

AREAS HOMOGENEAS DE TERCER ORDEN APLICADAS AL PISO CALIDO
DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA

DANIEL FRANCISCO JARAMILLO J.
I.A., F.I.

Trabajo presentado como requisito para
la promoción a la categoría de Profesor
Asociado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Seccional Medellín
FACULTAD DE CIENCIAS
Sección Suelos
1987

CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION	1
2. MARCO TEORICO	2
2.1 SEGUIMIENTO HISTORICO	2
2.2 GENERALIDADES METODOLOGICAS	4
2.2.1 Principios básicos	4
2.2.1.1 El clima	4
2.2.1.2 El paisaje fisiográfico	5
2.2.1.3 Otros factores	5
2.2.2 Aplicación de la fotointerpretación	5
2.2.2.1 Clima	6
2.2.2.2 Paisajes fisiográficos	6
2.2.2.3 Pendientes	7
2.2.2.4 Erosión	7
2.2.2.5 Condición de drenaje	8
2.2.2.6 Rocosidad y pedregosidad superficial	8
2.2.3 Detalle y especificaciones de las áreas homogéneas .	8
2.2.3.1 Areas homogéneas de tercer orden	9
2.2.3.2 Areas homogéneas de segundo orden	9
2.2.3.3 Areas homogéneas de primer orden	10
2.2.4 Procedimientos	10
2.2.4.1 Revisión bibliográfica	10
2.2.4.2 Preparación de imágenes	11
2.2.4.3 Fotointerpretación preliminar	11
2.2.4.4 Reconocimiento de campo	13
2.2.4.5 Interpretación del estudio	14
2.2.4.6 Compilación de informes	14

	pág.
3. AREAS HOMOGENEAS DE TERCER ORDEN EN EL PISO CALIDO DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA	16
3.1 CARACTERISTICAS DE LA ZONA	16
3.1.1 Localización y extensión	16
3.1.2 Clima	16
3.1.3 Vegetación y uso de la tierra	18
3.1.4 Geología	18
3.1.4.1 Formación Villeta	18
3.1.4.2 Formación Guadalupe	19
3.1.4.3 Formación La Cira	19
3.1.4.4 Formación Honda	19
3.1.4.5 Depósitos cuaternarios	19
3.1.5 Hidrografía	20
3.1.6 Suelos	20
3.1.7 Aspectos socioeconómicos	20
3.2 DELIMITACION DE AREAS HOMOGENEAS DE TERCER ORDEN ...	21
3.2.1 Preparación de la imagen	21
3.2.2 Fotointerpretación preliminar	21
3.2.3 Reconocimiento de campo	26
3.2.4 Interpretación del estudio	28
3.2.4.1 Disponibilidad de nutrientes en el suelo	29
3.2.4.2 Disponibilidad de agua en el suelo	29
3.2.4.3 Disponibilidad de oxígeno en el suelo	30
3.2.4.4 Resistencia a la erosión	31
3.2.4.5 Posibilidad de usar implementos agrícolas	32
3.2.5 Elaboración del mapa de áreas homogéneas de tercer orden	36
4. DISCUSION	38
4.1 USO DE LAS IMAGENES DE SATELITE	38
4.2 METODOLOGIA EMPLEADA	38
4.3 TRABAJO DE CAMPO	39
4.4 EVALUACION DE AREAS HOMOGENEAS	40
BIBLIOGRAFIA	41

LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Ubicación de la cuenca del Río Bogotá	17
FIGURA 2. Ubicación del piso cálido de la cuenca del Río Bogotá en la imagen de satélite	22
FIGURA 3. Zonas climáticas del piso cálido de la cuenca del Río Bogotá en la imagen de satélite	23
FIGURA 4. Balances hídricos de dos estaciones de la zona climática cálida semiárida	24
FIGURA 5. Areas homogéneas de tercer orden en la imagen de satélite	26
FIGURA 6. Esquema simplificado de la evaluación de tierras para usos específicos, sin mejoramientos	28
FIGURA 7. Mapa de áreas homogéneas de tercer orden en el piso cálido de la cuenca del Río Bogotá	37

LISTA DE CUADROS

	pág.
CUADRO 1. Calificación de la disponibilidad de nutrientes en el suelo	30
CUADRO 2. Calificación de la disponibilidad de agua en el suelo	30
CUADRO 3. Calificación de la disponibilidad de oxígeno en el suelo	31
CUADRO 4. Calificación de la resistencia a la erosión	31
CUADRO 5. Calificación de la posibilidad de usar implementos agrícolas	32
CUADRO 6. Cualidades de la tierra en las áreas homogéneas de tercer orden del piso cálido de la cuenca del Río Bogotá	33
CUADRO 7. Tabla de conversión para maracuyá en clima cálido subhúmedo	34
CUADRO 8. Clasificación de la aptitud de uso específico de las áreas homogéneas de tercer orden en el piso cálido de la cuenca del Río Bogotá	35

1. INTRODUCCION

En los años 1980-1981, el autor del presente trabajo participó en un grupo multidisciplinario encargado de producir una metodología para delimitar unidades de tierra homogéneas desde el punto de vista de su comportamiento y productividad agropecuarios, en forma rápida y económica.

Para lograr los objetivos anteriores se definió aquella unidad de tierra como "área homogénea" y se utilizaron, para su delimitación, imágenes de sensores remotos.

Como producto del trabajo de ese grupo de técnicos se estableció una metodología que permitió lograr los objetivos propuestos, a varios niveles de detalle, de modo que aquella pudiera adaptarse a regiones con diferentes niveles y posibilidades de desarrollo; ésta metodología, en tres niveles de detalle, fue ensayada en la cuenca del Río Bogotá, demostrando su funcionalidad y adaptación a las condiciones del país.

En el presente trabajo el autor quiere exponer, en forma resumida, la metodología general diseñada, enfatizando la parte correspondiente a las áreas homogéneas de tercer orden (las mas generales), así como algunos de los resultados obtenidos en el piso cálido de la cuenca del Río Bogotá, para dichas áreas homogéneas; también, se actualiza la bibliografía referente al tema, al citar los principales trabajos que al respecto se han realizado, posteriores al trabajo base de este escrito.

2. MARCO TEORICO

2.1 SEGUIMIENTO HISTORICO.

En Colombia se están realizando levantamientos de suelos, con diferentes fines específicos, desde hace más de tres décadas, lo mismo que otros tipos de levantamientos de recursos naturales básicos, por diferentes entidades, oficiales principalmente.

En un principio la interpretación de dichos estudios se hacía únicamente para los fines específicos propuestos, con lo cual se desperdiciaba gran cantidad de información importante para muchas áreas del conocimiento.

A finales de la década del 60 y principios de la del 70, estas entidades poseían un cúmulo de información muy grande pero dispersa, con lo cual se vió la necesidad de integrar estos conocimientos sectorizados y producir unos documentos básicos de trabajo que sirvieran, principalmente, para establecer planes de desarrollo regionales; fue así como surgieron los grupos de trabajo multidisciplinarios y la necesidad de implementar metodologías que permitieran la necesaria integración. Por estas épocas entonces, empezaron a producirse estudios de zonificación y uso del suelo para algunas zonas cafeteras del país, en diferentes Departamentos como Antioquia y Valle del Cauca en 1972, Tolima en 1973, Cundinamarca en 1974; estos estudios regionales sirvieron de base para diseñar lo que se denominó posteriormente "Sistema IUM para Determinación del Uso y Manejo de los Suelos de Ladera" (Gómez, 1975; Gómez y Suárez, 1981), sistema generalizado a

toda la zona cafetera colombiana y que ha ido sufriendo ajustes a medida que se va ampliando su aplicación a otro tipo de explotaciones agropecuarias, diferentes del café (Alvarez, 1981).

Por otro lado, corporaciones autónomas regionales, como la del Cauca (CVC), en 1979, sintieron la necesidad de integrar todos los estudios básicos que poseían de su área jurisdiccional, con el fin de establecer un plan de manejo adecuado para el correcto uso y aprovechamiento de sus recursos; surgió así la propuesta de "zonificación del uso del suelo de las cuencas hidrográficas" (CVC, 1980; García y otros, 1981).

A finales de la década del 70, la Oficina de Planeación del Sector Agropecuario (OPSA) del Ministerio de Agricultura de Colombia, ante la necesidad de establecer planes de desarrollo rural, a nivel nacional, diseñó un proyecto mediante el cual las unidades administrativas mayores del país (departamentos, intendencias, comisarías) debían obtener toda la información básica de su territorio, requerida para diseñar dichos planes; ésto dió origen a las Unidades Regionales de Planeación Agropecuaria (URPA), las cuales, a su vez, requerían la metodología apropiada para obtener aquella información; para suplir esta necesidad, en 1980 se firmó un contrato entre OPSA y el Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), con el propósito específico de que este último diseñara la metodología buscada, estableciéndose así lo que se denominó "Áreas Homogéneas" (Forero y colaboradores, 1981); esta metodología permite, a partir de datos de Sensores Remotos, delimitar unidades naturales cuyo uso, manejo y productividad agropecuarios, son similares.

Posteriormente, la metodología de las Áreas Homogéneas ha sido revisada y depurada, aunque sin cambios substanciales (Forero y León, 1981; León y Forero, 1982; Cortés y colaboradores, 1985; Palacios y Bravo, 1987; Cortés y colaboradores, 1987; Castro,

1987).

2.2 GENERALIDADES METODOLOGICAS.

2.2.1 Principios básicos.

Un Area Homogénea se define como una unidad de tierra con una productividad y uso agropecuario característicos, condicionados por una serie de factores físicos y socioeconómicos particulares.

La anterior definición implica que dos unidades que presenten igual identificación, a nivel de área homogénea, presentan las mismas posibilidades de uso agropecuario y la misma capacidad de producción, si son sometidas a las mismas prácticas de manejo.

