

REPUBLIC OF COLOMBIA
MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE
LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL

1965

BOGOTÁ, D. C. - 1965



JICA LIBRARY



1080326101

20815

**ESTUDIO DE MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES
EN LA REPUBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME SOBRE LOS RESULTADOS DE
ANALISIS POR SENSORES REMOTOS**

AGOSTO 1989

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

国際協力事業団

20815

CUADRO DE TERMINOLOGIAS SOBRE PERCEPCION REMOTA

TERMINOLOGIAS	EXPLICACION
Percepción remota	Tecnología que consiste en recopilar las informaciones relacionadas con los objetivos y fenómenos desde un lugar distante sin el contacto directo con la mano y distinguir e interpretar los objetos y fenómenos.
LANDSAT	El satélite artificial LANDSAT fue lanzado en julio de 1972 con la denominación de ERTS que fue sucedido por una serie de satélites de observación de la tierra que hasta la fecha se han lanzado desde el Nº 1 al Nº 5.
MSS	El satélite artificial LANDSAT está equipado con el sensor denominado MSS (Analizador multiespectro). Con el MSS, se efectúan los registros de una escena de 180km x 180km dividiendo en 4 bandas de longitud de onda de rayos visibles (rayos verdes y rojos) y rayos infrarrojos cercanos. La resolución mínima es de 80m.
Corrección de brillo	Consiste en la corrección de la gradación de las imágenes entre sí para proceder al análisis comparativo de las imágenes utilizando los datos del LANDSAT de dos periodos.
Corrección geométrica	Los datos originales del LANDSAT tienen diversas formas de distorsión. La corrección geométrica consiste en convertir las coordenadas de los datos originales para lograr la coincidencia entre el mapa geomorfológico y la relación de las posiciones.
Imágenes de falso color	Los datos del MSS del LANDSAT están divididos en 4 bandas, los cuales se utilizan para elaborar las imágenes de falso color por sintetización de colores a través de los filtros. En las imágenes de falso color, la vegetación se representa con el color rojo y se utiliza para los estudios de la vegetación y para los estudios del uso de las tierras.

TERMINOLOGIAS	EXPLICACION
Clasificación de la cobertura de las tierras	Los objetos de la superficie terrestre tienen características cuyo espectro difieren entre sí. Esta clasificación se realiza mediante el procesamiento estadístico de las zonas urbanas, tierras agrícolas, zona de agua, los bosques y pastizales utilizando estas características.
Procesamiento previo	Se trata de realizar el procesamiento previo de las imágenes antes de proceder al análisis de los datos de percepción remota, y consiste en la corrección de brillo y corrección geométrica.
Punto de referencia terrestre	Son los puntos que se toman como referencia clara en mapa geomorfológico para que sean cotejados con las imágenes al realizarse la corrección geométrica.
Transformación afín	Es un tipo de fórmula de transformación de coordenadas que se utiliza para la corrección geométrica y es la fórmula de transformación lineal.
Reordenamiento	Significa el reordenamiento de los elementos de imagen mediante la transformación de los datos de imágenes según la fórmula de transformación de coordenadas.
Método de vecindad más próxima	Es uno de los métodos de reordenamiento de datos.
Método de los mínimos cuadrados	Es el método que consiste en obtener el valor estimado de manera que la suma de los cuadrados de la diferencia entre el valor estimado y el valor de medición real resulte el menor.
Sistema de coordenadas rectangulares	Sistema para lograr la coincidencia de la trama de los datos de las imágenes mediante la adopción del sistema de coordenadas rectangulares.
Coeficiente de transformación	a1 - a4 expresan el giro y la magnificación y a5 - a6 expresan el desplazamiento.

TERMINOLOGIAS	EXPLICACION
Area de monitoreo	Area de monitoreo significa la parte de la imagen cuyos ítems de la cobertura de las tierras correspondientes están previamente aclarados. Se efectúa la clasificación utilizando esos valores estadísticos.
Características de los rayos infrarrojos cercanos	El coeficiente de reflexión de los rayos infrarrojos cercanos es más alto cuanto mayor fuera la actividad de los vegetales. Debido a que en las imágenes de falso color, los datos de rayos infrarrojos cercanos aparecen con el color rojo, el rojo se presenta más brillante cuanto más alta fuera la actividad.
Veracidad terrestre	Se tratan de las diversas informaciones que se logran de los estudios en el terreno
Método de máxima verosimilitud	Es una clase de método estadístico que consiste en clasificar sobre la base de la similitud de los datos bajo la suposición de que los datos se distribuyan normalmente.
Discriminación de imágenes	El área de entrenamiento se da entrada sobre la base de los resultados de gran veracidad y con esto se realiza la discriminación automática por computadora para efectuar la clasificación de la cobertura de las tierras.
Interpretación de imágenes	Las imágenes de falso color del LANDSAT, se interpretan y se juzgan dependiendo de la vista y conocimiento del analizador.

I N D I C E

1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO	1
1.1. Antecedentes del Estudio	1
1.2. Objeto del Estudio	1
1.3. Zona Objeto del Estudio	1
1.4. Proceso del Estudio	3
1.5. Datos del LANDSAT Utilizados	3
1.6. Mapas Geomorfológicos Utilizados	4
1.7. Sistema de Análisis de Imágenes Digitales	4
2. DESCRIPCION GENERAL DE LA REGION DE ESTUDIO	6
3. TRABAJOS DE PREPARACION EN JAPON	11
3.1. Generalidades	11
3.2. Procesamiento Previo de los Datos del LANDSAT	12
3.3. Elaboración de las Imágenes de Falso Color	12
3.4. Primera Clasificación de la Cobertura de las Tierras	14
4. ESTUDIOS EN TERRENO	16
4.1. Estudios para la Elaboración de las Normas de Discriminación de Imágenes	16
4.2. Estudios de Clasificación de la Cobertura de las Tierras .	18
4.3. Items de Análisis sobre la Discriminación de Imágenes	20
5. TAREAS DE ANALISIS EN JAPON	21
5.1. Generalidades	21
5.2. Segunda Clasificación de la Cobertura de las Tierras	21
5.3. Interpretación de las Imágenes	22
5.4. Elaboración del Mapa de Análisis del LANDSAT	24
6. RESULTADOS DEL ESTUDIO	26
6.1. Generalidades	26
6.2. Situación del Uso de Tierras	26
6.3. Situación de la Distribución de la Vegetación	44
6.4. Situación de la Variación Secular del Uso de las Tierras y la Vegetación	56
7. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO	62
7.1. Generalidades	62
7.2. Efectos en la Precisión del Estudio debido a la Cantidad de Nubes	62
7.3. Situación del Uso de las Tierras y la Vegetación	66

INFORMACIONES ANEXAS

RESUMEN

- (1) Este estudio se ha realizado con el objeto de determinar la situación y las variaciones seculares del uso de las tierras y la vegetación mediante el análisis de los datos del LANDSAT y la elaboración de la información básica para las Pautas del Plan de Control de Bosques y las medidas del Plan Modelo para la región de la Reserva Forestal Central de la República de Colombia.
- (2) Como ítems de discriminación de las imágenes de clasificación del uso de las tierras, se dividieron en 8 renglones, así: bosques, pastizales de meseta, praderas, bosques agrícolas, tierras agrícolas, ciudades y zonas urbanas, tierras desnudas y desérticas y nevados. Según la clasificación del uso de las tierras de la década de los 80, los bosques representaban el 28% y las praderas el 22% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de aproximadamente 1.900.000ha, incluyendo las áreas de estudio.
- (3) Los ítems de discriminación de las imágenes de clasificación de la vegetación fueron 5 renglones, así: bosques naturales, bosques artificiales, pastizales de meseta, praderas y otros. Según la clasificación de la vegetación de la década de los 80, los bosques artificiales representaban el 3% de la región objeto de estudio.
- (4) Lo más notable dentro de la variación secular del uso de las tierras y la vegetación, fueron los bosques naturales que se transformaron en praderas.
- (5) Según los resultados, en la región objeto de estudio que incluye el área de estudio, es notable el cambio de los bosques de la parte norte y se señala que el área intensiva ubicada en el departamento de Caldas, es la zona que exige con mayor urgencia las medidas adecuadas del Plan de Control de Bosques.
- (6) Mediante el presente estudio, se pudo determinar macroscópicamente la situación del uso de las tierras y la vegetación y la situación de la variación secular dentro de la región objeto de estudio. Esto recién ha sido posible mediante el análisis recurriendo a la técnica de percepción remota.

- (7) A pesar que en los estudios de esta ocasión, se han producido zonas donde el análisis no fue posible debido a que una parte de los datos del LANDSAT estaban cubiertos por las nubes, se han logrado aclarar las condiciones generales y las tendencias en el conjunto.
- (8) Los resultados de este estudio servirán seguramente como informaciones para considerar las futuras políticas sobre el Plan de Control de Bosques en el área intensiva y consecuentemente en el área modelo.

CONTENIDO

1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1.1. Antecedentes del Estudio

La superficie boscosa de la República de Colombia (53.180.000ha) ocupa el 47% de la superficie del territorio nacional de 113.900.000ha. Sin embargo, el porcentaje de los bosques de la región andina es del 26%, cuyo nivel es considerablemente inferior comparado con la región amazónica. Por esta razón, el Gobierno de la República de Colombia ha determinado el área modelo para realizar el control apropiado de los bosques en torno a la zona andina estableciendo la como región de trabajo la Reserva Forestal Central, y solicitó a nuestro país la cooperación y transferencia de tecnología a Colombia sobre los aspectos que se detallan a continuación.

- (1) Determinación científica de la situación actual de la distribución de bosques, uso de las tierras y las variaciones seculares de los mismos, mediante el análisis de los datos de percepción remota del satélite artificial LANDSAT y la consolidación de los métodos técnicos para ello.
- (2) Sobre la base de estos, la obtención de informaciones básicas necesarias para el control forestal determinando la situación actual de los recursos forestales a partir de las fotografías aéreas y mapas geomorfológicos basados en las mismas.
- (3) Elaboración de las pautas generales y del Plan de Control Forestal para su aplicación en la región modelo.

Como parte de la respuesta a esta solicitud, se ha realizado el presente estudio de análisis de los datos de percepción remota, cuyos resultados se resumen en este informe.

1.2. Objeto del Estudio

El presente estudio tuvo como objeto la determinación de las condiciones actuales del uso de las tierras y la vegetación y sus variaciones seculares, realizando el análisis de los datos del LANDSAT en la Región de la Reserva Forestal Central de la República de Colombia.

1.3. Zona Objeto del Estudio

La zona objeto del estudio corresponde a 1.600.000ha del área de la Reserva Forestal Central, como se indica en el Informe de Progreso I.

