exactitud con que los instrumentos miden los puntajes verdaderos del mismo rasgo y bajo las mismas condiciones.

Es preciso señalar que la confiabilidad se expresa a través de un índice y se calcula al correlacionar las puntuaciones obtenidas por los mismos individuos en diferentes ocasiones o con distintos conjuntos de recibos equivalentes.

Luego el coeficiente que se obtenga, según sea el método aplicado, puede ser indicador de estabilidad, consistencia y siempre será el reflejo de la exactitud con que se mide (Hernández *et al.*, 1999).

Existen diferentes métodos para estimar la confiabilidad. Entre ellos se tienen: a) Test – Retest (prueba post prueba); b) Formas paralelas o equivalentes; c) Por mitades; d) análisis de consistencia interna y e) Análisis de varianza con diseño factorial.

### **3.5. EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

La evaluación de proyectos permite “medir” si una determinada idea tiene o no viabilidad técnico-económica. Según ello debe hacerse presente que la evaluación se aplicará tanto sobre una decisión de invertir en un proyecto completamente nuevo, como en una idea de complementación de alguna actividad.

- **Situación sin Proyecto**

Deberá explicar las razones por las cuales es necesario solucionar o modificar la condición o situación existente (problema), aún cuando esto se haga de manera parcial. Enfatiza en los costos en lo que se incurre por no solucionar el problema.

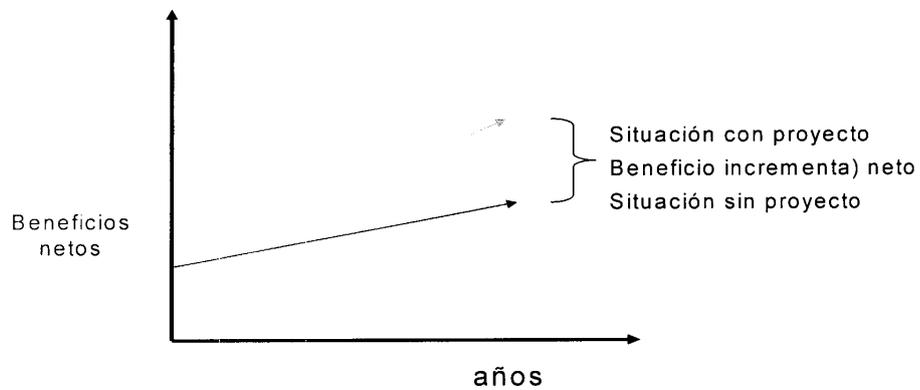
- **Situación con Proyecto**

Se debe explicar por qué el proyecto es adecuado para solucionar el problema enfatizando en los beneficios que se generarán, dando respuesta entre otros, a los aspectos siguientes:

- En qué medida el proyecto contribuye a solucionar el problema;
- Cómo recibirán los resultados los beneficiarios;
- Justificación de la localización y del área de influencia;
- Análisis de cómo la tecnología propuesta es adecuada, contribuye a la solución del problema y a la conservación del medio ambiente, cuando fuera necesario.

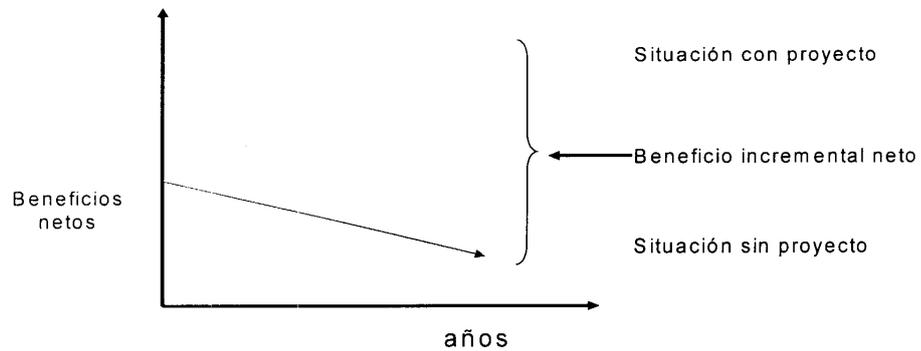
Pérez (1999), afirma que todo proyecto debe comparar los beneficios netos con el proyecto contra los beneficios netos de la situación sin proyecto. Tal diferencia resultará en el beneficio incremental neto, al cual se le hará tanto los análisis económicos como el financiero, de igual manera el autor, asevera que el cálculo del beneficio incremental neto dependerá de las situaciones sin y con proyecto. Las figuras 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9 muestran distintas comparaciones de la situación sin y con proyecto y por ende distintos beneficios incrementales netos

a) Beneficios netos sin proyecto incrementando en el tiempo y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo. La figura 3.5, muestra el beneficio incremental neto para cuando los beneficios de la situación sin y con proyecto incrementan en el tiempo.