En la definición de área homogénea se menciona que hay factores físicos que condicionan su comportamiento; estos factores son los que el especialista en fotointerpretación puede establecer analizando imágenes de sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes de radar, imágenes de satélite, etc.); hay que aclarar, en este punto, que los factores físicos a utilizar en estos trabajos deben ser factores físicos estables, de manera que la información obtenida tenga vigencia a través del tiempo.

Entre los factores físicos estables que mas directamente condicionan el uso de la tierra están:

2.2.1.1 El clima.

Bajo condiciones tropicales este factor es el que primero limita el uso de la tierra. El efecto climático se manifiesta básicamente en la altura sobre el nivel del mar y en la relación precipitación-evapotranspiración; el efecto de la altitud sobre la temperatura fue estudiado y cuantificado en el país por Gühl

(1950), quien, como resultado de sus investigaciones propuso la división del país por pisos térmicos, criterio que aún en la actualidad tiene validez y se ha extendido a otros países como lo demuestran los trabajos de Villota (1984), Jaimes y Elizalde (1987), Elizalde y Jaimes (1987), Aguilar y Ortiz (1987), Mejía (1987), entre otros; la relación precipitación-evapotranspiración se ha definido por el índice de humedad de Thornthwaite, el cual se calcula a partir de los balances hídricos establecidos para diferentes estaciones climatológicas (Villota, 1980; Jaramillo, 1987).

2.2.1.2 El paisaje fisiográfico.

Este elemento es definido como una unidad que presenta el mismo clima, relieve, material parental y edad (Elbersen y colaboradores, 1974); su delimitación agrupa áreas con una alta homogeneidad física y con unas condiciones de productividad similares puesto que define áreas en las cuales los factores de formación del suelo han actuado en forma e intensidad similares.

2.2.1.3 Otros factores.

Además de los anteriores, hay otros factores que pueden afectar la productividad y el manejo de la tierra, que deben ser tenidos en cuenta para definir el área homogénea como pendiente, pedregosidad, rocosidad, condición de crenaje y erosión.

Todos los factores pueden ser estudiados con diferentes niveles de detalle y este nivel determina lo general o específica que sea un área homogénea, es decir, determina lo que se llamó "orden de las áreas homogéneas" por Forero y colaboradores (1981).

2.2.2 Aplicación de la fotointerpretación.

Como se mencionó anteriormente, la identificación de los factores

(1950), quien, como resultado de sus investigaciones propuso la división del país por pisos térmicos, criterio que aún en la actualidad tiene validez y se ha extendido a otros países como lo demuestran los trabajos de Villota (1984), Jaimes y Elizalde (1987), Elizalde y Jaimes (1987), Aguilar y Ortiz (1987), Mejía (1987), entre otros; la relación precipitación-evapotranspiración se ha definido por el índice de humedad de Thornthwaite, el cual se calcula a partir de los balances hídricos establecidos para diferentes estaciones climatológicas (Villota, 1980; Jaramillo, 1987).

2.2.1.2 El paisaje fisiográfico.

Este elemento es definido como una unidad que presenta el mismo clima, relieve, material parental y edad (Elbersen y colaboradores, 1974); su delimitación agrupa áreas con una alta homogeneidad física y con unas condiciones de productividad similares puesto que define áreas en las cuales los factores de formación del suelo han actuado en forma e intensidad similares.

2.2.1.3 Otros factores.

Además de los anteriores, hay otros factores que pueden afectar la productividad y el manejo de la tierra, que deben ser tenidos en cuenta para definir el área homogénea como pendiente, pedregosidad, rocosidad, condición de drenaje y erosión.

Todos los factores pueden ser estudiados con diferentes niveles de detalle y este nivel determina lo general o específica que sea un área homogénea, es decir, determina lo que se llamó "orden de las áreas homogéneas" por Forero y colaboradores (1981).

2.2.2 Aplicación de la fotointerpretación.

Como se mencionó anteriormente, la identificación de los factores

físicos que definen el área homogénea se hace en forma rápida, eficiente y económica utilizando técnicas de fotointerpretación; a continuación se describe la forma de emplear estas técnicas, para los diferentes factores a analizar:

2.2.2.1 Clima.

Para delimitar las diferentes condiciones climáticas se sigue la metodología propuesta por Villota (1980) y Jaramillo (1987), para definir los pisos térmicos; consiste ésta en pasar a las imágenes de sensores remotos, a partir de planchas topográficas, las diferentes curvas de nivel que limitan los pisos térmicos, cuales son la de 1000, 2000, 3000 y 3500 m para los pisos cálido, medio, frío, subpáramo y páramo, respectivamente; este traslado de cotas puede hacerse con ayuda de instrumentos de restitución aproximados (sketchmaster, pantógrafo óptico, etc.), en el caso de usar fotografías aéreas o sin instrumentos si se usan imágenes de satélite.

Con respecto a la humedad, observando en la fotografía aérea el uso de la tierra, la densidad y tipo de cobertura vegetal, la erosión y la condición de drenaje, pueden establecerse y mapearse cambios en el índice de humedad; estos cambios en la imagen de satélite se establecen analizando los cambios de color y de tono que se presentan en ella (Jaramillo, 1987).

2.2.2.2 Paisajes fisiográficos.

Para definir los paisajes fisiográficos se siguen las normas establecidas para mapear suelos (Elbersen y colaboradores, 1974; Botero, 1977, 1978). El análisis fisiográfico, en su parte cartográfica, trata, básicamente, de separar unidades geomorfológicas, es decir, unidades de la superficie del terreno que presentan diferentes formas y originadas por diferentes procesos; este tipo de análisis, de todas formas, no es extraño

a ningún edafólogo fotointérprete ya que es la base para la cartografía de suelos.

2.2.2.3 Pendientes.

Esta propiedad del terreno es directamente visible en la fotografía aérea, cuando se observa estereoscópicamente; se establecen rangos de pendiente, de mayor o menor amplitud, de acuerdo con el detalle que se quiera dar a las áreas homogéneas.

2.2.2.4 Erosión.

Este factor se analiza desde dos puntos de vista: la erosión como remoción en masa y la erosión hídrica, ya que estos dos tipos son los más comunes en el país; si en alguna zona específica otros tipos de erosión son importantes, deben tenerse en cuenta y ser evaluados.

Los fenómenos de remoción en masa se expresan bien en fotografías aéreas de escala grande; en fotografías de escala pequeña pueden detectarse algunos analizando cambios de tonos de gris, de pendiente y de cobertura superficial.

La erosión hídrica presenta dificultades similares para su evaluación que los movimientos en masa, aunque puede establecerse, analizando tonos de gris, vegetación, patrones de drenaje, uso de la tierra y posición en el paisaje de las unidades (Jaramillo, 1985b).

En cualesquiera de los dos tipos de erosión mencionados es necesario, hasta donde lo permita la escala de la imagen, identificar el tipo específico de erosión que está actuando y la intensidad con que lo está haciendo.

2.2.2.5 Condición de drenaje.

Este elemento es relativamente fácil de deducir en la fotografía aérea analizando los tonos de gris, la posición en el paisaje, la vegetación y el uso de la tierra.

2.2.2.6 Rocosidad y pedregosidad superficial.

Estos dos factores pueden establecerse en fotografías aéreas analizando los tonos de gris, pendiente, cobertura vegetal y uso de la tierra; en fotografías aéreas de escala grande los afloramientos rocosos y la pedregosidad importantes pueden ser observados directamente en la imagen.

De la información presentada en los apartes anteriores se pone de manifiesto algo que ya se ha mencionado y es el hecho de que pueden establecerse áreas homogéneas con diferente detalle en su caracterización, dependiendo, entre otros factores, del tipo de imagen a utilizar; es claro, por ejemplo, que si se utiliza una imagen de satélite no se podrá interpretar en ella la pedregosidad superficial ni se podrán separar unidades por pendientes simples, etc., pues el detalle que suministra esta imagen, debido a su pequeña escala, no lo permite.

2.2.3 Detalle y especificaciones de las áreas homogéneas.

Teniendo en cuenta que no todas las zonas tienen las mismas necesidades, posibilidades de explotación agropecuaria e información básica, es conveniente establecer varios niveles de detalle para estudiar las áreas homogéneas de cada región; esta jerarquización optimizará la utilización de recursos y producirá resultados acordes con el grado de desarrollo y expectativas de la zona a trabajar.

Se han propuesto tres niveles de detalle u órdenes (Forero y colaboradores, 1981), cuyas principales características se analizan a continuación, de las menos a las más detalladas:

2.2.3.1 Áreas homogéneas de tercer orden.

Definen unidades de tierra preliminares en las cuales el uso es similar; el análisis, a este nivel, identifica el área homogénea por su clima (piso altitudinal e índice de humedad), paisaje fisiográfico y suelos asociados, lo cual permite seleccionar aquellas áreas que merecen mayor atención para su planeación agropecuaria y aquellas que deben ser usadas en otro tipo de explotaciones no agropecuarias.

Debido a que la información necesaria en este orden de área es muy general, la delimitación puede hacerse utilizando ampliaciones de imágenes de satélite (escala 1:250.000); por la misma razón, el trabajo de campo es bastante reducido, siendo suficiente recorrer un 10% del área trabajada.

2.2.3.2 Áreas homogéneas de segundo orden.

Definen unidades de tierra a nivel general, teniendo en cuenta para su delimitación el clima (piso altitudinal e índice de humedad), el paisaje fisiográfico, suelos asociados y los limitantes de uso pendiente, presencia de erosión severa y condición de drenaje impedido a muy pobre.

Aunque la información de estas áreas no es todavía muy específica, se requieren para su trabajo fotografías aéreas a escala menor de 1:50.000; el trabajo de reconocimiento de campo necesario es del 20% del área trabajada.