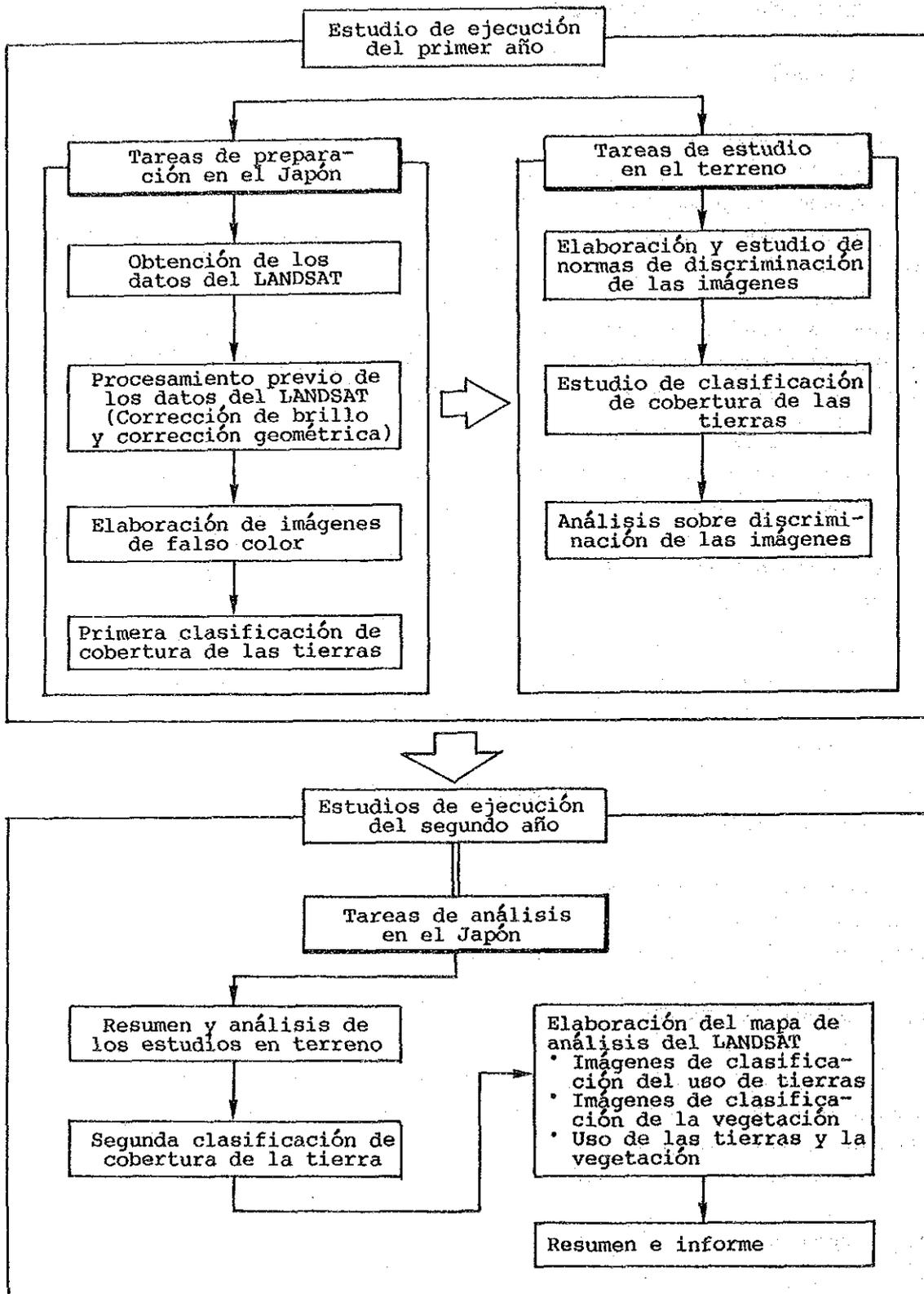


Fig. 1.1 Proceso del Estudio

La superficie que incluye regiones circundantes, llega a 1.918.300ha y corresponde al área total sobre la cual se realizó el análisis presentado en este informe.

1.4. Proceso del Estudio

El proceso del conjunto del estudio se detalla en la Fig. 1.1. El estudio se ha realizado dividiendo su ejecución para el primero y segundo años.

Durante el estudio de ejecución del primer año, se realizaron las tareas de preparación en el Japón y los estudios en terreno. En los estudios de ejecución del segundo año, se realizaron los análisis en el Japón sobre la base de los resultados de los estudios en terreno.

1.5. Datos del LANDSAT Utilizados

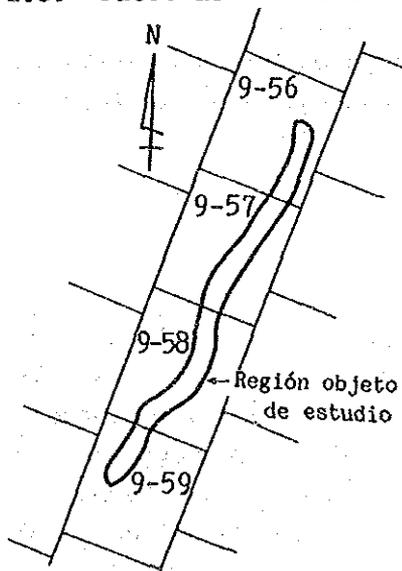


Fig. 1.2 Mapa de cobertura del LANDSAT

Los datos del LANDSAT que se utilizaron corresponden a las cuatro escenas que se detallan en la Fig. 1.2 y el Cuadro 1.1. Entre los datos utilizados, se utilizaron cintas magnéticas procesables por computadora y se han elegido aquellos pertenecientes a épocas de observación más apropiadas. Los datos del LANDSAT han tenido como objeto la determinación de la situación actual del uso de las tierras y la vegetación y la variación secular de los mismos, habiéndose obtenido los datos antiguos y recientes que corresponden a dos épocas.

Cuadro 1.1 Datos del LANDSAT utilizados

EPOCA	SENSOR	LANDSAT Nº	PISTA-FILA	FECHA DE OBSERVACION	CANTIDAD DE NUBES
Antigua	MSS	L-2	9-56	17.9.1977	50%
	"	L-1	9-57	1.2.1976	20%
	"	L-1	9-58	1.2.1976	30%
	"	L-1	9-58	1.2.1976	30%
Reciente	"	L-4	9-56	24.12.1987	30%
	"	L-4	9-57	24.12.1987	20%
	"	L-4	9-58	24.12.1987	20%
	"	L-4	9-59	24.12.1987	50%

1.6. Mapas Geomorfológicos Utilizados

Los mapas geomorfológicos utilizados son los siguientes.

- (1) Mapas de navegación editados por National Ocean Survey de los Estados Unidos "L-26" de escala 1:1.000.000 y los mapas L-26A, 26B, 26C y 26D de 1:500.000.
- (2) Mapas geomorfológicos por departamentos editados por el Instituto Geográfico "AGUSTIN CODAZZI" de la República de Colombia.

Los mapas de navegación, se utilizaron para fijar el sistema de coordenadas del mapa para la corrección geométrica de los datos del LANDSAT, selección de los puntos de referencia terrestres para la corrección geométrica y para la formación del mosaico de cada escena del LANDSAT utilizado. Por otra parte, los mapas geomorfológicos por departamento, se utilizaron para la tabulación de los ítems de clasificación del uso de las tierras y vegetación por unidad de departamento y para la determinación del estado general de las condiciones naturales incluyendo la geografía por departamento.

1.7. Sistema de Análisis de Imágenes Digitales

El sistema de análisis de imágenes digitales que realmente se utilizó para este estudio, tiene la configuración que se detalla en la Fig. 1.3. Dentro de este sistema, los equipos básicos son la computadora principal y el procesador de imagen. Como equipos de entrada se utilizaron el convertidor analógico-digital, el analizador de tambor y el convertidor analógico-digital de video y como equipos de salida, el monitor de color, impresora de fotografías, cámara para gráficos y equipo de copia impresa.

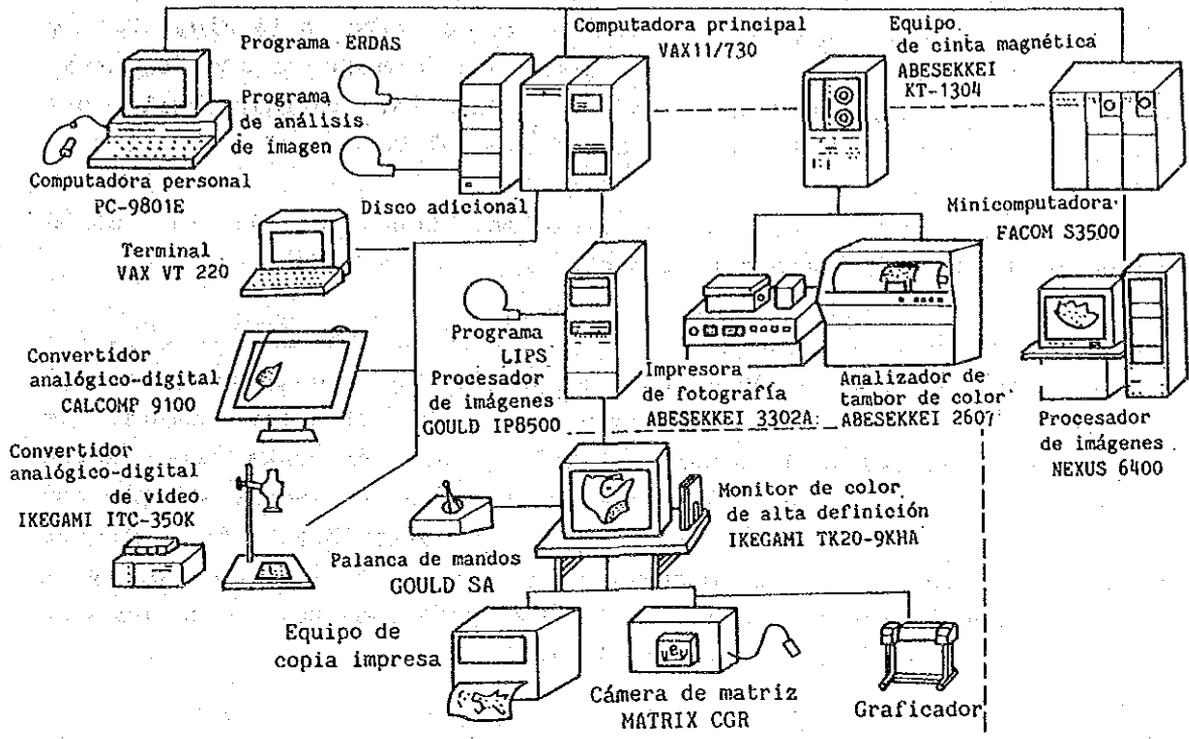


Fig. 1.3 Sistema de análisis de imágenes digitales utilizado

2. DESCRIPCION GENERAL DE LA REGION DE ESTUDIO

La región objeto del estudio para el análisis según los datos del LANDSAT, cubre 10 departamentos, tal como se describe en la Fig. 2.1 y el Cuadro 2.1. Desde el norte, la región está formada por los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima, Valle del Cauca, Cauca, Huila, Nariño y la Intendencia del Putumayo.

A continuación, se resumen las condiciones generales de la región objeto de estudio por cada departamento.

(1) Departamento de Antioquia

La región de estudio cubre una parte de la zona montañosa del extremo sur del departamento. Teniendo como límite las cumbres de alrededor de 3.000m de altura, el lado oeste presenta una ladera suave del tipo meseta y el lado este presenta una ladera abrupta con disección avanzada. Entre los bosques, se distribuyen los bosques naturales en torno a las mesetas a lo largo de las cumbres y a medida que se desplaza a los bajíos del este y oeste, los bosques se van transformando en tierras agrícolas.

(2) Departamento de Caldas

La región objeto del estudio se ubica en la región montañosa del centro del departamento. La altura de las cumbres, sobrepasa en parte los 4.000m y el lado de los bajíos tiene aproximadamente 750m. Está considerablemente avanzada la disección y salvo una parte de las cumbres, forma una topografía de pendientes abruptas. Al observar el uso de las tierras, en la parte de las cumbres se distribuyen ampliamente los pastizales de meseta y a medida que baja la altura, se observan los bosques que luego se transforman en praderas, pastizales y tierras agrícolas. Los bosques se ubican ampliamente en torno a las pendientes con alturas entre 2.500m y 3.000m entre los pastizales de meseta de la parte de la cumbre y las praderas, pastizales y tierras agrícolas de los bajíos.