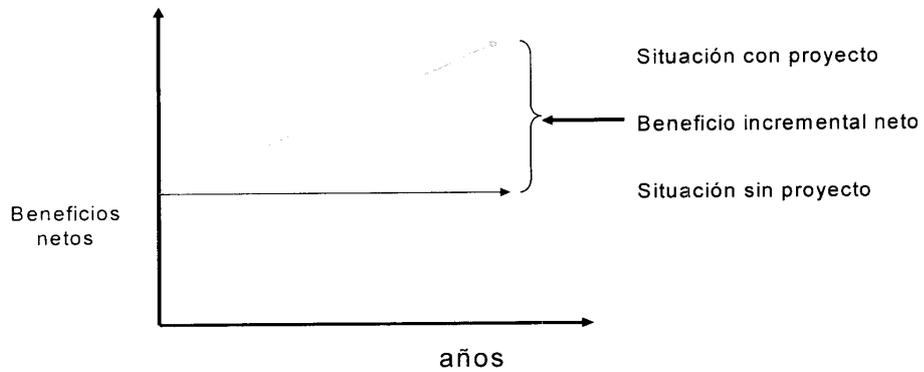
**Figura 3.5.** Beneficio incremental neto para la situación en que los beneficios netos de la situación sin y con proyecto incrementan en el tiempo. Tomado de Pérez 1999.

- b) Beneficios netos sin proyecto disminuyendo en el tiempo y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo. La figura 3.6 muestra esta situación.



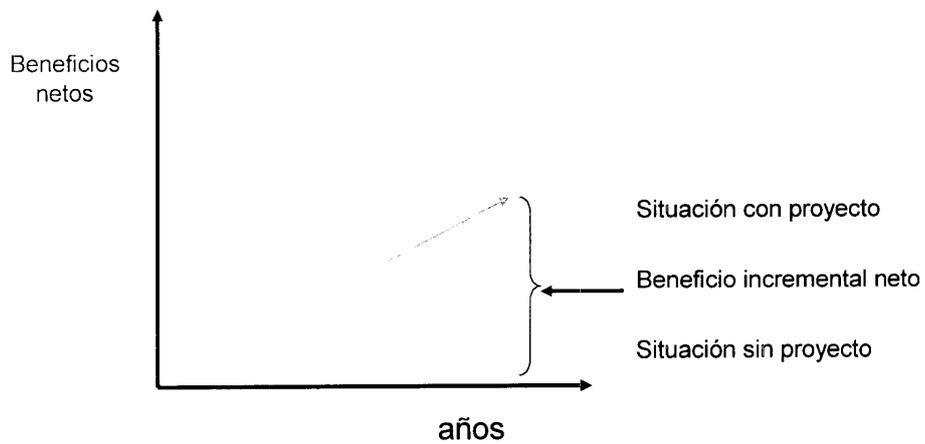
**Figura 3.6.** Beneficios netos sin proyecto reduciéndose en el tiempo y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo. Tomado de Pérez 1999

- c) Beneficios netos sin proyecto constantes en el tiempo y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo, en la figura 3.7 se presenta esta situación



**Figura 3.7.** Beneficios netos sin proyecto constantes en el tiempo y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo. Tomado de Pérez 1999.