2.2.3.3 Areas homogéneas de primer orden.

Son las mas detalladas y por tanto las que mas información suministran; es recomendable su uso en zonas reconocidas por su alto potencial agropecuario.

Para definir las se tienen en cuenta los parámetros indicados en las de segundo orden, pero calificando mas detalladamente los limitantes de uso establecidos para ellas y adicionando, además, pedregosidad, rocosidad o cualesquiera otros que sean importantes en la zona.

Para delimitarlas se usan fotografías aéreas de escalas promedios 1:50.000 y el trabajo de reconocimiento de campo debe ampliarse al 30% del área estudiada.

2.2.4 Procedimientos.

Para la definición completa de áreas homogéneas, a cualquier nivel, pueden seguirse los siguientes lineamientos de trabajo:

2.2.4.1 Revisión bibliográfica.

Se debe consultar el mayor número posible de estudios básicos que posee la región a trabajar, ésto es, climatología, geología, geomorfología, suelos, hidrología, vegetación, uso de la tierra, características socioeconómicas, etc.; ésto permite tener una idea de los recursos de la zona, de su importancia y posibilidades de desarrollo y ayuda a establecer, en forma preliminar, los posibles limitantes de uso de la tierra mas importantes que pueden encontrarse; también este análisis ayuda al investigador a formarse una idea mental de la región que trabajará, lo cual facilitará y mejorará su trabajo de fotointerpretación.

2.2.4.2 Preparación de imágenes.

Hacer una revisión y evaluación de las imágenes que se van a utilizar en el trabajo; tener en cuenta que las imágenes disponibles cubran toda la zona de estudio, que presenten buena calidad (alto contraste, bajo porcentaje de nubes y sombras, etc.) y que sean lo mas recientes posible.

La calidad de la imagen es fundamental sobre todo en áreas homogéneas de tercer orden, en las cuales se utilizan imágenes de satélite (Jaramillo, 1987).

Revisado y seleccionado el material anterior, se procede a su preparación para la fotointerpretación, delimitando las áreas útiles en el caso de utilizar fotografías aéreas; parte de esta preparación comprende la delimitación de la zona a estudiar y la ubicación e identificación de los rasgos culturales y topográficos que sean reconocibles en ella (carreteras, poblaciones, ríos, quebradas, etc.), así como el traslado de las cotas que definen los pisos térmicos.

2.2.4.3 Fotointerpretación preliminar.

El material seleccionado y preparado como se indicó en el numeral anterior, se somete al respectivo análisis para establecer las delimitaciones posibles, en las imágenes, de los factores físicos descritos anteriormente, siguiendo para ello los parámetros dados en el numeral 2.2.2 de este capítulo.

Paralelamente a este trabajo se va haciendo el análisis de los registros climáticos existentes, con el fin de realizar los balances hídricos de las estaciones que lo permitan y calcular luego el índice de humedad que va a caracterizar una determinada condición climática; el índice mencionado se calcula mediante

la siguiente relación, establecida por Thornthwaite y reportada por Villota (1980):

$$I_m = \frac{(100 \times \text{Exceso de agua}) - (60 \times \text{déficit de agua})}{\text{EVTP promedio anual}}$$

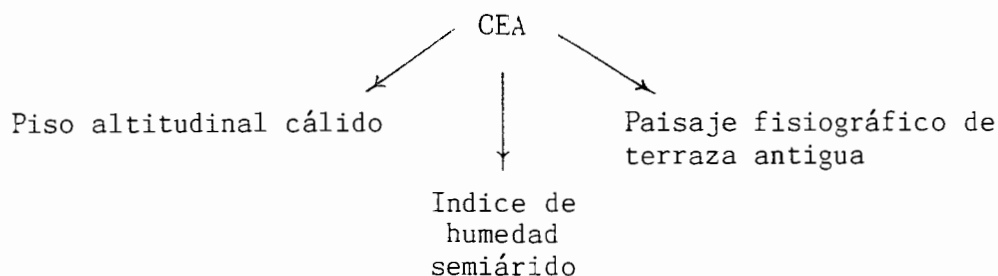
donde:

I_m = índice de humedad

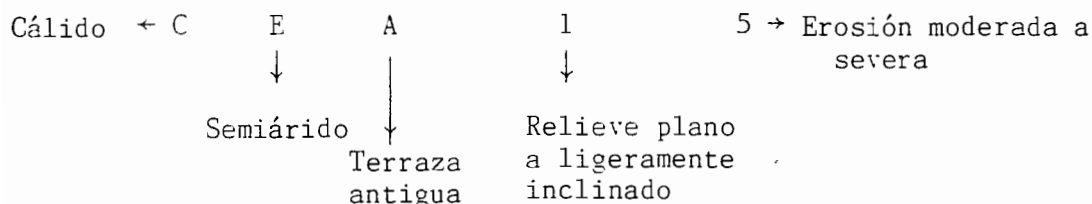
EVTP = Evapotranspiración potencial

Para esta etapa del trabajo se debe elaborar una leyenda preliminar para las áreas homogéneas, la cual va a depender del orden de aquellas; en esta leyenda se definen los factores que se van a tener en cuenta para establecer las áreas homogéneas, el detalle con que se van a definir estos factores y el símbolo con el cual se van a identificar. A manera de ejemplo y sin que se implique que es la única forma de hacerlo, se dan a continuación algunos símbolos utilizados para identificar áreas homogéneas por Forero y colaboradores (1981):

- Para áreas homogéneas de tercer orden:



- Para áreas homogéneas de segundo orden: (CEA 15)



- Para áreas homogéneas de primer orden: (CEA b 1₂ 4)

Cálido + C	E	A	b	1 ₂	4
	↓	↓	↓	↓	↓
	Semiárido	Terraza antigua	Pendiente del 3-12%	Erosión laminar moderada	Pedregosidad superficial

Los símbolos mostrados presentan las siguientes características:

- 1- El símbolo que identifica un área homogénea está compuesto por la sumatoria de los símbolos que identifican los factores físicos individuales que la definen.
- 2- Algunos símbolos se conservan en todas las áreas homogéneas, sin importar su orden, ya que son factores tan importantes que hay que tenerlos en cuenta a todos los niveles.
- 3- Los elementos de los símbolos está colocados siguiendo un orden determinado que obedece a la jerarquización de los factores físicos analizados, de acuerdo con su importancia en el uso de la tierra, en la región.

2.2.4.4 Reconocimiento de campo.

Después de realizada la fotointerpretación preliminar, se hace necesario llevar a cabo una comprobación de ella en un área representativa de la zona bajo estudio, cuyo tamaño debe representar, por lo menos, los porcentajes establecidos anteriormente en las especificaciones.

Con este trabajo de campo se corrigen límites e información de áreas homogéneas y se establecen las relaciones imagen-área homogénea, necesarias para extrapolar información a la zona que se trabajará, con mayor énfasis, por fotointerpretación;

así mismo, las observaciones realizadas en el campo sirven para caracterizar los principales suelos presentes en las diferentes áreas homogéneas y para hacer los ajustes necesarios a la leyenda preliminar establecida en la etapa anterior; como consecuencia de estas labores, al terminar el trabajo de campo quedan definidas las áreas homogéneas y la leyenda definitivas.

Otra labor importante que se lleva a cabo en esta etapa es la de observar los parámetros socio-económicos que caracterizan la zona, lo cual permitirá, en la parte interpretativa del estudio, hacer recomendaciones acordes con la situación real del medio.

2.2.4.5 Interpretación del estudio.

La delimitación de áreas homogéneas tiene por objeto fundamental el servir de base para establecer planes de desarrollo regionales; debido a ésto, el solo inventario físico de recursos no es suficiente, sino que hay que establecer posibilidades de uso y mejoramiento y recomendaciones de manejo para las diferentes áreas homogéneas establecidas.

Para lograr este objetivo, se debe evaluar la aptitud de la tierra o capacidad de uso en cada área homogénea; el sistema a utilizar para tal propósito depende de la información que exija su aplicación, de las posibilidades o alternativas de uso que ofrezca y de su funcionalidad en la zona de trabajo.

2.2.4.6 Compilación de informes.

Toda la información obtenida hasta aquí debe recopilarse y presentarse en un informe y unos mapas. El informe debe ser tan descriptivo como sea posible y hacer énfasis en la parte interpretativa, la cual es el núcleo del trabajo y prácticamente lo que se va a utilizar en futuros trabajos, a nivel de planeación.

Los mapas deben presentarse a una escala adecuada al detalle de las áreas homogéneas; las escalas mas apropiadas, encontradas en el trabajo de Forero y colaboradores (1981), fueron:

- Areas homogéneas de primer orden: 1:50.000
- Areas homogéneas de segundo orden: 1:100.000
- Areas homogéneas de tercer orden: 1:250.000

Hay que tener en cuenta que, en ciertas regiones, estas escalas óptimas no pueden cumplirse porque no se encuentran planchas topográficas a dichas escalas, lo cual es indispensable para poder elaborar los mapas base; en estos casos habrá que recurrir al material cartográfico disponible.

También en esta parte del trabajo es de suma importancia presentar en los mapas una leyenda lo mas completa posible, clara y organizada, de modo que se convierta casi en un resumen del trabajo; muchas veces, ésto es lo único que se consulta de los informes de evaluación de recursos naturales (Jaramillo, 1985a).

3. AREAS HOMOGENEAS DE TERCER ORDEN EN EL PISO CALIDO DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA

En la cuenca del Río Bogotá, Forero y colaboradores (1981), realizaron un trabajo práctico de aplicación de la metodología expuesta en el capítulo anterior; para ilustrar esta teoría, a continuación se presentan los aspectos concernientes a la delimitación de áreas homogéneas de tercer orden, en la parte baja de dicha cuenca.