(3) Departamento de Risaralda

Con respecto a la topografía, el Río Risaralda que atraviesa la parte central del departamento de sur a norte, limita hacia el lado este las abruptas laderas de la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes y en el lado oeste una zona montañosa suave de aspecto de meseta. Las zonas de meseta se distribuyen entre 3.500m - 4.500m de altura, rodeadas de laderas de 1.500m - 3.500m de altura, de disección avanzada. Aunque los bosques se localizan en

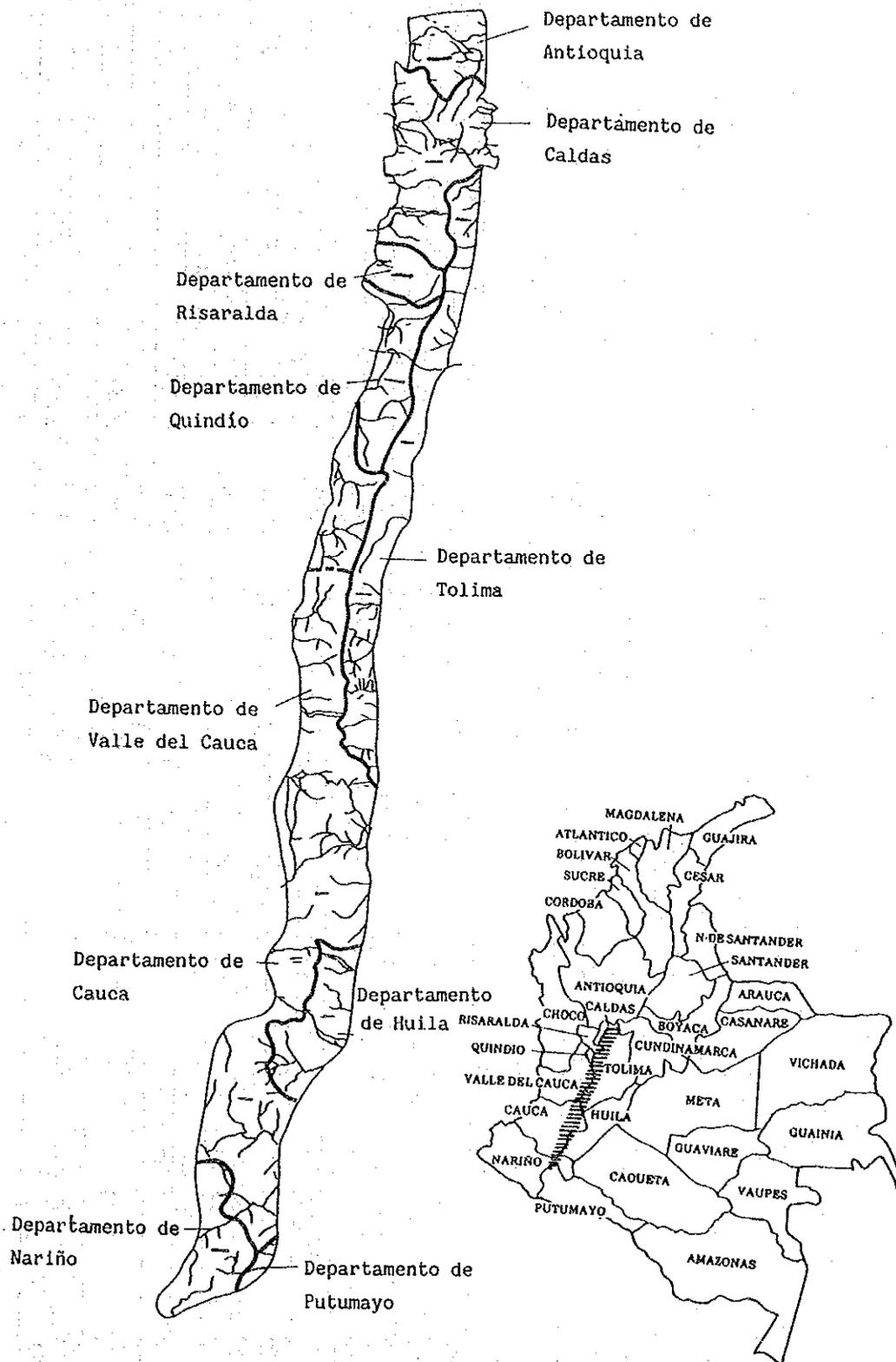


Fig. 2.1 Mapa de ubicación de la región de estudio
Cuadro. 2.1 Cuadro comparativo por departamento

Cuadro 2.1 Cuadro comparativo por departamento

DEPARTAMENTOS ITEMS	ANTIOQUIA	CALDAS	RISARALDA	QUINDIO	TOLIMA	VALLE DEL CAUCA	CAUCA	HUILA	NARIÑO	FUTUNAYO	OBSERV.
Capital del departamento	Medellín	Manizales	Pereira	Armenia	Ibaqué	Cali	Popayán	Neira	Pasto	Moca	
Superficie (km²)	63.612	7.888	4.140	1.845	23.562	22.140	29.308	19.890	33.268	24.885	
Población (Habitantes)	4.593.466	896.063	651.677	458.851	1.234.770	3.573.611	882.743	613.587	1.165.792	134.461	En 1985
Densidad (habitante/km²)	72,2	113,6	157,3	256,0	52,4	161,4	30,1	31	35	5	
Superficie por zona climática (km²)											
Tropical	35.622	2.246	366	20	9.771	10.337	9.906	5.528	18.661	Sin datos	
Cálido	16.408	2.770	2.157	1.100	5.848	7.606	10.023	7.713	5.731	"	
Templado	10.899	1.902	1.314	404	4.905	3.089	6.184	5.290	6.026	"	
Frío	683	970	303	321	3.038	1.108	3.195	1.359	2.850	"	
Trabajadores por industrias (%)											
Primaria	33,5	44,6	35,3	45,8	52,3	23,5	56,2	51,7	50,3	55,9	
Secundaria	18,3	7,8	14,8	6,6	6,6	19,4	7,6	6,1	13,4	6,0	
Terciaria	41,6	36,5	39,4	36,7	34,8	48,3	25,6	34,5	25,2	33,3	
Otras	6,6	9,1	10,5	10,9	6,3	8,8	10,6	7,7	11,1	4,8	
Productos agrícolas (1980 - 81) (t)											
Café	1.627.158		675.869	798.308	1.071.763	896.683	347.490	450.638	119.045	Sin datos	
Plátano	844.200									"	
Caña de azúcar	238.140	42.000	599.200	3.240	4.200	8.585.900	2.550.900	49.000	74.800	"	
Plátano cocina	202.100		82.000	250.000			28.190	50.000	45.800	"	Para cocina
Papa	180.250		70.000	70.000	90.300				358.900	"	
Arroz	16.750	3.370			491.300	39.400	14.700	191.200		"	
Soja		351	7.503		500	143.629	1.749			"	
Yuca	126.000	3.570	7.700	32.000	96.000		105.400	165.000	2.800	"	
Sorgo			3.750	3.750	89.500	130.200		23.350		"	
Algodón					52.880	39.092		3.630		"	

Fuente: Atlas Básico de Colombia

tornó a la zona de 3.000m - 4.000m de altura, se estima que se extienden hasta los bajíos de alrededor de 2.000m de altura a lo largo del Río Otún. En el límite entre este departamento y el departamento de Tolima se encuentra el Nevado del Ruiz (5.400m) que forman nevados y zonas de meseta.

(4) Departamento de Quindío

La región de estudio corresponde a la zona montañosa del lado este de la carretera principal que atraviesa de norte a sur el departamento. Desde las cumbres de aproximadamente 3.500m de altura del extremo este del departamento, continúan las laderas en dirección al oeste hasta alturas de aproximadamente 1.500m. La disección no está tan avanzada y presenta una topografía suave. En las mesetas de más de 3.000m de altura se distribuyen los pastizales de meseta y desde ahí hasta una altura próxima a 2.000m se extienden las praderas y pastizales. A lo largo del camino principal se extienden las tierras agrícolas.

(5) Departamento de Tolima

La región objeto de estudio se encuentra en la parte de la meseta de la región montañosa del oeste del departamento. Entre las cumbres del extremo oeste, existen aquellas que exceden de 5.000m de altura. Las laderas abruptas de disección algo avanzada ocupan prácticamente toda la región, desde la cumbre hasta las proximidades de 2.000m de altura, por donde atraviesan los valles profundos de dirección este a oeste. En las mesetas a lo largo de las cumbres de 3.000m de altura, se distribuyen las zonas de mesetas rodeadas por bosques. Dentro de la región de estudio, prácticamente no se observan las tierras agrícolas ni pastizales.

(6) Departamento del Valle del Cauca

La geografía tiene como límite oriental la Cordillera de los Andes y por el centro atraviesa el Río Cauca desde el sur hacia el norte. Del Río Cauca hacia el oeste presenta una topografía plana. En cuanto al uso de las tierras dentro de la región del estudio, está formado por bosques, salvo las tierras agrícolas en las proximidades de Palmira de la parte sur.

(7) Departamento de Cauca

La región de este estudio corresponde a las cumbres de la Cordillera Central Andina que atraviesa el este del departamento desde el noreste hacia el sudoeste. Las cumbres del norte al centro, presentan una disección considerablemente avanzada y presenta una

topografía compleja. Aunque la altura está a aproximadamente 2.000m - 3.500m, existen varios volcanes con alrededor de 5.000m de altura. La mayor parte de las mesetas de más de 3.500m de altura forman pastizales de meseta en cuyos alrededores se distribuyen los bosques en dirección hacia los bajíos. En la parte central, se encuentran las tierras agrícolas hasta una altura considerable mezclándose con los bosques. La altura de la parte sur es algo baja (1.500m - 3.000m), forma una zona montañosa suave sin disección y está cubierta totalmente por bosques.

(8) Departamento de Huila

Aproximadamente el 50% de la superficie total corresponde a bosques y puede considerarse como zona rica en bosques. En los bajíos del valle, se mezclan las tierras agrícolas y praderas. La región del estudio corresponde al extremo sudoeste del departamento y la superficie es reducida. La mayor parte está representada por la zona de más de 2.500m de altura y presenta una topografía montañosa con la sucesión de varios cerros de más de 4.000m. En cuanto al uso de las tierras, prácticamente toda la zona corresponde a bosques y se distribuyen los pastizales de meseta solamente en los altiplanos de más de 4.000m.

(9) Departamento de Nariño

Aunque los bosques cubren alrededor del 60% de la superficie, las tierras agrícolas se distribuyen dentro de los bosques hasta alturas considerablemente elevadas. La región objeto del estudio está dentro de un área estrecha que apenas penetra dentro del extremo oriental del departamento. Se trata de una zona montañosa cubierta casi totalmente de bosques, que incluyen cumbres que exceden de 4.000m.

(10) Intendencia de Putumayo

La región objeto del estudio se ubica en la zona montañosa del extremo noroeste, cubriendo apenas una parte ínfima de la región objeto del estudio.

3. TAREAS DE PREPARACION EN JAPON

3.1. Generalidades

Las tareas de preparación en Japón se realizaron previo a la ejecución de los estudios definitivos como los estudios en terreno y el posterior análisis en el Japón y tuvieron como objeto ordenar los datos del LANDSAT y determinar previamente las características generales del área. Con ese fin, se ordenaron las informaciones relativas a las condiciones naturales del terreno, sobre la base de los datos recopilados en la etapa de los estudios preliminares y los datos que se obtuvieron en el Japón. Previo a la ejecución de los estudios definitivos, en el proceso del presente estudio, se determinaron las condiciones de la cobertura de las tierras, una de las condiciones naturales en el terreno, por medio del análisis de las imágenes de los datos del satélite artificial LANDSAT. En la Fig. 3.1 se detalla el diagrama de flujo.