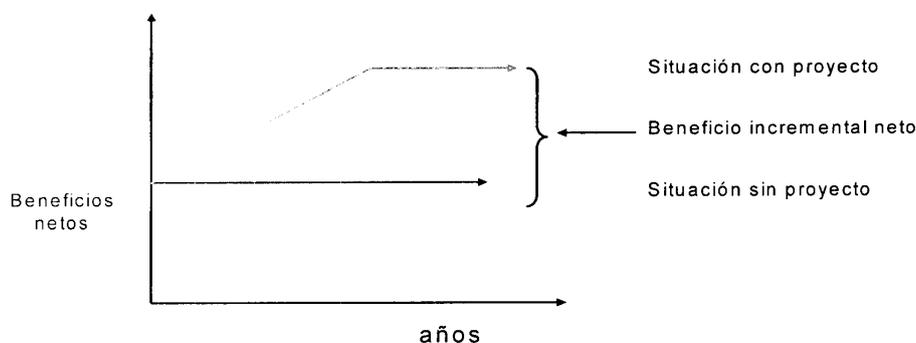
- d) Beneficios netos sin proyecto cero y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo La figura 3.8 resalta esa relación



**Figura 3.8.** Beneficios netos sin proyecto cero y beneficios netos con proyecto incrementando en el tiempo. Tomado de Pérez 1999.

- e) Situaciones comunes donde hay un incremento de los beneficios netos con proyecto hasta un cierto periodo en el tiempo, a partir del cual se hacen constantes, y las distintas combinaciones vistas de la situación sin proyecto.

Para estos casos habrá múltiples combinaciones. En la figura 3.9 se presenta aquella donde los beneficios netos sin proyecto son constantes mientras que con proyecto tales beneficios van incrementando y luego se hacen constantes.



**Figura 3.9.** Beneficios netos sin proyecto constantes y beneficios netos proyecto incrementando hasta un período, para luego hacerse constantes. Tomado de Pérez 1999.

### 3.6. INDICADORES DE RENTABILIDAD

La viabilidad financiera de una propuesta de solución se estudia con los indicadores de rentabilidad. En la presente investigación se usó el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.

#### 3.6.1 Valor Actual Neto

Gittinger (1973), define al Valor Actual Neto, como el valor actualizado de los beneficios, menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida; una inversión es rentable solo si el valor actualizado del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados utilizando una tasa pertinente. A continuación se manifiesta los criterios de decisión que permite el VAN:

- Positivo ( $VAN > 0$ )
- Indiferente ( $VAN = 0$ )
- Negativo ( $VAN < 0$ )

#### 3.6.2 Tasa Interna de Retorno

El mismo autor precisa que la Tasa Interna de Retorno, es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, entendiéndose estos, como la diferencia entre los beneficios brutos menos los costos brutos actualizados. Como criterio general debe compararse la TIR del proyecto con la tasa de descuento que mida el mejor

rendimiento alternativo no aplicado. Si se tomara una tasa de descuento hipotética, por ejemplo un 12 % que es muy común, esta sirve de indicador o parámetro de toma de decisiones, tal como se refleja a continuación:

- TIR mayor que 12 % = Se acepta el proyecto
- TIR igual a 12 % = Es indiferente
- TIR menor que 12 % = Se rechaza el proyecto

## CAPÍTULO 4

### CARACTERÍSTICAS, PROBLEMÁTICA Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de trabajo corresponde a la microcuenca El Castrero, la cual se encuentra enclavada en la cuenca del río Guárico aguas arriba del embalse Camatagua, en la subcuenca del río San Juan. La microcuenca ocupa parte del municipio Juan German Roscio en el estado Guárico, cuya capital es San Juan de los Morros. Se localiza en las coordenadas UTM La Canoa, por el Este 637.650, 729.200 y por el Norte 1.079.050, 1.127.600. La figura 4.1 muestra la ubicación relativa de la microcuenca.

La microcuenca abarca una superficie de drenaje aproximadamente de 50 Km<sup>2</sup>. El drenaje principal es realizado por el río El Castrero, conformado por la quebrada Callecita y la quebrada Cerro Pelón, el río tiene una longitud de 20,7 Km (Jacome y Vilorio, 2004) para desembocar en el río San Juan y luego al río Guárico aguas arriba del embalse Camatagua. (Mapa 4.1)