3.1 CARACTERISTICAS DE LA ZONA.

3.1.1 Localización y extensión.

La cuenca del Río Bogotá está ubicada en el Departamento de Cundinamarca, Colombia, orientada en sentido NE-SO, entre los 4° 15' y 5° 30' de latitud Norte y los 73° 30' y 75° 00' de longitud Oeste; tiene una extensión aproximada de 585.000 has (ver figura 1).

El piso cálido comprende los municipios de Girardot, Ricaurte, Tocaima, Viotá, Apulo, Anapoima y parte de Agua de Dios, El Colegio y La Mesa y representa aproximadamente el 18% del área total de la cuenca del Río Bogotá (103.000 has).

3.1.2 Clima.

Esta parte de la cuenca del Río Bogotá, ubicada en el piso térmico cálido (altitud menor de 1.000 m.s.n.m.), presenta bajas

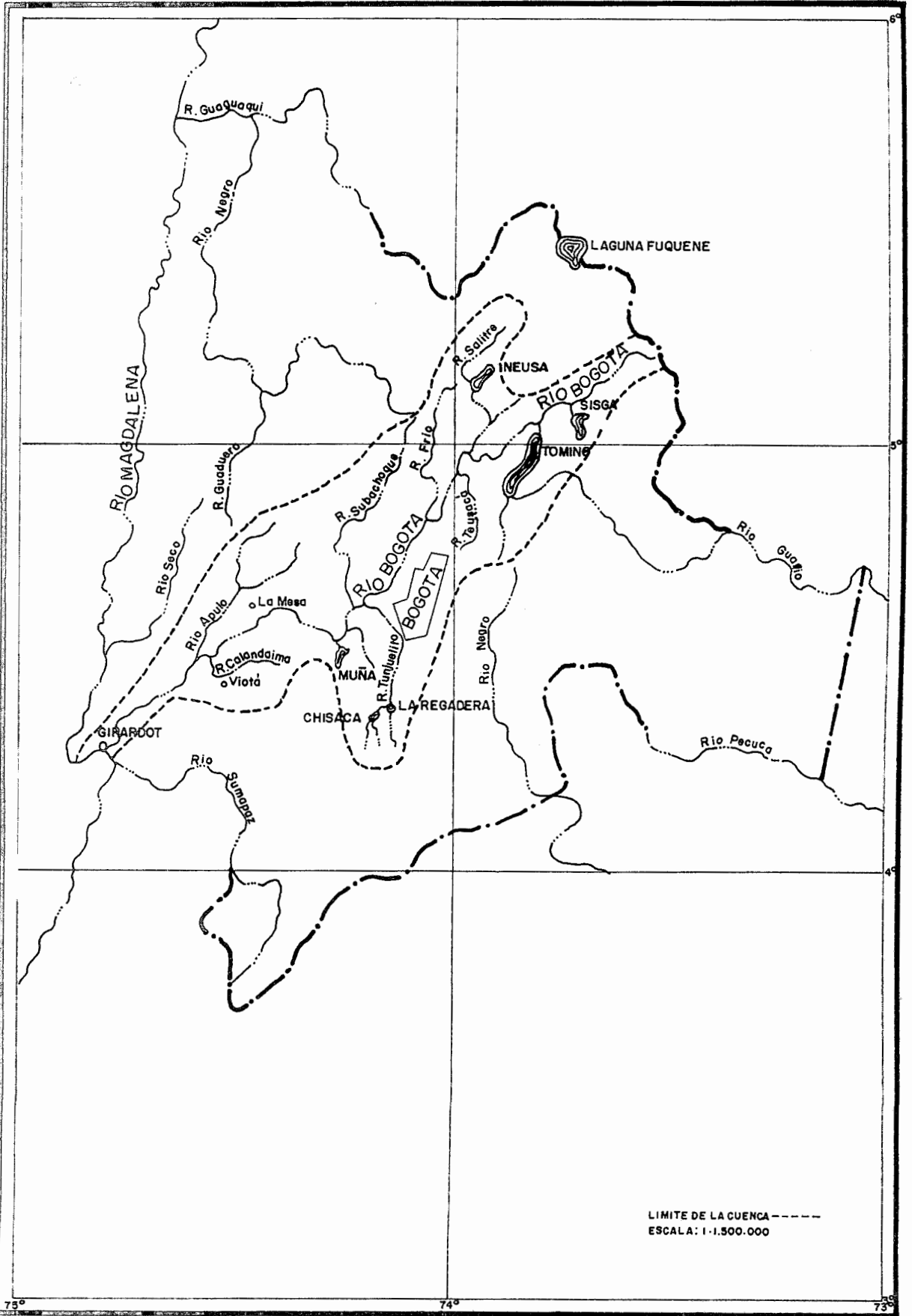


Figura 1. Ubicación de la Cuenca del Rio Bogotá en el Departamento de Cundinamarca.

precipitaciones (menores de 1.000 mm/año) y temperaturas promedias anuales mayores de 28°C; su evapotranspiración es mayor que la precipitación la mayor parte del año, por lo cual hay déficit de agua para las plantas por largos períodos de tiempo y procesos importantes de erosión; según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, pertenece al bosque seco tropical (bs-T).

3.1.3 Vegetación y uso de la tierra.

Los bosques naturales de esta parte de la cuenca han desaparecido casi totalmente, dando paso a la agricultura y a la ganadería.

Desde el punto de vista agrícola se tienen cultivos de algodón, maíz, yuca, sorgo, caña panelera, plátano, maracuyá, piña, cítricos, mango y papaya.

La explotación pecuaria principal de la zona es la ganadería, con razas como Cebú, Pardo Suizo y Criollo; estas ganaderías son sostenidas con pastos india (Panicum maximum), pará (Brachiaria mutica), yaraguá (Hyparrhenia rufa) y elefante (Pennisetum purpureum); también son importantes las explotaciones avícolas y en menor grado las porcícolas.

3.1.4 Geología.

En esta parte de la cuenca aparecen varios materiales litológicos, de diferentes edades (desde cretáceos hasta cuaternarios), los cuales se describen someramente a continuación, en orden cronológico, de los mas antiguos a los mas recientes:

3.1.4.1 Formación Villeta.

Formación sedimentaria del cretáceo inferior, formada, en esta zona, principalmente por lutitas que frecuentemente presentan

Intercalaciones calcáreas y de yeso; ha desarrollado relieves colinados de pendientes moderadas a fuertes.

3.1.4.2 Formación Guadalupe.

Formación sedimentaria del cretáceo superior que enmarca casi toda la cuenca del Río Bogotá; está compuesta principalmente de areniscas cuarcíticas de grano medio y fino; esta formación exhibe las pendientes mas fuertes encontradas en la zona.

3.1.4.3 Formación La Cira.

Formación sedimentaria del terciario medio constituida por arcillas abigarradas con intercalaciones de conglomeraos y areniscas rojas; presenta relieves bajos colinados y erosión fuerte.

3.1.4.4 Formación Honda.

Formación sedimentaria del terciario superior formada por areniscas arcósicas, conglomerados y capas de arcilla; forma relieves colinados altos de pendientes fuertes.

3.1.4.5 Depósitos cuaternarios.

Estos depósitos de materiales no consolidados se presentan en varias geoformas:

- Piedemontes amplios de materiales finos intercalados con capas de gravilla y con relieves ligeramente inclinados a casi planos.
- Terrazas extensas del Río Bogotá y otros afluentes, de composición muy variada y con relieves planos a ligeramente inclinados.

- Valles estrechos de fondo plano con rellenos finos en los alrededores de Girardot y con rellenos mas gruesos (arenas y limos) en los alrededores de Agua de Dios.
- Llanuras aluviales con alta sedimentación principalmente de materiales medios (arenas y limos).

3.1.5 Hidrografía.

En esta parte de la cuenca son pocos los recursos hídricos existentes, presentándose, aparte del Río Bogotá, como cursos de agua importante, los ríos Apulo, Calandaima, Lindo y las quebradas Palmera, Negra, Colorada y El Salitre, principalmente.

3.1.6 Suelos.

Hacia Girardot y Tocaima se encuentran suelos moderadamente alcalinos a neutros, con alta saturación de bases y de calcio, moderada a baja saturación con potasio, bajo contenido de fósforo y de carbono orgánico, superficiales a moderadamente profundos, predominan las texturas arcillosas y franco arcillosas y en las áreas colinadas prácticamente han desaparecido los suelos por erosión.

Hacia las partes mas húmedas de este piso climático, se presentan suelos de neutros a fuertemente ácidos, con saturación de bases y de calcio de moderada a alta, baja saturación de potasio, bajo contenido de fósforo y bajo a medio contenido de carbono, profundos a moderadamente profundos, pesados, y con una erosión laminar intensa, además de presentar también fenómenos de remoción en masa.

3.1.7 Aspectos socioeconómicos.

En la zona de estudio, la población es netamente urbana y se

presenta una densidad de población baja y una emigración importante hacia Bogotá, ya que hay una concentración importante de la tierra (latifundio), predominando la forma de tenencia de "propiedad privada".

3.2 DELIMITACION DE AREAS HOMOGENEAS DE TERCER ORDEN.

La metodología seguida para delimitar estas áreas homogéneas fue la siguiente:

3.2.1 Preparación de la imagen.

Se utilizó la imagen de satélite ERTS E-2716-14184, de 1977, a escala 1:250.000, en falso color con la siguiente composición:

Banda 4 - amarillo

Banda 5 - rojo

Banda 7 - azul

Con la ayuda de una plancha topográfica, a igual escala que la imagen, se delimitó la cuenca y se transfirió la cota de los 1.000 m para delimitar la cuenca baja, aprovechando los detalles topográficos que proporciona la imagen, gracias a la impresión de relieve que ella produce; a la zona comprendida entre la cota de los 1.000 m y al Río Magdalena se le colocó la letra C, para identificar el piso térmico cálido (ver figura 2).