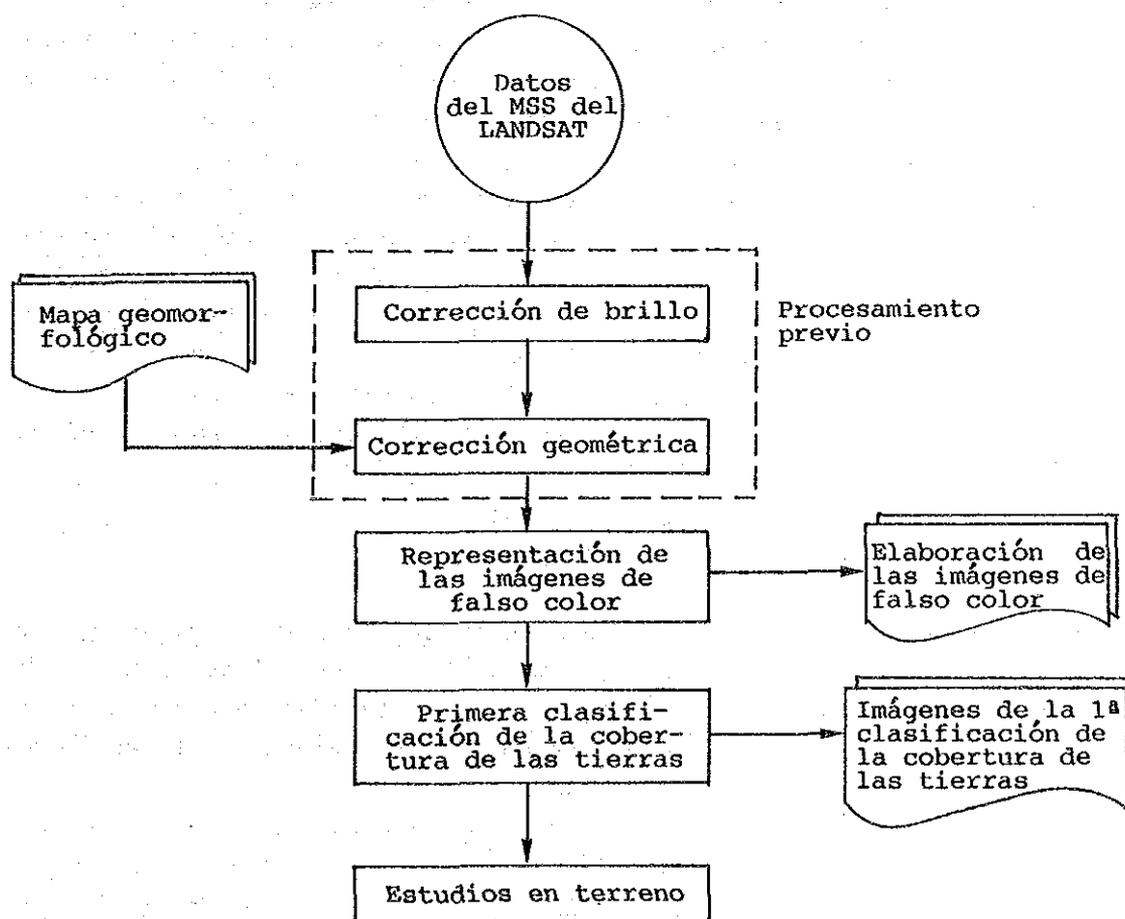


Fig. 3.1 Diagrama de flujo de las tareas de preparación en Japón

Los principales ítems de estudio de las tareas de preparación en Japón son los siguientes.

- (1) Procesamiento previo de los datos del LANDSAT (corrección de brillo y corrección geométrica)
- (2) Elaboración de las imágenes de color de los datos del LANDSAT (imágenes de falso color)
- (3) Primera clasificación de la cobertura de las tierras

3.2. Procesamiento Previo de los Datos del LANDSAT

Para determinar previamente las condiciones de la cobertura de las tierras, tuvieron que (1) elaborarse las imágenes de color de los datos de observación con el LANDSAT y luego, (2) sobre estas imágenes, adoptar el método para determinar las condiciones de la cobertura de las tierras realizando la clasificación automática con la computadora. Previo a esta serie de procesamientos de las imágenes, ha sido necesario realizar (1) la corrección de tonalidad entre las imágenes del LANDSAT que se utilizaron (es decir, en este caso fue necesario unir las 4 escenas de dirección norte sur de los datos del LANDSAT, y además debió efectuarse la corrección de brillo, debido a que las imágenes tienen sutiles diferencias de tonalidad de las imágenes por variación de las condiciones de observación (por ejemplo, la diferencia de la época de observación) y (2) se tuvo que realizar la corrección (geométrica) para la adaptación de la posición relativa entre las imágenes del LANDSAT que se utilicen con el mapa geomorfológico.

3.3. Elaboración de las Imágenes de Falso Color

Con los datos procesados hasta el punto anterior, se elaboraron las imágenes de falso color. Los contenidos de las respectivas bandas de los datos del analizador multiespectro del LANDSAT y la banda y representación de color de la elaboración de las imágenes de falso color se detallan en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Especificaciones de las bandas de los datos del analizador multiespectro del LANDSAT

NOMBRE DE BANDA DE LONGITUD DE ONDA	BANDA DE LONGITUD DE ONDA (μm)	BANDA DE LUZ	COLOR INDICADO EN FALSO COLOR
Banda 4	0,5 - 0,6	Verde visible	Azul
Banda 5	0,6 - 0,7	Rojo visible	Verde
Banda 6	0,7 - 0,8	Infrarrojo cercano	(No se usa)
Banda 7	0,8 - 1,1	Infrarrojo cercano	Rojo

Mediante la representación gráfica de las imágenes de falso color o el procesamiento fotográfico, las imágenes se tornan visibles. Este procedimiento es necesario para obtener el área de monitoreo para la interpretación de objetos terrestres o para el procesamiento de clasificación de la cobertura de las tierras. En las imágenes de falso color, las partes de vegetación desarrollada aparecen en color rojo y las zonas de agua se ven negras debido a las características de longitud de onda de los datos de rayos infrarrojos cercanos. Por lo tanto, se caracteriza por ser más fácil la determinación de las condiciones de la vegetación y la distinción comparando con la representación en colores naturales.

En el Cuadro 3.2 se detalla la relación entre la tonalidad de las imágenes de falso color y los ítems de clasificación de la cobertura de las tierras.

Cuadro 3.2 Relación de las tonalidades de las imágenes de falso color y los ítems de cobertura de las tierras

TONALIDADES DE LAS IMAGENES DE FALSO COLOR	ITEMS DE CLASIFICACION	CARACTERISTICAS
Rojo (Rojo claro - rojo oscuro)	Bosques	Según el grado de actividad de las hojas de vegetales, se representa con el rojo oscuro. (Debido a las características de los datos de infrarrojo cercano)
Rosado - violeta	Pastizales	Debido a que la actividad es más baja que en los bosques, el tono rojo es más claro.
Verde - verde profundo	Tierras agrícolas	Se representa con diversas clases de verdes de la reflexión de la superficie de la tierra según el tipo de cultivo y el grado de crecimiento.
Azul - azul oscuro	Zonas de agua	Se presenta con diversas clases de azul según la turbidez del agua.
Blanco - azul claro (según los lugares)	Nubes	En general aparece blanco, pero indica un color azul claro donde aparece la superficie de la tierra.
Negro	Sombra de las nubes	Se indica prácticamente en color negro por no llegar los rayos solares.

3.4. Primera Clasificación de la Cobertura de las Tierras

Los métodos de clasificación más representativos de discriminación automática utilizados para la percepción remota, se dividen en la clasificación que utilizan los datos de veracidad terrestre ^{*1} (que consiste en aclarar la relación entre los datos de las imágenes y los objetos terrestres, investigando los objetos terrestres y el ambiente de los alrededores que correspondan a los datos de imágenes) y la clasificación por división de las características físicas de los datos sin utilizar el anterior. Dentro del primer método, está el de máxima verosimilitud y la clasificación dendrítica, mientras que para el segundo se cita el método de análisis de componentes principales y análisis de concentración (seccionamiento). Para la clasificación de la cobertura de la tierra dentro de los estudios de bosques de la región que posibilite la preparación de los datos de veracidad terrestre, se suele utilizar el método de máxima verosimilitud. En el presente estudio, se utilizó este método para la primera clasificación de la cobertura de las tierras.

El procedimiento de clasificación basado en el método de máxima verosimilitud es como sigue.

- (1) Se determinan los ítems de clasificación utilizando los datos de las imágenes de falso color y veracidad terrestre.
- (2) La zona que sobre las imágenes esté claramente determinada la cobertura de las tierras se extrae como área de monitoreo (área de referencia para la discriminación) y se calcula la estadística del valor de elementos de imagen dentro del área de monitoreo.
- (3) Tomando como base la región extraída como área de monitoreo, se realiza el procesamiento de clasificación por unidad de elementos de imagen y se calcula el coeficiente de discriminación de cada ítem. En las áreas de monitoreo de ítems de coeficiente de discriminación que no sean razonables, se realiza nuevamente la extracción.
- (4) Se utilizan las áreas de monitoreo que hayan logrado un coeficiente de discriminación razonable y se realiza el procesamiento de clasificación sobre el conjunto de la imagen.

La primera clasificación de la cobertura de las tierras se dividió en seis ítems que son los (1) Pastizales de meseta, (2) Bosques naturales, (3) Bosques artificiales, (4) Praderas, (5) Bosques agrícolas, (6) Tierras agrícolas. Sobre la base de los resultados de esta clasificación, se realizaron las comprobaciones y verificaciones y sobre esos conocimientos se cumplió la segunda clasificación de la cobertura de las tierras.

La definición de los 6 ítems son como se detalla en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Definición de los ítems de clasificación de la primera clasificación de la cobertura de las tierras

ITEMS	DEFINICION
Pastizales de meseta	Pastizales naturales que en general están a más de 3.000m de altura
Bosques naturales	Bosques naturales y bosques secundarios
Bosques artificiales	Bosques de forestación de pinos y cipreses
Praderas	Pastizales mejorados naturales y pastizales naturales para la cría de ganado
Bosques agrícolas	Arboles de sombra principalmente para los cafetales y plantación de caña de azúcar
Tierras agrícolas	Tierras de cultivo para la agricultura

4. ESTUDIOS EN TERRENO

Se realizaron los estudios en terreno sobre la base de los trabajos de preparación realizados en el primer año de estudio. Las imágenes de falso color y las imágenes de la primera clasificación de la cobertura de las tierras elaborados durante los trabajos de preparación se llevaron para realizar los estudios en terreno y se hicieron las comprobaciones y cotejos en terreno.

Los estudios en terreno se dividieron en los estudios para la elaboración de las normas de discriminación de imágenes y los estudios de clasificación de la cobertura de las tierras.