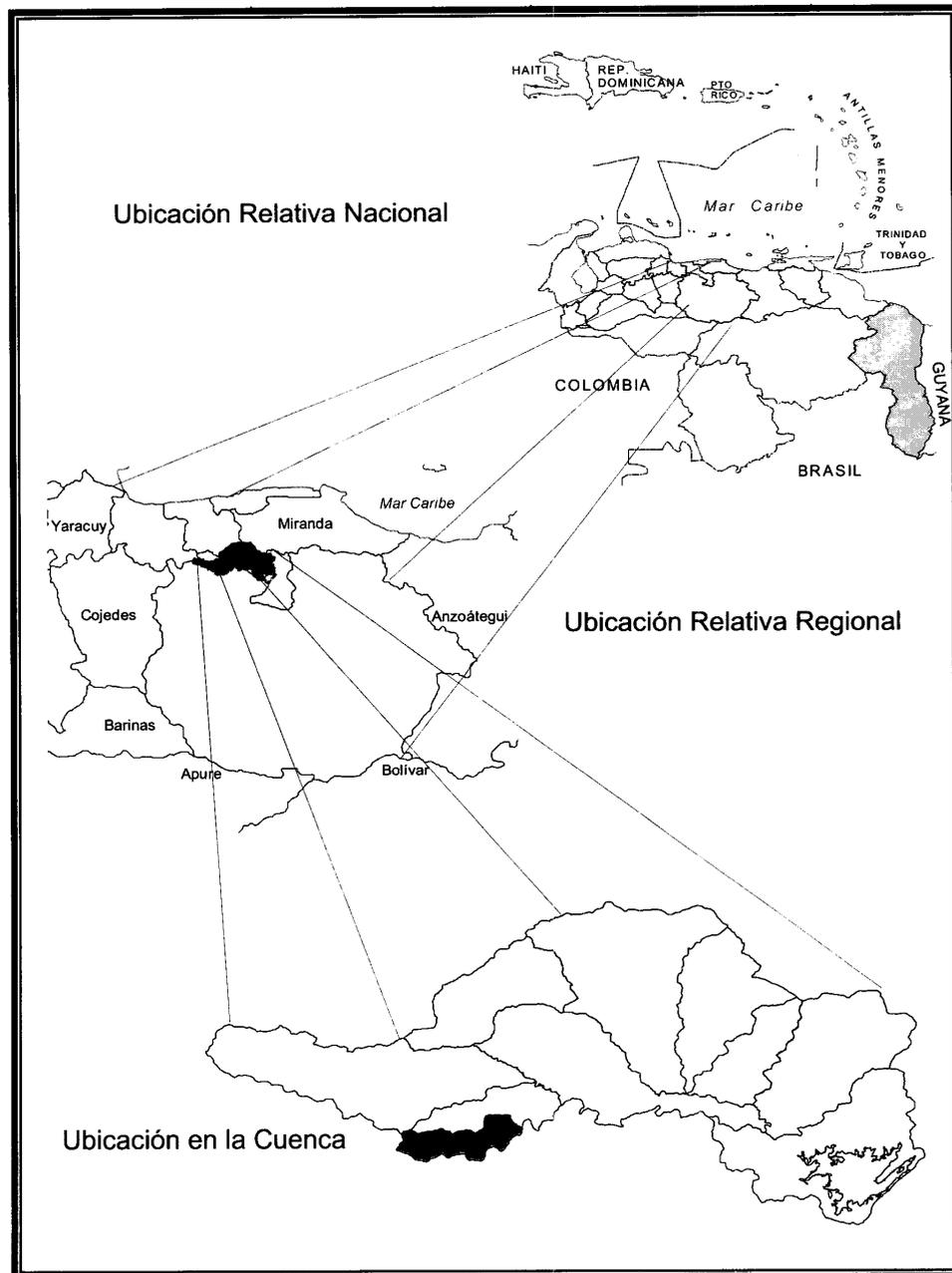
Con respecto a las características climáticas, la precipitación promedio anual es de 1405 mm con una distribución bimodal; se encuentra un periodo húmedo entre los meses de abril-octubre con picos de precipitación en los meses de junio y agosto, el periodo seco ocurre entre noviembre –marzo.

El patrón de lluvias se ve influenciado por la ascensión de los vientos cargados de humedad en los pisos longitudinales y por la exposición de la pendiente, variación definida a partir de rangos altitudinales (entre 480 y 1800 m.s.n.m) (Vera, 2000). La temperatura y la evapotranspiración presentan una variación según los pisos altitudinales como se muestran en la tabla 4.1