3.2.2 Fotointerpretación preliminar.

Definido el piso térmico cálido, se procede a analizar los colores y cambios de tonos para establecer las diferentes condiciones de humedad en él, presentándose dos condiciones de humedad diferentes, (ver figura 3), definidas así:



FIGURA 2. Ubicación del piso cálido de la cuenca del Río Bogotá en la imagen de satélite.

- Subhúmeda, la cual presenta colores rojo pálido a amarillento y se identifica con la letra S.
- Semiárida, la cual presenta colores amarillento parduzcos y mas claros, debidos a la escasa vegetación y procesos erosivos intensos; cuando la erosión es muy severa, los colores varían hasta pardo verdoso; se identifica esta condición de humedad con la letra E.

Establecidas las subdivisiones del piso cálido por condición de humedad se procedió a ubicar las estaciones climatológicas presentes en ellas, para corroborar dicha condición; como se indicó en el capítulo anterior, los registros climatológicos existentes son analizados y con ellos se elabora el balance hídrico respectivo, para definir, posteriormente, el índice

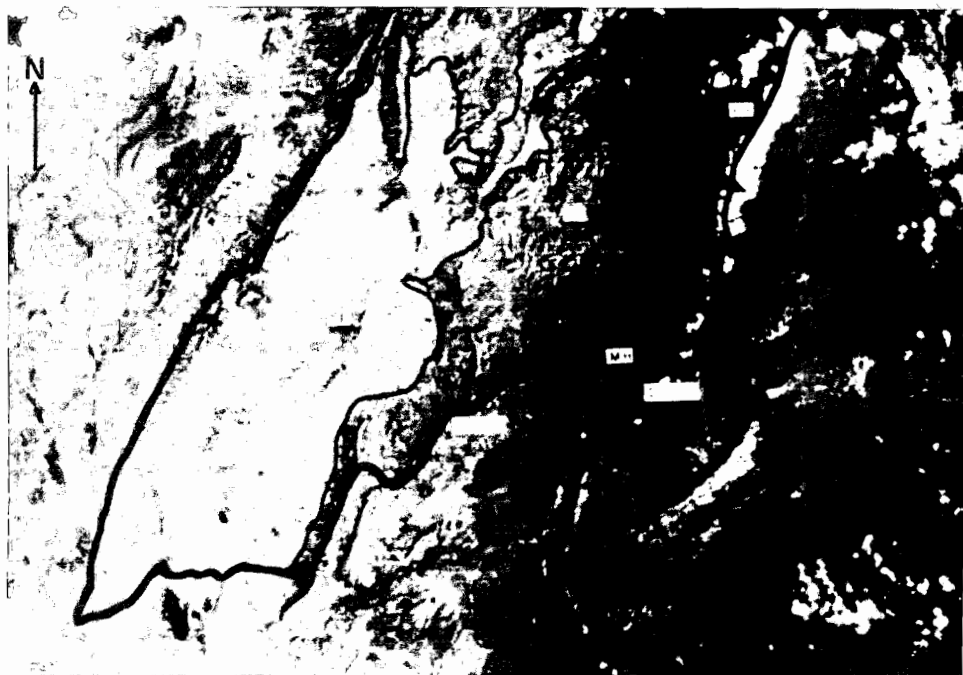


FIGURA 3. Zonas climáticas del piso cálido de la cuenca del Río Bogotá en la imagen de satélite.

de humedad (I_m) correspondiente; para la calificación del índice de humedad se definieron los siguientes rangos:

Índice de humedad	Condición de humedad	Símbolo
Menor de - 40	Muy árido	D
- 40 a - 20	Arido	A
- 20 a - 5	Semiárido	E
- 5 a 5	Subhúmedo seco	Y
5 a 20	Subhúmedo	S
20 a 100	Húmedo	H
Mayor de 100	Muy húmedo	U

Cabe aclarar que para la definición anterior se tuvieron en cuenta características de campo como erosión, vegetación natural (tipo y densidad), uso de la tierra, prácticas de manejo como riegos o drenajes y suelos.

En la zona semiárida se ubicaron dos estaciones climatológicas: Aeropuerto Santiago Vilá, a 286 m.s.n.m. y con un $Im = -17.48$ y la estación Las Mercedes, a 810 m.s.n.m. y con un $Im = -12.86$; los balances hídricos correspondientes a estas dos estaciones se encuentran representados en las figuras 4a y 4b, respectivamente.

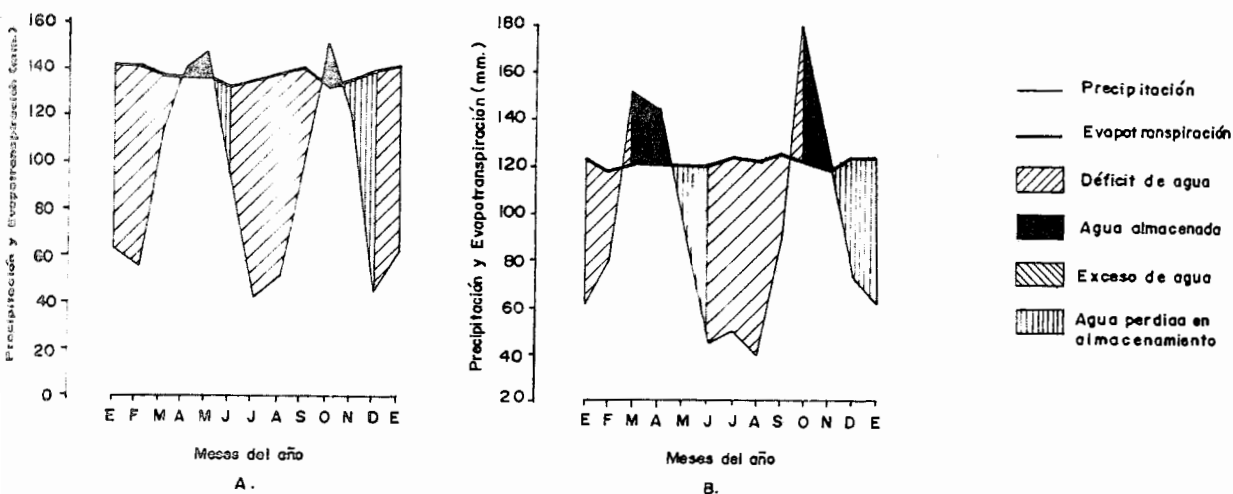


FIGURA 4. Balances hídricos de dos estaciones de la zona climática cálida semiárida.

En la zona subhúmeda no se encontraron estaciones climatológicas por lo cual su definición se basó en la observación de las imágenes y de los cambios en cobertura vegetal, uso de la tierra y suelos en el campo, con respecto a la zona semiárida.

Posteriormente, en las zonas climáticas definidas, se procede a realizar las subdivisiones correspondientes a los diferentes paisajes fisiográficos, es decir, definir los diferentes materiales parentales de los suelos; para estas delimitaciones se tuvo como apoyo el material cartográfico geológico disponible y fue de gran ayuda el conocimiento que se tenía de la zona de trabajo; en la cuenca baja se definieron los siguientes paisajes:

Paisaje	Símbolo
Colinas y montañas de areniscas	G
Colinas y montañas de lutitas	V
Colinas y montañas de arcillolitas y/o areniscas	H
Llanuras aluviales	L
Terrazas aluviales antiguas	A

Con la información obtenida hasta este punto, se definió la leyenda preliminar para las áreas homogéneas de tercer orden, como sigue:

Zona climática		Paisaje	Símbolo
Piso altitudinal	Condición de humedad		
Cálido	Subhúmedo	Llanuras aluviales	CSL
		Colinas y montañas de areniscas	CSG
		Colinas y montañas de lutitas	CSV
		Colinas y montañas de arcillolitas y/o areniscas	CSH
	Semiárido	Colinas y montañas de areniscas	CEG
		Colinas y montañas de lutitas	CEV
		Colinas y montañas de arcillolitas y/o areniscas	CEH
		Terrazas aluviales antiguas	CEA

La interpretación de las áreas homogéneas de tercer orden, en

la imagen de satélite utilizada, puede verse en la figura 5.



FIGURA 5. Areas homogéneas de tercer orden en la imagen de satélite.

3.2.3 Reconocimiento de campo.

Al nivel de detalle con el cual se delimitan las áreas homogéneas de tercer orden, la leyenda preliminar no sufre cambios sustanciales y la corrección de límites en el campo es mínima; lo más importante de esta etapa del trabajo es la caracterización de los suelos, la cobertura y el uso de la tierra que posee cada área homogénea delimitada, de modo que se tenga la información adecuada para describirla.

A pesar de lo anotado anteriormente, en el campo se precisaron los contenidos de algunas áreas homogéneas separadas, que por limitaciones de escala, no fue posible delimitar en la imagen; por ejemplo, las unidades definidas como montañas y colinas

de una determinada litología, incluyen también los depósitos de ladera originados de aquellas; así mismo, terrazas y abanicos recientes quedaron incluidos en la unidad definida como colinas y montañas de arcillolitas y/o areniscas por la similitud que presentaban con éstas en sus suelos y en sus posibilidades de uso; por ésto, la leyenda definitiva de áreas homogéneas de tercer orden quedó como se muestra a continuación:

Zona climática		Paisaje	Símbolo	Contenido pedológico dominante
Piso térmico	Condición de humedad			
Cálido	Subhúmedo	Montañas y colinas de areniscas cuarcíticas	CSG	Ustorthent
		Montañas, colinas y coluvios de lutitas	CSV	Ustropept Dystropept Ustorthent
		Llanuras de inundación y valles erosionales planos	CSL	Ustropept
	Semiárido	Montañas, colinas y coluvios de areniscas cuarcíticas	CEG	Ustropept Calciustoll Ustorthent
		Montañas y colinas de lutitas	CEV	Ustropept
		Colinas de arcillolitas y/o areniscas y terrazas y abanicos recientes	CEH	Ustropept Calciustoll Ustipsamment
		Terrazas antiguas	CEA	Ustropept Ustorthent Paleustalf

Para caracterizar los suelos se hicieron observaciones y descripciones de perfiles siguiendo las normas que para el efecto establece la FAO (1974) y para su clasificación se utilizó el Soil Taxonomy (USDA, 1975), hasta el nivel de gran grupo.