4.1. Estudios para la Elaboración de las Normas de Discriminación de Imágenes

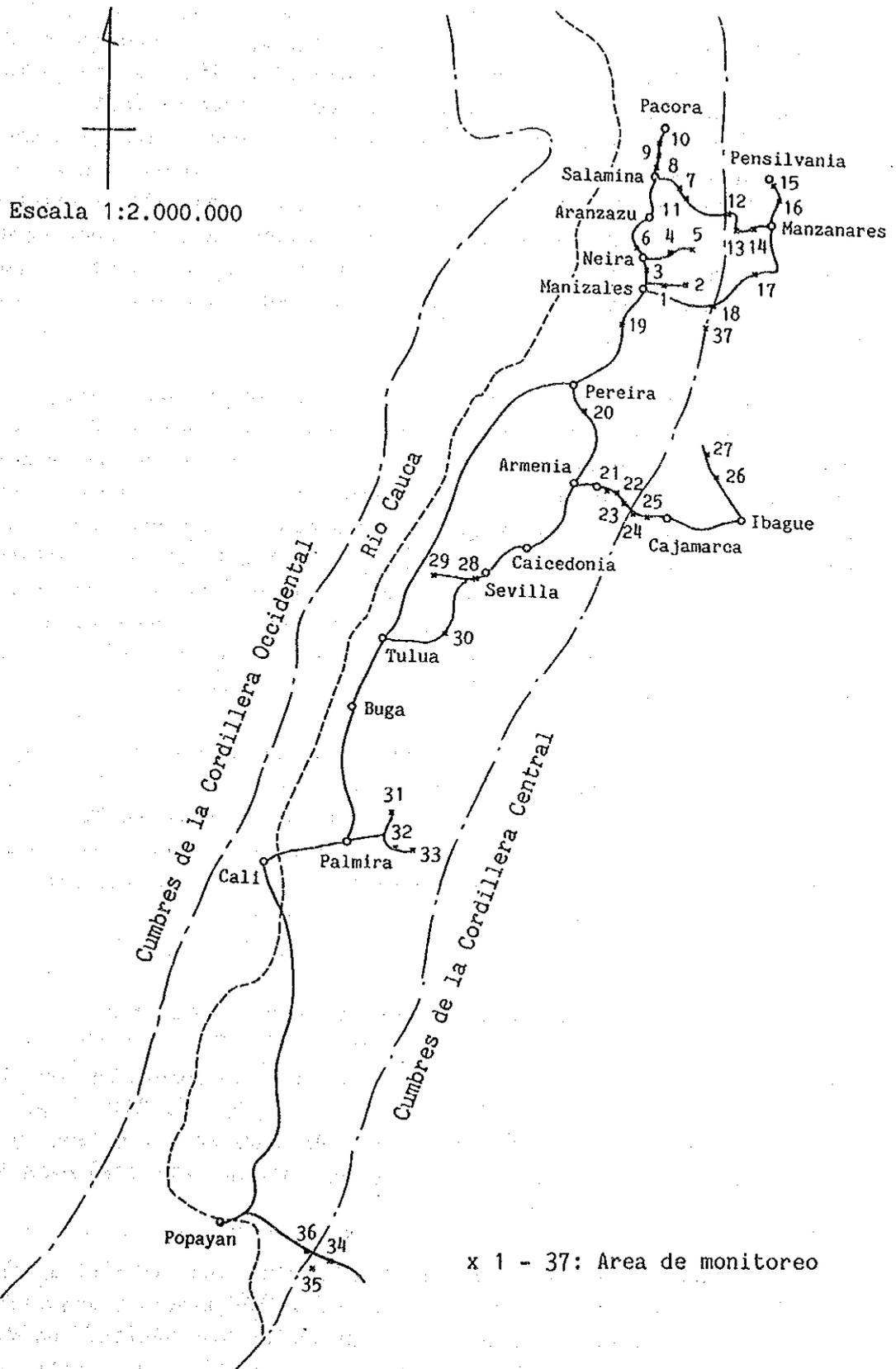
En los estudios para la elaboración de las normas de discriminación de imágenes, se establecieron las áreas de monitoreo y los estudios de las áreas de monitoreo.

(1) Establecimiento de las áreas de monitoreo

- ① Como áreas de monitoreo, se seleccionaron lugares que permitan comprobar claramente sobre el mapa y además posibilite la visualización de los cuatro costados en el mismo terreno.
- ② Como áreas de monitoreo, se fijaron puntos representativos de la superficie terrestre que tengan como mínimo la extensión de 5ha de cobertura alrededor de los respectivos puntos de observación.
- ③ Como renglones para establecer las áreas de monitoreo, se fijaron 6 ítems que son los pastizales de meseta, bosques naturales, bosques artificiales, praderas, bosques agrícolas y tierras agrícolas.
- ④ Los puntos de observación fijados en los alrededores de las áreas de monitoreo se indican con números, según se detalla en la Fig. 4.1. La cantidad total es de 37 lugares.

(2) Estudios de las áreas de monitoreo

Con respecto a las áreas de monitoreo establecidas, después de realizar las observaciones de las condiciones geográficas como las posiciones y alturas, se efectuaron los registros de observaciones y las tomas fotográficas del terreno correspondientes a vegetaciones, bosques y uso de las tierras de los alrededores.



x 1 - 37: Area de monitoreo

Fig. 4.1 Mapa de las áreas de monitoreo

(3) Otros

Durante los trabajos de la segunda clasificación de la cobertura de las tierras, además de los renglones de clasificación del uso de las tierras de las áreas de monitoreo, se agregó también el análisis de los ítems para la discriminación de terrenos rocosos, tierras desnudas como derrumbes, ciudades y poblaciones, ríos y lagos, etc. Sin embargo, no se establecieron especialmente las áreas de monitoreo con respecto a estos ítems, sino que se comprobaron sus posiciones sobre la imagen de falso color o sobre el mapa y se tomaron las fotografías del terreno para que sirvan como material para las tareas de interpretación.

Aunque inicialmente se había previsto establecer como áreas de referencia 4 escenas x 5 ítems x 3 lugares = 60 lugares dentro del área de estudio, en el departamento de Cauca de la parte sur y la zona montañosa del este de Cali han existido lugares donde los estudios eran imposibles. Además, al juzgarse que en las áreas de monitoreo se necesitan 6 ítems de discriminación que es mayor que los 5 ítems previstos inicialmente debido a las condiciones ambientales naturales y condiciones del uso de las tierras, se modificó la política de selección por división de regiones y se procedió a seleccionar sobre la base de los ítems de discriminación.

Como resultado de ello, para la fijación de las áreas de monitoreo se ha dado mayor importancia a las áreas intensivas que es la región objeto de elaboración de las normas del plan, estableciéndose 31 puntos dentro de estas áreas y 29 puntos en otras regiones, con los cuales quedaron satisfechas las cantidades de lugares por ítems necesarios para los trabajos del procedimiento de discriminación.

4.2. Estudios de Clasificación de la Cobertura de las Tierras

Para realizar los estudios de clasificación de la cobertura de las tierras se llevaron al terreno las imágenes de falso color y las imágenes de la primera clasificación de la cobertura de las tierras y se analizó la validez de las tonalidades y resultados de clasificación en los respectivos puntos de observación.

En los estudios en terreno, se realizaron las investigaciones poniendo énfasis en la situación real del uso de las tierras, vegetación y aspectos forestales de los respectivos puntos de observación. Además, en el trayecto de paso entre los puntos de observación, se realizaron

observaciones y registros de las condiciones de los alrededores para realizar los estudios de las condiciones básicas y ambientes que sirvieron para la segunda clasificación de la cobertura de las tierras.

Como resultado de estos estudios, se pudo establecer que entre las condiciones de cobertura de las tierras y las condiciones del uso de las tierras del área de estudio existe una estrecha relación con las alturas. En la Fig. 4.2 se describe el diagrama de relación entre las áreas de monitoreo por ítems de discriminación fijados y las alturas.

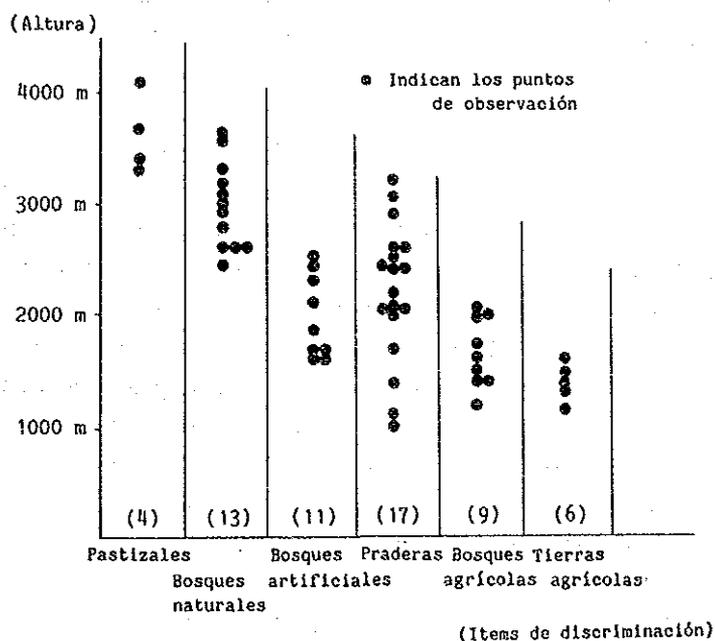


Fig. 4.2 Diagrama de la relación entre los ítems de discriminación y las alturas

Del gráfico anterior, pueden determinarse las siguientes tendencias.

Las tierras agrícolas abundan en los terrenos planos con alturas entre 1.000 - 1.200m y se desarrolla el cultivo en torno a la caña de azúcar. En el sur se observan los arrozales con riego.

Al pie de los cerros y las laderas de 1.200 - 2.000m de altura, abundan los bosques agrícolas, principalmente árboles, bambú y plátanos como árboles de sombra y del café. Además, se observa también el cultivo de caña de azúcar y caña panelera.

Dentro de los bosques, los bosques artificiales se extienden entre 1.500 - 2.800m de altura, mientras que los bosques naturales sólo quedan en los bajíos de los valles y la parte de las cumbres, observándose prácticamente en mesetas de más de 2.500m.

Los campos de pastoreo están distribuidos ampliamente entre alturas de 1.000 - 3.600m. Los pastizales de las mesetas naturales se observan a alturas mayores de 3.000m.

Con estos antecedentes, es posible estimar hasta cierto punto las condiciones de uso de las tierras, clases de vegetación y variedades de los principales cultivos que aparecen, según la altura y la topografía.

4.3. Items de Análisis sobre la Discriminación de Imágenes

Debido a que en las imágenes de falso color, los bosques naturales y bosques artificiales aparecen con tonalidades de un rojo oscuro, resulta fácil la distinción de los campos de pastoreo de color rojo claro o amarillo. Sin embargo, en los bosques de árboles secundarios donde se mezclan los bosques agrícolas y arbustos, fue imposible la discriminación debido a que se indican con tonalidades muy semejantes. No obstante, debido a que en el área de estudio es escasa la proporción que ocupan estas vegetaciones, se consideró que prácticamente no era necesaria la discriminación.

Por su lado, aunque en la zona de tierras agrícolas de los bajíos existen muchas tierras quemadas (maíz, soja, etc.), se juzga que no pueden confundirse con los pantanos que aparecen con tonalidades semejantes debido a que las divisiones prácticamente aparecen rectangulares.

Además, en las imágenes de la primera clasificación de la cobertura de las tierras se unificaron como bosques, los bosques naturales, bosques artificiales y bosques agrícolas. Además, no eran claras las diferencias entre las tierras agrícolas y los prados. Por otra parte, se dificultó la comprobación de la posición y el cotejamiento en el terreno por estar borradas las sombras, según la topografía y la dirección.

Durante la segunda clasificación de la cobertura de las tierras y la interpretación de las imágenes, en la ejecución del segundo año de estudio, se realizaron los estudios teniendo en consideración estos renglones de análisis.

5. TAREAS DE ANALISIS EN JAPON

5.1. Generalidades

Las tareas de análisis en Japón se dividen en la segunda clasificación de la cobertura de las tierras y la elaboración del mapa de análisis del LANDSAT. Los principales detalles del estudio son los siguientes.

(1) Segunda clasificación de la cobertura de las tierras

Conforme a los resultados de la primera clasificación de la cobertura de las tierras realizadas como tareas de preparación en Japón y los resultados de los estudios en terreno, se realizaron los análisis de la segunda clasificación de la cobertura de las tierras.

(2) Elaboración del mapa de análisis del LANDSAT

Sobre la base de los resultados de (1), se elaboraron los mapas de análisis del LANDSAT.

- a. Imágenes de la clasificación del uso de las tierras
- b. Imágenes de la clasificación de la vegetación
- c. Imágenes de la variación secular del uso de las tierras y la vegetación.

La escala de las imágenes elaboradas, es de 1:250.000.

5.2. Segunda Clasificación de la Cobertura de las Tierras

Para la segunda clasificación de la cobertura de las tierras, se fijaron 8 ítems de discriminación que se indican en el Cuadro 5.1, tomando en consideración los resultados de los estudios en terreno, e igual que para la primera clasificación de la cobertura de las tierras, se clasificó utilizando el método de máxima verosimilitud. La clasificación se realizó en una amplia zona que incluye la región objeto del estudio.