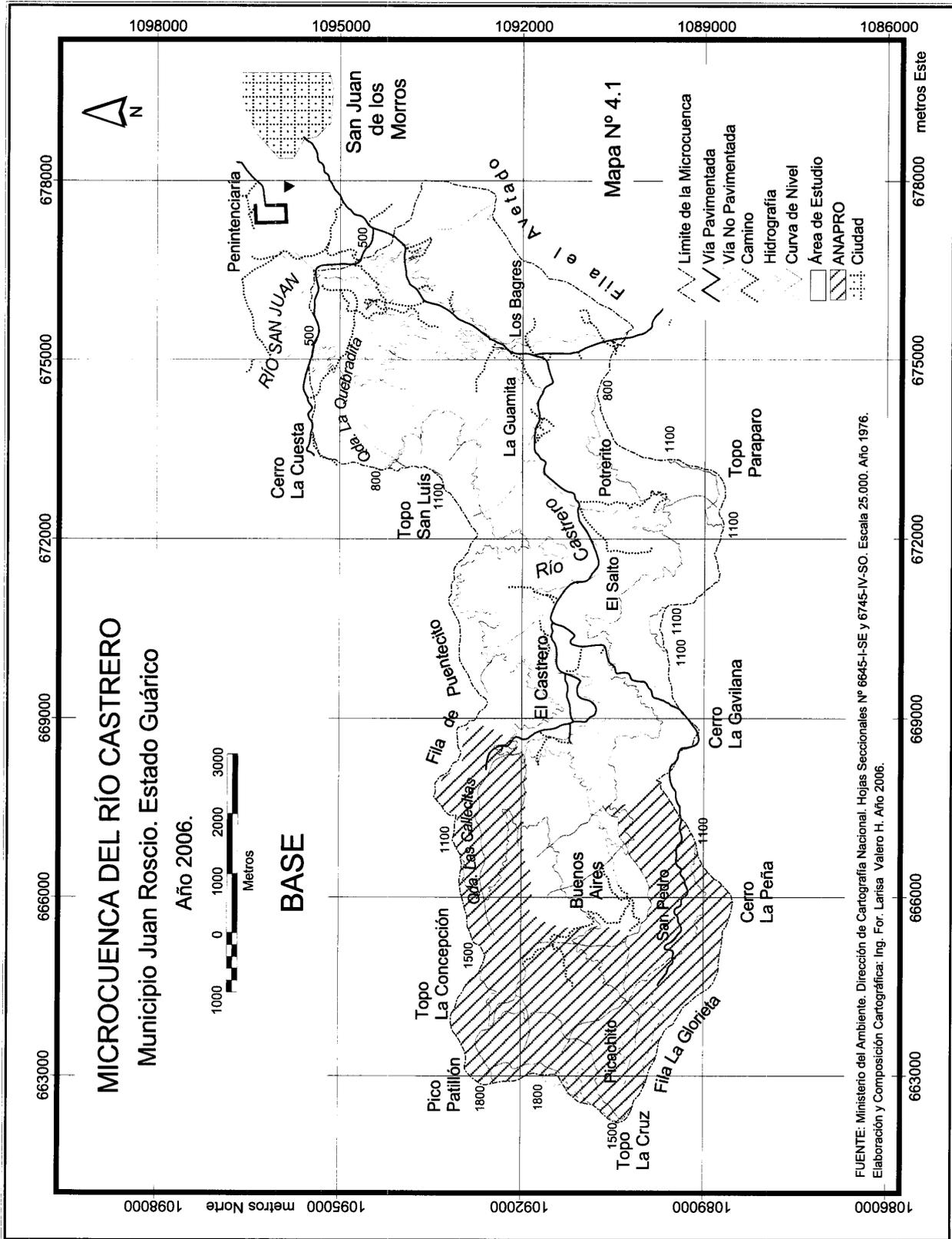
**Tabla 4.1** Datos de temperatura y evapotranspiración microcuenca El Castrero.

Altitud m.s.n.m	Temperatura (°C)	Evapotranspiración (mm)
< 480	24.5	1443.8
720	23.9	1408.4
960	22.1	1302.4
1200	20.9	1321.6

Fuente: Vera (2000)



**Figura 4.1.** Ubicación relativa de la microcuenca El Castrero, subcuenca río San Juan y cuenca del río Guárico aguas arriba del embalse Camatagua.



FUENTE: Ministerio del Ambiente. Dirección de Cartografía Nacional. Hojas Seccionales N° 6645-I-SE y 6745-IV-SO. Escala 25.000. Año 1976.  
Elaboración y Composición Cartográfica: Ing. For. Larisa Valero H. Año 2006.