En la imagen utilizada se definen las áreas que se van a tener

como áreas piloto y para ellas se consiguen fotografías aéreas adecuadas, se hacen transectos representativos y se va consignando la información obtenida acerca de los suelos, la cobertura vegetal, el uso de la tierra y cualquier otro rasgo importante y se hace luego la extrapolación de esta información de las áreas piloto, al resto de la zona.

3.2.4 Interpretación del estudio.

Para llevar a cabo esta etapa se tuvo en cuenta el sistema de evaluación de tierras para fines específicos, propuesto por Beek y Bennema (1972) y Beek (1978). Este sistema se desarrolla según el esquema simplificado que se muestra en la figura 6.

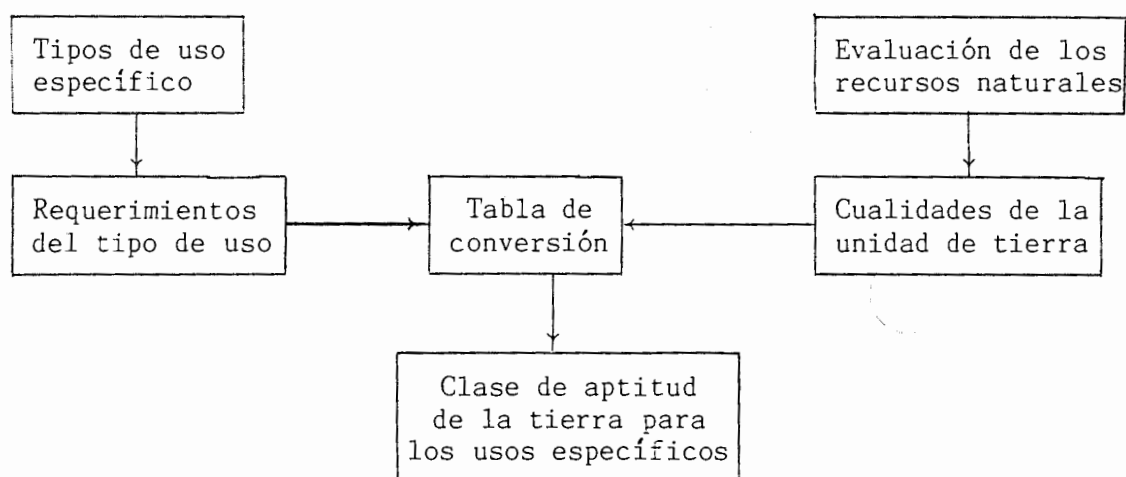


FIGURA 6. Esquema simplificado de la evaluación de tierras para usos específicos, sin mejoramientos.

El esquema anterior muestra el proceso de evaluación de la unidad de tierra (área homogénea) en su estado natural y sin hacerle ninguna mejora; para establecer aptitudes de uso después de mejorar la unidad se requieren estudios de áreas homogéneas más detallados.

como áreas piloto y para ellas se consiguen fotografías aéreas adecuadas, se hacen transectos representativos y se va consignando la información obtenida acerca de los suelos, la cobertura vegetal, el uso de la tierra y cualquier otro rasgo importante y se hace luego la extrapolación de esta información de las áreas piloto, al resto de la zona.

3.2.4 Interpretación del estudio.

Para llevar a cabo esta etapa se tuvo en cuenta el sistema de evaluación de tierras para fines específicos, propuesto por Beek y Bennema (1972) y Beek (1978). Este sistema se desarrolla según el esquema simplificado que se muestra en la figura 6.

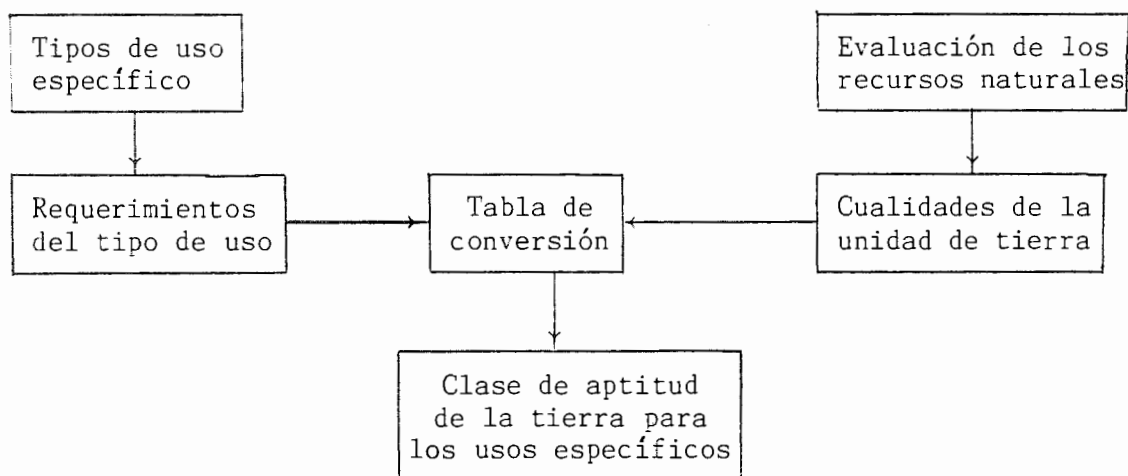


FIGURA 6. Esquema simplificado de la evaluación de tierras para usos específicos, sin mejoramientos.

El esquema anterior muestra el proceso de evaluación de la unidad de tierra (área homogénea) en su estado natural y sin hacerle ninguna mejora; para establecer aptitudes de uso después de mejorar la unidad se requieren estudios de áreas homogéneas mas detallados.

Los tipos de uso específico se definen por zona climática y para la cuenca baja fueron:

- Cálido subhúmedo: maracuyá, plátano, piña, maíz, caña panelera, cítricos, mango, pasto de pradera (pará, puntero) y pasto de corte (elefante).
- Semiárido: sorgo, algodón, maíz, pastos de pradera (guinea, puntero, brachiaria) y pastos de corte (elefante y sorgo forrajero).

Para el área de estudio, después de analizar la información obtenida en el proceso de delimitación de las áreas homogéneas, de definir los tipos de uso mas importantes y de conocer sus requerimientos. se establecen las cualidades de la tierra que mas afectan su productividad y manejo y que, para la cuenca baja fueron: disponibilidad de nutrientes, agua y oxígeno en el suelo; resistencia a la erosión y posibilidad de usar implementos agrícolas. A continuación se califica cada cualidad relevante de la tierra:

3.2.4.1 Disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Los factores que intervienen en el comportamiento de esta cualidad y los rangos establecidos para calificarlos se muestran en el cuadro 1.

3.2.4.2 Disponibilidad de agua en el suelo.

Se refiere esta cualidad tanto al agua suministrada por la precipitación como por riego artificial. La calificación correspondiente a su disponibilidad se dá en el cuadro 2.

CUADRO 1. Calificación de la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Grado de calidad	%C	CCC meq/100gr	ST%	P ₂ O ₅ kg/Ha	Salinidad C.E.mmhos/cm	pH	SK%	SCa%	SMg%
Alto 1	> 4.0	> 30	> 60	> 185	0 - 2	6.5-7.5	> 5	> 40	> 20
Medio 2	2.5-4.0	20-30	30-60	> 185	2 - 4	5.5-6.5 7.5-8.0	3-5	20-40	10-20
Bajo 3	1.5-2.5	10-20	10-30	90-185	4 - 8	4.5-5.5 8.0-8.5	1-3	10-20	5-10
Muy bajo 4	1.0-1.5	5-10	5-10	45- 90	8 - 16	< 4.5 > 8.5	0.5-1	5-10	1- 5
Extremamente bajo 5	0 -1	0- 5	0- 5	0- 45	> 16		0 -0.5	0- 5	0- 1

CUADRO 2. Calificación de la disponibilidad de agua en el suelo.

Grado	Descripción
Alto 1	Agua disponible para obtener dos cosechas al año (Déficit < 2 meses/año).
Medio 2	Agua disponible para obtener una cosecha al año (Déficit entre 2 - 6 meses/año).
Bajo 3	Escasés de agua hasta para una cosecha al año. El riego es poco efectivo. (Déficit > 6 meses/año).

3.2.4.3 Disponibilidad de oxígeno en el suelo.

Debido a la relación existente entre aireación y drenaje natural, esta cualidad se califica con base en las clases de drenaje natural, como se muestra en el cuadro 3.

CUADRO 3. Calificación de la disponibilidad de oxígeno en el suelo.

Grado	Descripción
Alto 1	Bien y moderadamente bien drenado.
Medio 2	Imperfectamente drenado.
Bajo 3	Pobrementemente drenado.
Muy bajo 4	Muy pobrementemente drenado (pantano).

3.2.4.4 Resistencia a la erosión.

Se definió esta cualidad analizando las propiedades del suelo que caracterizan su erodabilidad (textura, estructura, capas impermeables, etc.), las condiciones de manejo de las explotaciones agropecuarias y la cobertura vegetal, en relación con la pendiente del terreno; en el cuadro 4 se describe la calificación tenida en cuenta para esta cualidad.