Cuadro 5.1 Items de discriminación para la segunda clasificación de la cobertura de las tierras

ITEMS DE DISCRIMINACION	CARACTERISTICAS DE LAS IMAGENES
Pastizales	Presenta un color rosado o violeta y es difícil la discriminación de los prados.
Bosques naturales	Presenta un color rojo oscuro.
Bosques artificiales	Presenta un color rojo claro o bermellón. Es difícil la discriminación de los bosques agrícolas.
Praderas	Presenta un color rosado o violeta y es difícil la discriminación de los pastizales.
Bosques agrícolas	Presenta un color rojo claro o bermellón. Es difícil la discriminación de los bosques artificiales.
Tierras agrícolas	Presenta un color verde o verde profundo.
Nubes	Presenta un color blanco o azul claro.
Sombra de nubes	Presenta un color negro

5.3. Interpretación de las Imágenes

Para elaborar las imágenes de la clasificación del uso de las tierras, dentro de los resultados de la segunda clasificación de la cobertura de las tierras existen aspectos que no son suficientes para la discriminación automática citada anteriormente. Es decir, tal como se ha indicado en el capítulo "4. ESTUDIOS EN TERRENO", en las imágenes de falso color, los bosques naturales y bosques artificiales se representan con el color rojo oscuro permitiendo distinguir claramente de las praderas, pero no es suficiente para efectuar la discriminación automática entre los bosques naturales y bosques artificiales mediante el procesamiento de imágenes por computadora sólo con los datos del espectro. Además, entre las praderas y pastizales (incluso los pastizales de meseta) no son claras las diferencias en la imagen.

Además, aunque las tierras desnudas como los derrumbes de laderas pueden interpretarse visualmente sobre las imágenes de falso color cuando tengan más de aproximadamente 3ha, en la discriminación automática existe la posibilidad de que se discrimine erróneamente dentro de la misma categoría del espectro que corresponde a la zona urbana.

En consecuencia, se agregó la interpretación de imágenes sobre la base de los resultados de la segunda clasificación de la cobertura de las tierras citados anteriormente, se eliminaron los errores de discrimi-

minación automática por computadora para elaborar las imágenes de clasificación del uso de las tierras. La interpretación de las imágenes, no sólo se confió en la interpretación de las imágenes de falso color, sino que se ha tratado de realizar una interpretación más detallada enfatizando las tonalidades de la pantalla de color en aquellos lugares donde las tonalidades no estuvieran claras.

La interpretación de imágenes, se dividió en 9 ítems considerando los renglones de la segunda clasificación que son (1) Tierras agrícolas, (2) Bosques agrícolas, (3) Bosques (bosques artificiales), (4) Bosques (bosques naturales), (5) Praderas, (6) Pastizales de meseta, (7) Tierras desnudas y desérticas, (8) Ciudades y zonas urbanas y (9) Nevados.

En el Cuadro 5.2 se detallan las características de las tonalidades de las imágenes de falso color.

Cuadro 5.2 Normas de interpretación de las imágenes y tonalidades

CLASIFICACION	TONALIDAD	CARACTERISTICAS
Tierras agrícolas	Rojo claro	Formas suaves. En los arrozales con riego tiene aspecto de mosaicos de color celeste
Bosques agrícolas	Rojo - rojo oscuro	Se representan con figuras sutiles en laderas de pendientes suaves
Bosques (bosques artificiales)	Rojo pardo - rojo claro	Se representan con figuras de tramas gruesas en las laderas montañosas
Bosques (bosques naturales)	Rojo pardo - rojo oscuro	Dibujos de tramas gruesas en las laderas montañosas
Praderas	Bermellón	Formas suaves
Pastizales de meseta	Verde - pardo claro	Se extienden irregularmente en las cumbres de los cerros
Tierras desnudas y desérticas	Verde claro - amarillo claro	Son pequeños puntos de las laderas o trazos lineales
Ciudades y zonas urbanas	Celeste	Tiene contornos irregulares
Nevados	Blanco - celeste	Se observa en las cumbres o partes de las crestas

5.4. Elaboración del Mapa de Análisis del LANDSAT

Con el uso de la segunda clasificación de la cobertura de las tierras y los resultados de la interpretación de imágenes, se elaboraron los mapas de análisis del LANDSAT.

(1) Imágenes de clasificación del uso de las tierras

Para la discriminación de las imágenes de clasificación del uso de las tierras se adoptaron 8 ítems que son los bosques, pastizales de meseta, praderas, bosques agrícolas, tierras agrícolas, ciudades y zonas urbanas, tierras desnudas o desérticas y nevados. Las escalas de las imágenes fueron de 1:250.000 y se representaron al mismo tiempo los sistemas de ríos principales, caminos principales y ciudades principales. Además, se elaboraron las imágenes de clasificación del uso de las tierras de dos épocas que corresponden a la década de los 70 y la década de los 80.

En la Fig. 5.3 se detallan los ítems de clasificación del uso de las tierras.

Cuadro 5.3 Ítems de clasificación del uso de las tierras

CLASIFICACION	CARACTERISTICAS
Bosques	Se consideran como bosques los bosques naturales y los bosques artificiales
Pastizales de meseta	Significan los pastizales que se distribuyen en la parte de las cumbres de los altos cerros
Praderas	Praderas que se distribuyen en toda la superficie de las laderas de la zona montañosa
Bosques agrícolas	Se incluyen los árboles altos de sombra como el bambú y los cultivos que están debajo como el café y la caña de azúcar
Tierras agrícolas	Indican las tierras agrícolas de los llanos
Ciudades y zonas urbanas	Zonas urbanizadas como la ciudad de Manizales
Tierras desnudas y desérticas	Lugares de derrumbes de gran escala o tierras desérticas
Nevados	Zona cubierta de nieves y hielos

(2) Imágenes de clasificación de la vegetación

En comparación con las imágenes de clasificación del uso de las tierras, en el caso de las imágenes de clasificación de la vegetación se extrajeron solamente los ítems relacionados con la vegetación dividiéndose los bosques en bosques artificiales y bosques naturales. Se dividió la discriminación en 5 ítems que son los bosques (bosques naturales), bosques (bosques artificiales), pastizales de meseta, praderas y otros.

El método de elaboración de las imágenes fue similar al de las imágenes de clasificación del uso de las tierras. Para las imágenes de clasificación de la vegetación se adoptó la escala de 1:250.000 y se elaboraron para dos épocas que corresponden a la década de los 70 y la década de los 80.

El Cuadro 5.4 describe los ítems de clasificación de la vegetación.

Cuadro 5.4 Items de clasificación de la vegetación

CLASIFICACION	CARACTERISTICAS
Bosques naturales	Arboles que se consideran naturales
Bosques artificiales	Arboles que se deben a la forestación
Pastizales de meseta	Indican los pastizales naturales que se distribuyen en las cumbres de los altos cerros
Praderas	Praderas que se distribuyen en toda la superficie de las laderas de la zona montañosa

(3) Imágenes de la variación secular del uso de las tierras y la vegetación

Mediante la superposición de los datos del LANDSAT de 2 épocas, se determinó la situación de la variación del uso de las tierras y la vegetación. En este caso, se determinaron las variaciones del uso de las tierras y la vegetación en un lapso de aproximadamente 10 años entre la década de los 70 y la década de los 80 y se elaboraron las imágenes de las variaciones seculares del uso de las tierras y la vegetación con una escala de 1:250.000.

6. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Sobre la base de las imágenes de clasificación del uso de las tierras, imágenes de clasificación de la vegetación y las imágenes de variación secular del uso de las tierras y la vegetación que se elaboraran hasta el capítulo anterior, se determinaron las características regionales mediante la tabulación de las superficies.

6.1. Generalidades

Debido a que en este estudio se incluyeron zonas periféricas del límite del área de estudio de 1.600.000ha, perteneciente a la Reserva Forestal Central, el análisis se realizó dentro de una extensión de aproximadamente 1.900.000ha, cubriendo como región objeto del estudio 10 departamentos que presentan diversas características regionales.

6.2. Situación del uso de las tierras

Sobre la base de las imágenes de la clasificación del uso de las tierras elaboradas en el Capítulo 5, se determinó la situación del uso de las tierras en la región objeto de estudio y se resumieron las situaciones del conjunto de la región de estudio y de cada departamento.

Según se ha indicado en el Capítulo 5, para la clasificación del uso de las tierras, se adoptaron 8 ítems que son los bosques, pastizales de meseta, praderas, bosques agrícolas, tierras agrícolas, ciudades y zonas urbanas, tierras desnudas y desérticas y los nevados.

Para determinar la situación del uso de las tierras por departamento se tabularon las superficies por cada ítem. En el Cuadro 6.1 y el Cuadro 6.2 se detallan las superficies del uso de las tierras de las respectivas épocas que corresponden a la década de los 70 y la década de los 80. Además, en la Fig. 6.1 y la Fig. 6.2 se detalla el gráfico comparativo de las superficies del uso de las tierras por departamento. El Gráfico 1, corresponde a las imágenes de clasificación del uso de la tierra por época.



- BOSQUES
- PASTIZALES DE MESETA
- PRADERAS
- BOSQUES AGRICOLAS
- TIERRAS AGRICOLAS
- CIUDADES Y POBLACIONES
- TIERRAS DESNUDAS Y DESERTICAS
- NEVADOS
- NUBES

1 DECADE 1970

2 DECADE 1980

IMAGEN 1

IMAGENES DE CLASIFICACION DEL USO DE LAS TIERRAS DE DOS EPOCAS

Cuadro 6.1 Cuadro de superficies de clasificación del uso de las tierras (década de los 70)

Cifras superiores: Superficie (ha)
Cifras inferiores: Porcentaje (%)

DEPARTAMENTOS ITEMS	ANTIOQUIA		CALDAS		RISARALDA		QUINDIO		TOLIMA		VALLE DEL CAUCA		CAUCA		BUENA VENTURA		NARIÑO		PUTUMAYO		TOTAL		
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)									
Bosques	14.900	16	42.000	17	14.800	22	20.800	17	127.200	42	40.500	19	360.100	62	103.900	78	96.100	90	13.000	83	833.300	43	50
Pastizales de meseta	0	0	13.900	6	14.200	21	2.000	2	89.000	29	41.000	19	59.500	10	900	1	5.000	1	0	4	225.500	0	12
Praderas	38.900	43	68.300	28	5.800	9	30.800	25	42.700	14	81.000	38	137.000	23	10.800	8	13.100	9	0	11	428.400	22	26
Bosques agrícolas	8.100	9	20.200	8	16.700	25	39.400	33	0	0	22.500	10	20.400	4	0	0	0	0	0	0	127.300	6	8
Tierras agrícolas	1.600	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.600	0	0
Ciudades y zonas urbanas	0	0	600	0	400	0	1.100	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.100	0	0
Tierras desn. y desérticas	0	0	0	0	300	0	200	0	0	0	1.900	1	5.900	1	0	0	2.600	0	2	2	10.900	1	1
Nevados	0	0	1.400	0	300	0	300	0	5.500	2	0	0	3.400	0	0	0	0	0	0	0	10.900	1	1
Area de anál. excepto nubes	63.500	70	146.400	59	52.500	77	94.600	78	264.400	87	186.900	87	586.300	98	115.600	87	116.800	115	13.000	94	1.640.000	85	100
Nubes	27.700	30	102.000	41	14.900	23	26.100	22	38.500	13	29.200	13	13.500	2	17.200	13	7.000	6	2.200	14	278.300	15	15
Total	91.200	100	248.400	100	67.400	100	120.700	100	302.900	100	216.100	100	599.800	100	132.800	100	123.800	100	15.200	100	1.918.300	100	(100)