Según Shagam (1960), en la microcuenca se encuentran las formaciones geológicas El Carmen, Santa Isabel y Tiara, todas pertenecientes al Grupo Villa de Cura, de edad mesozoica, con un predominio de materiales de origen volcánico con alto grado de metamorfismo, como se muestra en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2** Características geológicas en la microcuenca El Castrero.

Características	Formaciones Geológicas		
	Santa Isabel	Tiara	El Carmen
Profundidad del manto de alteración	Variable de 2 hasta 10 m	3 a 4 m	Abundantes afloramientos rocosos, nunca mayor de 2 metros
Origen	Metamórfico	Volcánico	Volcánico
Litología	Esquistos cloríticos, granulitos	Piroxenos y plagioclasas	Cuarcitas, basaltos, filitas graníticas

Fuente: Shagam (1960), citado por Konogsmar (1965)

La microcuenca se encuentra inscrita en la unidad fisiográfica altos de Platillón, Frailes (1971, citado por Vera, 2000). La mayor parte del área se caracteriza por tener un relieve muy quebrado con pendientes altas y abruptas.

Según Vera (2000), el área que corresponde a los sedimentos del cuaternario, observándose, estructuras de suelos hasta de 90 cm de profundidad. En cortes de carreteras se evidenciaron varios estratos de una matriz fina mezclados con fragmentos de rocas heterométricas.

Cerezo (1996), afirma que los suelos del área son formados a partir de rocas meteorizadas. El material geológico es rico en minerales como hierro manganeso y aluminio, estos poseen poca disponibilidad en nutrientes, en aquellas áreas correspondientes a los sedimentos más recientes (Cuaternario), los suelos necesariamente se originan de materiales transportados, son suelos medianamente ácidos y de baja fertilidad, moderadamente profundos (entre 20 y 90cm), de texturas mayormente franco arcillosa, excesivamente drenados debido a las altas pendientes.

Las unidades de vegetación natural predominante en la microcuenca El Castrero, según la clasificación de Holdridge corresponden al bosque seco tropical, bosque seco premontano y al bosque húmedo premontano, cada uno con varios tipos de vegetación condicionados por el clima local.

La vegetación original en la parte media y baja de la microcuenca ha sido fuertemente alterada debido a la intervención de los productores, fundamentalmente por la ganadería extensiva, cultivos de ciclo corto. Vera (2000), expone que en las vertientes predomina una vegetación de sabana, con abundante pasto Yaraguá (*Hyparrhemia rufa*), Capín melao (*Melinis minutiflora*) asociadas con Chaparro (*Curatella americana*). En los márgenes de los ríos se

mantienen bosque de galería. Los bosques que se conservan presentan una vegetación decidua predominante con árboles que sirven de sombra para cafetales antiguos.

En general, el uso de la tierra en la microcuenca es variado, destacando la producción de hortalizas como berenjenas (*Solanum melongena L.*), pimentón (*Capsicum Annuum*), tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), ají dulce (*Capsicum annuum*), calabacín (*Curcubita pepo*). Las fuertes pendientes han sido expuestas al pastoreo extensivo, cultivos como granos, maíz y en la parte alta de la microcuenca se ha dejado la vegetación natural. La región alta ha tenido una mejor conservación debido a que se encuentra dentro de la poligonal del monumento natural "Cerro Platillón".

Los principales problemas físicos naturales de la microcuenca son: La construcción de viviendas en los últimos años, en una forma anárquica y sin ningún tipo de planificación; la actividad agrícola vegetal, la cual esta caracterizada por cultivos de ciclo corto y el tradicional conuco, lo que conduce a una rotación intensa del espacio por agotamiento del suelo, contribuyendo a la deforestación; la ganadería extensiva, dando origen al trillado característico que deja el ganado en algunas áreas de las vertientes (terracetas o pie de vaca), como producto del sobrepastoreo localizado; incendios forestales todos los años, no sólo contribuye a la pérdida de la cobertura vegetal, también atenta contra la fauna silvestre y sus hábitats y expone el suelo al contacto directo de las gotas de lluvia, aumentando los riesgos de erosión. Por consiguiente, aumenta el arrastre de sedimentos por el río, la sedimentación de los cauces; han disminuido los caudales de varias quebradas tributarias del río El Castrero, además se evidencian problemas de contaminación por aguas servidas; las cuales caen directamente a los drenajes naturales sin recibir un tratamiento previo, Vera (2000).

## EL ÁRBOL DE PROBLEMAS CAUSAS