CUADRO 4. Calificación de la resistencia a la erosión.

Grado	Descripción
Alto 1	Pendiente < 3% en suelos no o muy poco susceptibles a la erosión.
Medio 2	Pendiente < 12% en suelos moderadamente susceptibles a la erosión.
Bajo 3	Pendiente del 12 al 25% en suelos susceptibles a la erosión.
Muy bajo 4	Pendiente > 25% en suelos susceptibles a la erosión.

Para establecer la susceptibilidad del suelo a la erosión pueden utilizarse los parámetros establecidos por la Federación de Cafeteros de Colombia, definidos en el sistema IUM de clasificación de tierras (Gómez y Suárez, 1981), entre otras alternativas.

3.2.4.5 Posibilidad de usar implementos agrícolas.

Los factores que intervienen en esta cualidad y su clasificación, aparecen en el cuadro 5.

CUADRO 5. Calificación de la posibilidad de usar implementos agrícolas.

Grado	Descripción				
	Pendiente %		Rocosisdad Superficial Pedregosidad	Drenaje del Terreno	Textura (0-25 cms)
	Tracción Animal	Tracción Mecánica			
Alto 1	0 - 12	0 - 3	Ninguna o muy poca interferencia	Bien a moderadamente bien drenado	Franco areno- so arcilloso
Moderadamente Alto 2	12 - 25	3 - 12	Ninguna o muy poca interferencia	Bien a moderadamente bien drenado	Arcilloso
Moderadamente Bajo 3	25 - 50	12 - 25	Ninguna o muy poca interferencia	Imperfectamente drenado	Areno-Francoso
Bajo 4	> 50	> 25	Interferencia	Pobrementemente drenado	Arenoso

La calificación de las cualidades de la tierra de las áreas homogéneas de tercer orden, como fueron encontradas en el piso cálido de la cuenca del Río Bogotá, se presenta en el cuadro 6.

CUADRO 6. Cualidades de la tierra en las áreas homogéneas de tercer orden del piso cálido de la cuenca del Río Bogotá.

Area homogénea	Disponibilidad en el suelo de			Resistencia a la erosión	Posibilidad de usar implementos agrícolas
	Nutrientes	Agua	Oxígeno		
CSG	4	2	1	3 - 4	2 - 3
CSV	4	2	1	3 - 4	3 - 4
CSL	3 - 4	2	2 - 3	1	2 - 3
CEG	3 - 4	3	1	3 - 4	3 - 4
CEV	4	3	1	4	4
CEH	3 - 4	3	1	3 - 4	2 - 3
CEA	3 - 4	3	1	2	2

Con los parámetros establecidos anteriormente se elabora la Tabla de Conversión, la cual se construye para cada uso específico, definiendo para él las diferentes clases de aptitud con base en sus requerimientos específicos, transformados a grados de las cualidades de la tierra.

A manera de ilustración se presenta, en el cuadro 7, la tabla de conversión elaborada para el maracuyá en la zona climática cálida subhúmeda.

Los limitantes de uso de la unidad de tierra, van aumentando a medida que crece la numeración de la clase, llegándose a tener una unidad de tierra no apta para un uso determinado, cuando ésta presente unas cualidades que la lleven a ser definida como clase IV.

CUADRO 7. Tabla de conversión para maracuyá en clima cálido subhúmedo.

Clase de Aptitud	Disponibilidad en el suelo de			Resistencia a la erosión	Posibilidad de usar implementos agrícolas
	Nutrientes	Agua	Oxígeno		
I	1	1	1	1	1
II	1	2	1	2	2
III	2	3	1	2	3
IV	Cualquier grado mas bajo que para Clase III				

Con la tabla de conversión completa para cada uso relevante, se procede a hacer la interpretación de la información que se tiene, en cada área homogénea, para asignarle la clase de aptitud que le corresponda de acuerdo al uso de que se trate, sin hacer ningún mejoramiento de la unidad de tierra respectiva. Con esta interpretación se obtienen entonces los usos específicos mas recomendables para el área homogénea, como está y se dan alternativas para otros usos, definiendo así las potencialidades de la unidad; dicha clase de aptitud se establece comparando las cualidades que presenta la unidad de tierra con los requerimientos del uso específico en cada clase y se le asigna la clase que corresponda al grado de cualidad mas alto que se presente. Ilustrando ésto con el mismo ejemplo del maracuyá, en el área homogénea CSL, comparando los cuadros 6 y 7, se tiene que la aptitud de esta unidad para maracuyá corresponde a la Clase IV pues los grados en que se presentan las cualidades posibilidad de usar implementos agrícolas, resistencia a la erosión y disponibilidad de agua la ubicarían en Clase III pero los grados en que están la disponibilidad de nutrientes y de

oxígeno no son suficientes para satisfacer los requerimientos establecidos en esta clase para ellos, por lo cual debe pasar a la clase de aptitud IV.

Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, para todos los usos específicos del piso cálido de la cuenca, se encontró que la aptitud de uso para las áreas homogéneas de tercer orden ubicadas en él, corresponde a las clases establecidas en el cuadro 8.

CUADRO 8. Clasificación de la aptitud de uso específico de las áreas homogéneas de tercer orden en el piso cálido de la cuenca del Río Bogotá.

Usos específicos	Clases de aptitud para las áreas homogéneas						
	CSG	CSV	CSL	CEG	CEV	CEH	CEA
Maracuyá	IV	IV	IV	-	IV	-	-
Plátano	IV	IV	III - IV	-	IV	-	-
Piña	IV	IV	IV	-	IV	-	-
Maíz	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Caña	IV	IV	III - IV	-	-	-	-
Cítricos	IV	IV	IV	-	-	-	-
Mango	IV	IV	IV	-	-	-	-
Sorgo	-	-	III - IV	IV	IV	IV	III
Algodón	-	-	III - IV	IV	IV	IV	III
Pastos Pradera	III	III	III	III - IV	III - IV	III - IV	III
Pastos corte	IV	IV	III - IV	IV	IV	IV	III

Del cuadro anterior puede observarse la baja aptitud agropecuaria natural que tiene esta parte de la cuenca del Río Bogotá, definida básicamente por las condiciones climáticas de la zona y la baja fertilidad de sus suelos.

Para trabajos mas detallados que las áreas homogéneas de tercer orden, podrían establecerse algunas prácticas de manejo que cambiarían la calificación de algunas cualidades de la tierra y, en consecuencia, las clases de aptitud de uso.

3.2.5 Elaboración del mapa de áreas homogéneas de tercer orden.

Debido al aspecto tan general con que se establecen las áreas homogéneas de tercer orden, el mapa que las represente puede calcarse directamente de la imagen de satélite, pues no se justifica buscar una alta precisión cartográfica que se pierde al generalizar el conocimiento que de ellas se obtiene en el resto del trabajo.

La figura 7 muestra el mapa que representa las áreas homogéneas de tercer orden delimitadas en el piso cálido de la cuenca del Río Bogotá, en su escala original (1:250.000).

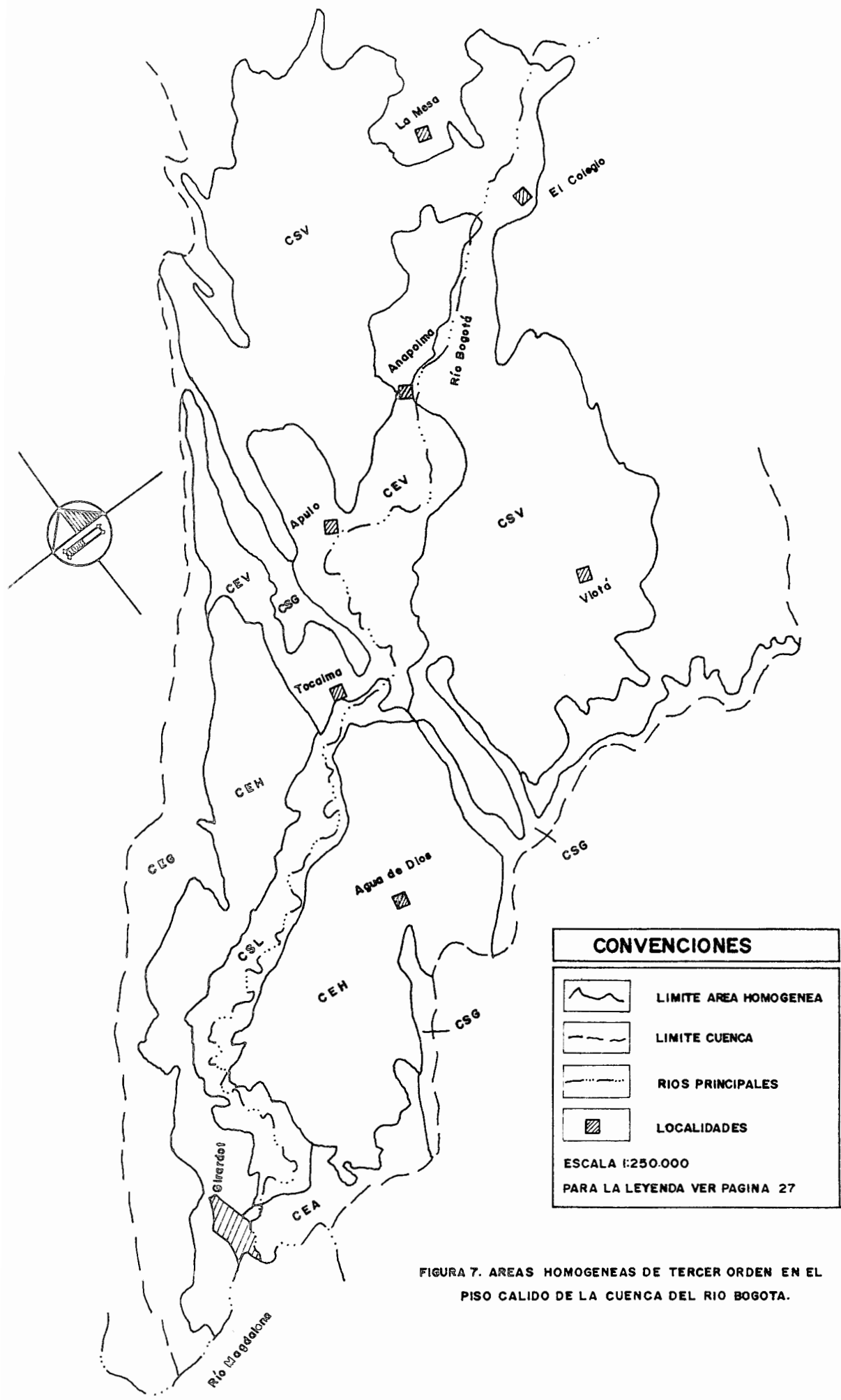


FIGURA 7. AREAS HOMOGENEAS DE TERCER ORDEN EN EL PISO CALIDO DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA.