Cuadro 6.2 Cuadro de superficies de clasificación del uso de las tierras (década de los 80)

Cifras superiores: Superficie (ha)
Cifras inferiores: Porcentaje (%)

DEPARTAMENTOS ITEMS	ANTIOQUIA		CALDAS		RISARALDA		QUINDIO		TOLIMA		VALLE DEL CAUCA		CAUCA		HUILA		NARIÑO		PUTUMAYO		TOTAL															
Bosques	12.900	14	21	56.400	23	28	15.200	23	29	22.600	19	22	72.800	24	44	38.300	18	21	191.900	32	53	48.600	37	83	45.700	37	73	9.600	63	100	514.000	27	40			
Pastizales de meseta	0	0	0	15.500	6	8	12.700	19	24	2.200	2	2	61.900	20	36	28.600	13	15	37.200	6	10	200	0	0	4.100	3	6	0	0	0	162.400	8	13			
Praderas	38.400	42	63	97.300	39	47	6.900	10	13	37.200	31	37	27.600	9	16	92.000	43	49	109.400	18	30	9.900	7	17	11.300	9	18	0	0	0	430.000	22	34			
Bosques agrícolas	7.700	8	13	30.300	12	15	15.700	23	29	38.500	32	38	0	0	0	25.300	12	14	16.500	3	5	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	134.100	7	11
Tierras agrícolas	1.600	2	3	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.800	0	0			
Ciudades y zonas urbanas	0	0	0	2.100	1	1	1.900	3	4	600	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.600	0	0			
Tierras desm. y desérticas	0	0	0	100	0	0	400	1	1	200	0	0	0	0	0	2.100	1	1	4.000	1	1	0	0	0	2.200	2	3	0	0	0	9.000	0	1			
Nevados	0	0	0	2.000	1	1	200	0	0	200	0	0	7.500	2	4	0	0	0	3.400	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.300	1	1			
Área de anél. excepto nubes	60.600	66	100	203.900	82	100	53.000	79	100	101.500	84	100	169.800	55	100	186.300	87	100	362.400	60	100	58.700	44	100	63.400	51	100	9.600	63	100	1.269.200	65	100			
Nubes	30.600	34		44.500	18		14.900	21		19.200	16		133.100	45		29.800	13		237.400	40		74.100	56		60.400	49		5.600	37		649.100	35				
Total	91.200	100		248.400	100		67.400	100		120.700	100		302.900	100		216.100	100		599.800	100		132.800	100		123.800	100		15.200	100		1.918.300	100				

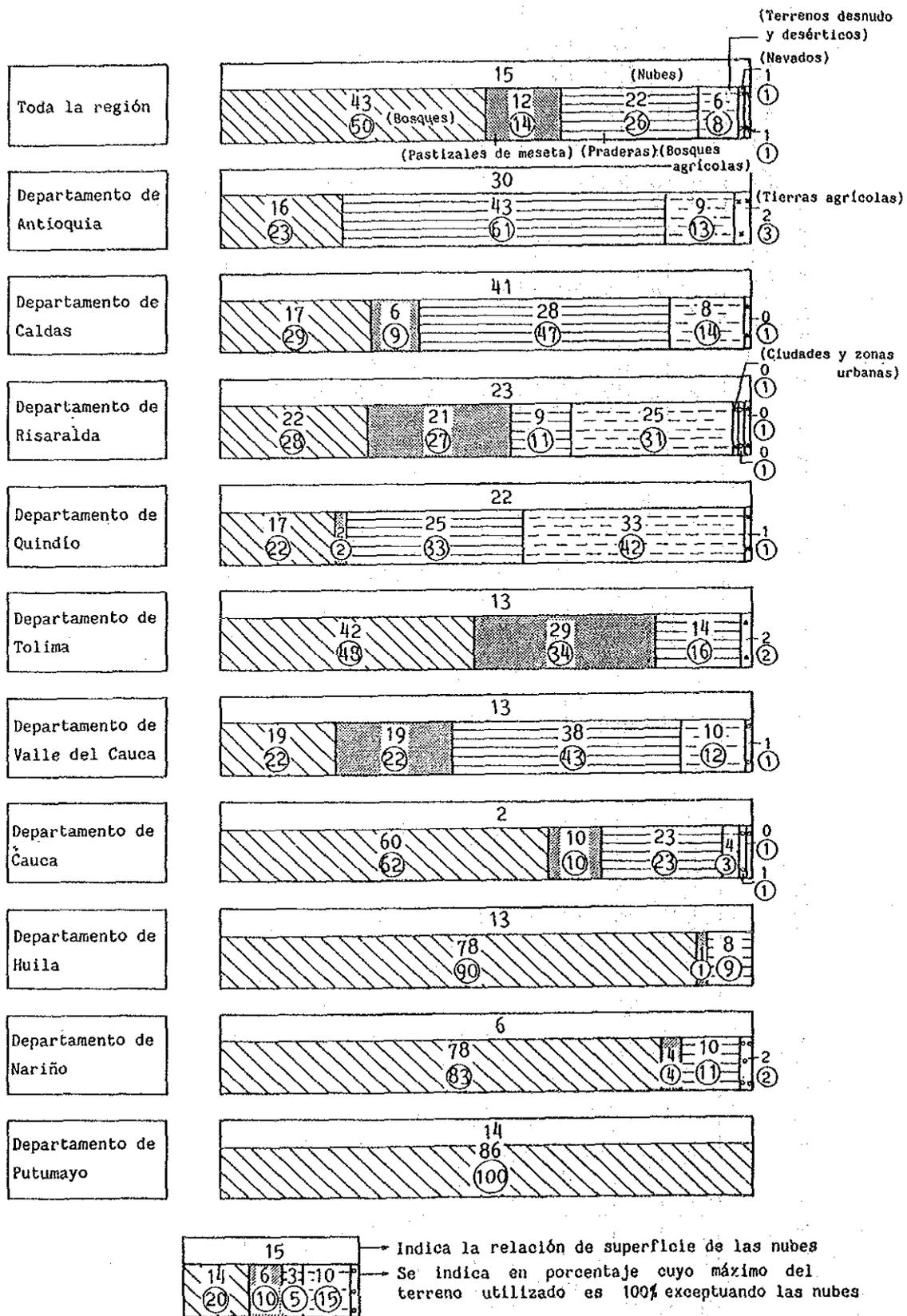
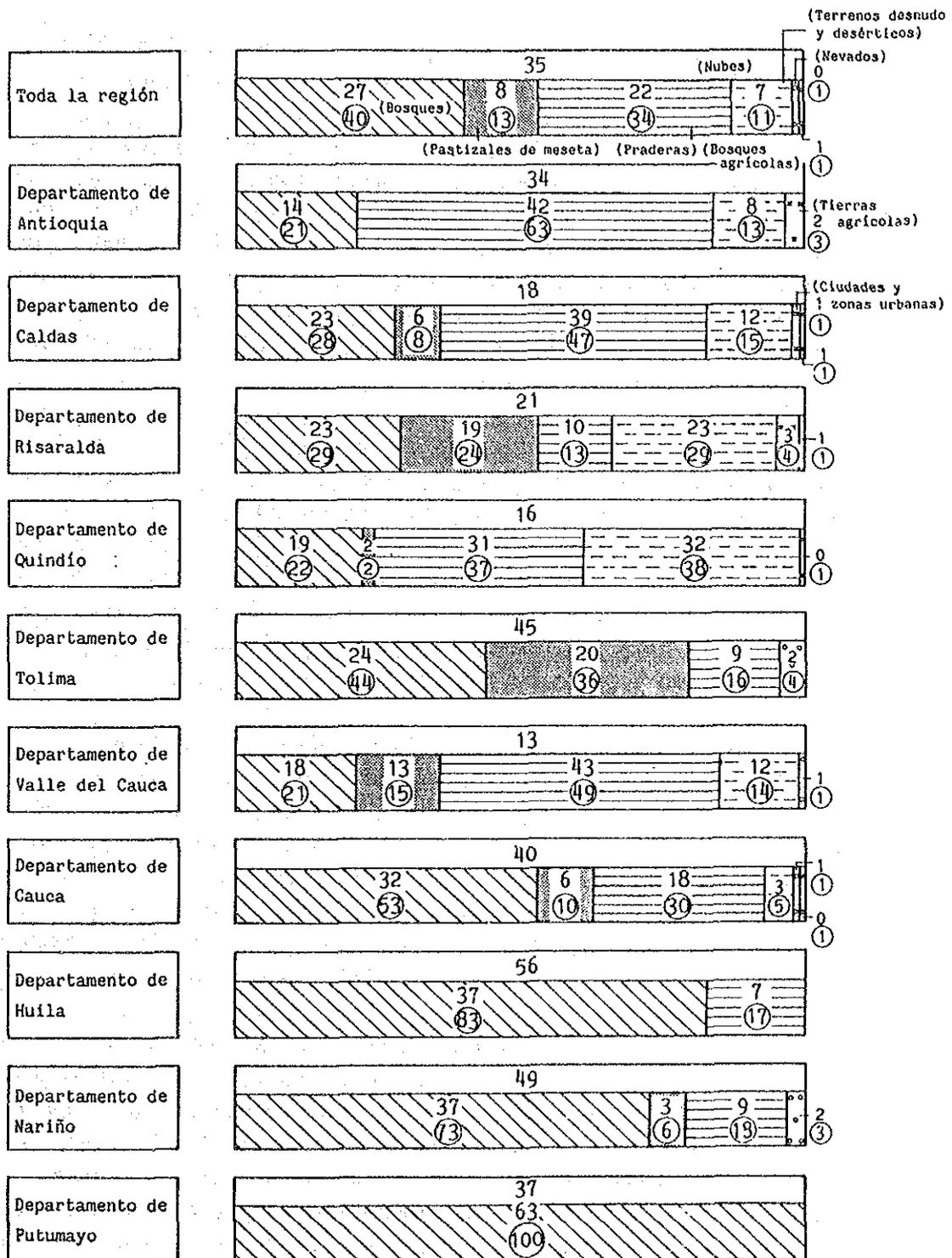


Fig. 6.1 Gráfico comparativo de las superficies del uso de las tierras (década de los 70)



15 → Indica la relación de superficie de las nubes
 14 6 3 10 → Se indica en porcentaje cuyo máximo del terreno utilizado es 100% exceptuando las nubes
 20 10 5 15

Fig. 6.2 Gráfico comparativo de las superficies del uso de las tierras (década de los 80)

(1) Situación general

La situación general del uso de las tierras a través de las décadas de los 70 y la década de los 80, puede resumirse como sigue.

- ① Dentro de las 1.918.300ha de la región objeto del estudio, las partes donde pudieron determinarse la situación del uso de las tierras fueron 1.640.000ha en la década de los 70 (valor que resulta de restar de la región objeto de estudio las 278.300ha de la superficie cubierta por las nubes) y 1.269.200ha en la década de los 80 (valor que resulta de restar 649.100ha por las mismas razones). En consecuencia, se considerarán dichas superficies como el área objeto del análisis.
- ② De los bosques, se determinaron 833.300ha en la década de los 70 y 514.000ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 43% y 27% de la región objeto de estudio. Además, corresponden respectivamente al 50% y 40% del área objeto de análisis, con una leve reducción de los bosques. Dentro de la región objeto de estudio, los bosques abundan más en la parte sur que en la parte norte. Además, se presentan más en la ladera este que la ladera oeste de la Cordillera Central.
- ③ De los pastizales de meseta, se determinaron 225.500ha en la década de los 70 y 162.400ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 12% y 8% de la región objeto de estudio. Además, corresponden respectivamente al 14% y 13% del área objeto de análisis, los cuales señalan un nivel casi similar. Los pastizales de meseta se observan en los alrededores de las cumbres de la parte central y se distribuyen en zonas que sobrepasan los 3.500m de altura, como el volcán Nevado del Ruiz.
- ④ De las praderas, se determinaron 428.400ha en la década de los 70 y 430.000ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 22% de la región objeto de estudio. Sin embargo, debido a que corresponden respectivamente al 26% y 34% del área objeto de análisis, se deduce que aumentaron las praderas. Las praderas se distribuyen ampliamente desde el pie de los cerros hasta las proximidades de las cumbres de la parte norte de la región objeto de estudio. En la parte sur, se distribuyen en mayor proporción en las proximidades del pie de los cerros.