4. DISCUSION

4.1 USO DE LAS IMAGENES DE SATELITE.

Para delimitar áreas homogéneas de tercer orden, la imagen de satélite utilizada, tanto en escala como en calidad, fue adecuada, pudiéndose inclusive trabajar a escalas menores a la utilizada, con buena precisión.

Para futuros trabajos podrían ensayarse imágenes con diferentes escalas, diferentes composiciones de color, e inclusive, imágenes de bandas individuales, para establecer cual de ellas es la óptima en cuanto a información proporcionada y a facilidad de interpretación; aunque ésto no implicaría economías importantes en el costo de las imágenes, si puede representarlas en tiempo de consecución de ellas y en tiempo de trabajo en el proyecto.

4.2 METODOLOGIA EMPLEADA.

Indudablemente la principal ventaja de esta metodología es el uso de imágenes de sensores remotos, hecho que reduce considerablemente el tiempo necesario para obtener la información básica requerida para diseñar proyectos de desarrollo de grandes regiones; ésto tiene implicaciones importantes en los aspectos económicos del trabajo.

La utilización de imágenes de sensores remotos reduce considerablemente el trabajo de campo, sin rebajar la calidad y precisión de la información obtenida, haciendo ésta mas económica

y confiable.

La delimitación de pisos altitudinales en la imagen de satélite utilizada no presentó ningún problema especial y, si la imagen es de buena calidad, esta labor puede hacerse rápidamente; el análisis de los cambios de color y de tono en la imagen, para definir condiciones de humedad, es bastante acertado, como se comprobó al elaborar los balances hídricos y calcular los correspondientes índices de humedad de las zonas climáticas establecidas, así como al observar, en el campo, los suelos, la cobertura vegetal y el uso de la tierra.

Para la delimitación de los paisajes fisiográficos, el análisis del relieve expresado en la imagen es un criterio confiable, ya que hay una alta correlación entre este elemento y el material litológico existente; hay que aclarar, sin embargo, que la escala de la imagen obliga a incluir pequeñas áreas, geomorfológica y litológicamente diferentes, dentro de unidades mayores, pero esta generalización es válida teniendo en cuenta que el detalle de la información obtenida y las aplicaciones de este orden de áreas homogéneas, es preliminar; en esta parte de la interpretación de la imagen es de gran ayuda poseer buenos estudios geológicos de la zona de trabajo, que ayuden a identificar la litología dominante en la zona.

4.3 TRABAJO DE CAMPO.

Para realizar esta etapa del estudio es indispensable el uso de fotografías aéreas o de planos topográficos, debido a que la imagen, por su escala, no permite diferenciar muchos detalles culturales ni topográficos necesarios para la orientación y ubicación de las observaciones realizadas sobre el terreno.

4.4 EVALUACION DE LAS AREAS HOMOGENEAS.

El método utilizado para evaluar la capacidad de uso de las áreas homogéneas definidas, funciona bien para aquellos tipos de uso tradicionales, de los cuales hay una buena investigación básica, ya que la elaboración de las tablas de conversión requiere un volumen alto de datos y registros; por lo anterior, este proceso se dificulta enormemente para aquellos tipos de uso poco conocidos, donde la investigación básica realizada no es suficiente para definir, con cierta seguridad, las cualidades de la tierra que debe tener cada clase de aptitud; la falta de investigación es un limitante grande para implementar el método de evaluación de tierras utilizado en este trabajo.

Finalmente, y a manera de conclusión, puede decirse que la delimitación de áreas homogéneas, con fines de planeación regional, es una gran alternativa para conseguir la información básica requerida para diseñarlos, de una manera rápida, precisa y de bajo costo. Tiene como exigencia principal la existencia de estudios básicos de recursos naturales en la zona a trabajar y la existencia de investigación básica en los tipos de uso mas importantes que se presenten en ella; su implementación requiere de técnicos capacitados en el uso de imágenes de sensores remotos y, ojalá, con un buen conocimiento de la región a estudiar.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, A.J.L. y ORTIZ S., C.A. 1987. Uso del levantamiento fisiográfico para generar tecnología de producción en el cultivo asociado maíz-frijol de guía. Suelos Ecuatoriales XVII (2):269-274.
2. ALVAREZ, J.O.J. 1981. Metodología para el levantamiento de suelos y zonificación de cultivos en la zona cafetera de Colombia. Suelos Ecuatoriales XI (1):36 p.
3. BEEK, K.L. 1978. Land evaluation for agricultural development. ILRI Publication 23. Wageningen. 333 p.
4. _____ y BENNEMA, J. 1972. Evaluación de tierras para la planificación del uso rural. Un método ecológico. FAO. Santiago de Chile. 74 p.
5. BOTERO, P.J. 1977. Guías para el análisis fisiográfico. CIAF. Bogotá. 67 p.
6. _____. 1978. Interpretación de imágenes para estudios de suelos: Notas de clase. CIAF. Bogotá. 292 p.
7. CASTRO, F.H.E. 1987. Caracterización de áreas homogéneas y evaluación de la aptitud de uso de las tierras en zona de ladera. Suelos Ecuatoriales XVII (2):296-303.
8. CORTES, L.A. y colaboradores. 1985. Zonificación agroecológica de Colombia. IGAC-ICA. Bogotá. 57 p.
9. _____. 1987. Zonificación agroecológica de Colombia. Suelos Ecuatoriales XVII (2):304-316.
10. CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA (CVC). 1980. Zonificación de áreas para uso y manejo de suelos. Informe CVC N° 50-3. CVC. Cali. 86 p.
11. ELBERSEN, G. y colaboradores. 1974. Metodología para levantamientos edafológicos. CIAF. Bogotá. 80 p.
12. ELIZALDE, G. y JAIMES, E. 1987. Propuesta de un modelo pedogeomorfológico. Suelos Ecuatoriales XVII (2):154-169.

13. FAO. 1974. Guía para la descripción de perfiles de suelos. 132 p.
14. FORERO, M.C. y LEON, J. 1981. La tecnología de la percepción remota en la planificación agropecuaria del país. Revista CIAF 8(1-2):263-280.
15. _____ y colaboradores. 1981. Metodología para la delimitación de áreas homogéneas. Proyecto OPSA-CIAF. CIAF. Bogotá. 267 p.
16. GARCIA, S.A., SUAREZ, F.M. y BURGOS, A. 1981. Zonificación de áreas para uso y manejo de suelos. Suelos Ecuatoriales XI (1): 28 p.
17. GOMEZ, A. 1975. Sistema IUM para determinación del uso y manejo de los suelos de ladera. In: Manual de conservación de suelos de ladera. Cenicafé. Chinchiná. pp. 234-244.
18. _____ y SUAREZ, S. 1981. Clasificación del uso potencial de tierras de ladera. Sistema IUM. Suelos Ecuatoriales XI (1): 16 p.
19. GÜHL, E. 1950. Pisos térmicos de Colombia. Naturaleza y Técnica 1(2):21-24.
20. JAIMES, E. y ELIZALDE, G. 1987. El factor altitud como criterio de delineación pedogeomorfológica en áreas de relieve montañoso. Suelos Ecuatoriales XVII (2):170-173.
21. JARAMILLO J., D.F. 1985a. Los informes de levantamientos de suelos. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 25 p. s.p.
22. _____. 1985b. Principios de fotointerpretación edáfica. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 88 p. s.p.
23. _____. 1987. Delimitación de zonas climáticas utilizando imágenes de satélite. Publicación especial ICNE N° 9. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 15 p.
24. LEON, J. y FORERO, M.C. 1982. Evaluación de la aptitud de las tierras para uso agropecuario de las áreas homogéneas de segundo orden de la cuenca del Río Bogotá. Suelos Ecuatoriales XII (1): 245-264.
25. MEJIA, V.L.E. 1987. Uso del levantamiento fisiográfico y el esquema FAO-1976 como alternativas para la evaluación de tierras en países en vías de desarrollo. Suelos Ecuatoriales XVII (2): 286-295.
26. PALACIOS, F.A. y BRAVO, E. 1987. Metodología preliminar para la mapeación de la fertilidad de los suelos en la zona cafetera. Suelos Ecuatoriales XVII (1):7-15.

27. USDA. 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture handbook N° 436. Washington, D.C. 754 p.
28. VILLOTA, H. 1980. Una metodología para el análisis fisiográfico en las zonas montañosas del trópico, aplicado al levantamiento general de suelos del sector Pasca-Girardot. Tesis M.Sc. Enschede. ITC. Holanda. 145 p.
29. _____. 1984. Técnicas modernas de mapeo de suelos de ladera. Suelos Ecuatoriales XIV (1):317-330.