- ⑤ De los bosques agrícolas, se determinaron 127.300ha en la década de los 70 y 134.100ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 6% y 7% de la región objeto de estudio, lo que significa que sus proporciones son similares. En cuanto a la proporción dentro del área objeto de análisis, fue del 8% para la década de los 70 y 11% para la década de los 80, lo cual indica que los bosques agrícolas han aumentado levemente. Los bosques agrícolas se distribuyen mayormente en las laderas del oeste de la Cordillera Central y se observa con abundancia especialmente en los departamentos de Risaralda y Quindío.
- ⑥ De las tierras agrícolas, se determinaron 1.600ha en la década de los 70 y 1.800ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 0% de la región objeto de estudio y del área objeto de análisis, lo cual indica que las dimensiones son sumamente reducidas. Además, las tierras agrícolas se distribuyen solamente en el departamento de Antioquia.
- ⑦ De las ciudades y zonas urbanas, se determinaron 2.100ha en la década de los 70 y 4.600ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 0% de la región objeto de estudio y del área objeto de análisis. Puede decirse que en la década de los 80 acusa un leve aumento en comparación con la década de los 70. Las ciudades y zonas urbanas se encuentran principalmente en la parte norte de la región objeto de estudio y corresponden a las ciudades de Manizales, Pereira y Armenia.
- ⑧ En cuanto a las tierras desnudas y desérticas se determinaron 10.900ha en la década de los 70 y 9.000ha en la década de los 80, lo cual significa que son casi similares. Las tierras desnudas y desérticas se observan en los departamentos de Risaralda, Valle del Cauca, Cauca y en una parte muy reducida del departamento de Nariño. Su proporción corresponde al 1% de la región objeto de estudio y del área objeto de análisis.
- ⑨ De los nevados, se determinaron 10.900ha en la década de los 70 y 13.300ha en la década de los 80. Ambas superficies corresponden al 1% de la región objeto de estudio y del área objeto de análisis. Los nevados se observan en los alrededores de las cumbres altas de los departamentos de Caldas y Tolima.

A continuación se describirán las condiciones del uso de las tierras por departamento.

(2) Situación por departamento

1) Departamento de Antioquia

- ① La región objeto de estudio pertenece a la zona montañosa del extremo sur del departamento y debido a que las alturas son relativamente bajas (máxima alrededor de 3.000m), la mayor parte está cubierta por praderas y la proporción de bosques es relativamente baja. Aunque es un departamento de gran actividad en la producción del café y los plátanos, esto sólo se observa en una parte de la región objeto de estudio.
- ② La superficie del alcance objeto de análisis del departamento de Antioquia exceptuando la parte de las nubes fue de 63.500ha en la década de los 70 y 60.600ha en la década de los 80, cuyas dimensiones corresponden al 70% y 66% respectivamente de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 91.200ha.
- ③ La superficie de los bosques fueron de 14.900ha en la década de los 70 y de 12.900ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 16% de la región objeto de estudio (23% del área objeto de análisis) y 14% (Idem 21%), lo cual significa que los bosques han disminuido, aunque en una proporción pequeña.
- ④ Los bosques de este departamento se distribuyen con alguna amplitud en las proximidades de las cumbres de la ladera oeste de la cordillera y escasamente en las proximidades de las cumbres de la ladera este.
- ⑤ De las praderas, se determinaron 38.900ha en la década de los 70 y 38.400ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 43% de la región objeto de estudio (61% del área objeto de análisis) y 42% (Idem 63%), lo cual indica una tendencia hacia un leve aumento si observamos la proporción que corresponde al área objeto de análisis.
En la ladera este de la cordillera, se destacan las praderas, mientras que en la ladera oeste, se comparten con los bosques y los bosques agrícolas en el medio de las laderas.

⑥ Los bosques agrícolas cubrían 8.100ha en la década de los 70 y 7.700ha en la década de los 80. Corresponden respectivamente al 9% de la región objeto de estudio (13% del área objeto de análisis) y 8% (Idem 13%), lo que indica que prácticamente no varió. Los bosques agrícolas se observan al pie de la cordillera hacia el lado oeste de la cordillera.

⑦ Además, se determinaron 1.600ha de tierras agrícolas en la década de los 70 y la década de los 80. Esto equivale al 2% de la región objeto de estudio (3% del área objeto de análisis). Las tierras agrícolas se observan a lo largo de los ríos al pie de los cerros.

2) Departamento de Caldas

① Debido a que la región objeto de estudio de este departamento incluye las cadenas principales de la cordillera y las zonas con diversas condiciones climáticas desde las mesetas hasta los bajíos, se combinan complejamente los área de la distribución del uso de las tierras.

② La superficie del área objeto de análisis del departamento de Caldas fue de 146.400ha en la década de los 70 y 203.900ha en la década de los 80, correspondiendo respectivamente al 59% y 82% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 248.400ha.

③ Los bosques cubrían 42.000ha en la década de los 70 y 56.400ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 17% y 23% de la región objeto de estudio. Sin embargo, las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 29% y 28%, lo cual significa que han sufrido una muy leve disminución.

Al observar la situación de la distribución de los bosques, aparte de observarse en forma dispersa en torno a las cumbres de la Cordillera Central, se observan en las amplias zonas de bosques de los alrededores de Pensilvania de la parte noreste y en la región desde Aguadas hasta Salamina de la parte noroeste.

④ Los pastizales de meseta cubrían 13.900ha en la década de los 70 (6% de la región objeto de estudio) y 15.500ha en la década de los 80 (Idem 6%). Estas superficies corresponden respectivamente al 9% y 8% del área objeto de análisis y no se observan prácticamente variaciones. Los pastizales de meseta se distribuyen en las cumbres de la cordillera.

- ⑤ Las praderas cubrían 68.300ha en la década de los 70 (28% de la región objeto de estudio) y 97.300ha en la década de los 80 (Idem 39%). Ambas superficies corresponden al 47% del área objeto de análisis, indicando que prácticamente no han sufrido variaciones. Las praderas se distribuyen en general hasta las proximidades de las cumbres, exceptuando los bosques que se observan dispersamente y los bosques agrícolas al pie de los cerros.
- ⑥ Los bosques agrícolas cubrían 20.200ha en la década de los 70 (8% de la región objeto de estudio) y 30.300ha en la década de los 80 (Idem 12%). Estas superficies corresponden respectivamente al 14% y 15% del área objeto de análisis, señalando un leve aumento. Los bosques agrícolas se distribuyen en los alrededores del pie de los cerros de la ladera oeste de la cordillera.

3) Departamento de Risaralda

- ① El departamento de Risaralda tiene una alta densidad de población y es activa la producción del café y caña de azúcar. La región objeto de estudio se encuentra al fondo de Pereira, capital del departamento. Los bosques agrícolas se distribuyen con amplitud considerable y debido a que existen zonas de condiciones variadas con alturas de 1.500m - 5.000m, las superficies de los ítems de uso de tierras acusan valores relativamente parejos.
- ② La superficie del área objeto de análisis del departamento de Risaralda fue de 52.500ha en la década de los 70 y de 53.000ha en la década de los 80, correspondiendo respectivamente al 77% y 79% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 67.400ha.
- ③ Los bosques cubrían 14.800ha en la década de los 70 y 15.200ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 22% y 23% de la región objeto de estudio y equivalen al 28% y 29% del área objeto de análisis. En consecuencia, puede decirse que los bosques han disminuído en una medida muy reducida. La distribución de los bosques, se observan en la mitad de las laderas del oeste de la Cordillera Central.
- ④ Los pastizales de meseta cubrían 14.200ha en la década de los 70 y 12.700ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 21% y 19% de la región objeto de estudio y equivalen al 27% y 24% del área objeto de análisis, lo cual indica

que los pastizales de meseta han disminuido levemente. Los pastizales de meseta se distribuyen en los alrededores de las cumbres.

- ⑤ Las praderas cubrían 5.800ha en la década de los 70 y 6.900ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 9% y 10% de la región objeto de estudio y equivalen al 11% y 13% del área objeto de análisis. En consecuencia, las praderas han aumentado levemente. Las praderas se distribuyen desde el medio de las laderas hacia el pie de la cordillera en la parte oeste de la Cordillera Central.
- ⑥ Los bosques agrícolas cubrían 16.700ha en la década de los 70 y 15.700ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 25% y 23% de la región objeto de estudio. Con respecto al área objeto de análisis, equivalen al 31% y 29% e indican que los bosques agrícolas han disminuido levemente. Los bosques agrícolas se distribuyen al pie de los cerros hacia el oeste de la cordillera.
- ⑦ Entre los demás ítems, se observan en forma reducida las ciudades y zonas urbanas, las tierras desnudas y desérticas y los nevados.

4) Departamento de Quindío

- ① El departamento de Quindío tiene una superficie pequeña y teniendo en cuenta que la densidad de la población es la más alta dentro de los 10 departamentos, es activa la producción agrícola en torno al café. La región objeto de estudio que incluye a la ciudad de Armenia, capital del departamento, tiene la mayor parte cubierta por praderas y bosques agrícolas. Por esta razón, la proporción de los bosques es baja. Además, casi no se observa la distribución de pastizales de meseta debido a que las alturas son algo bajas (1.500m - 3.500m).
- ② La superficie del área objeto de análisis del departamento de Quindío fue de 94.600ha en la década de los 70 y de 101.500ha en la década de los 80, correspondiendo respectivamente al 78% y 84% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 120.700ha.
- ③ Los bosques cubrían 20.800ha en la década de los 70 y 22.600ha en la década de los 80. Estas superficies corresponden respectivamente al 17% y 19% de la región objeto de estudio. Además, con

respecto al área objeto de análisis, equivalen ambos al 22% e indica que no ha habido variaciones con respecto a los bosques. Los bosques están distribuidos abundantemente en el medio de las laderas del oeste de la Cordillera Central.

- ④ Los pastizales de meseta cubrían 2.000ha en la década de los 70 (2% de la región objeto de estudio) y 2.200ha en la década de los 80 (Idem 2%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron igualmente de 2%. Se distribuyen apenas en la parte de las cumbres de más de 3.000m de altura.
- ⑤ Las praderas cubrían 30.800ha en la década de los 70 (25% de la región objeto de estudio) y 37.200ha en la década de los 80 (Idem 31%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron de 33% y 37%, con una leve tendencia de aumento. Se distribuyen en forma agrupada y amplia sobre las laderas de la zona montañosa de 2.000 - 3.000m de altura.
- ⑥ Los bosques agrícolas cubrían 39.400ha en la década de los 70 (33% de la región objeto de estudio) y 38.500ha en la década de los 80 (Idem 32%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron de 42% y 38%, indicando una leve tendencia de disminución. Abarca la superficie más amplia de la región objeto de estudio y se extiende en toda la superficie de los bajos de menos de 2.000m de altura.
- ⑦ Las ciudades y zonas urbanas ocupaban 1.100ha (década de los 70) por la presencia de la ciudad de Armenia que es la capital del departamento, pero la proporción con respecto a la región objeto de estudio es de apenas 1%.
- ⑧ Las tierras desnudas y desérticas y los nevados cubren una superficie muy reducida y se distribuyen en las mesetas montañosas del extremo norte.

5) Departamento de Tolima

- ① La región objeto de estudio se encuentra en la zona montañosa del extremo oeste del departamento de Tolima cuya mayor parte está cubierta por bosques y pastizales de meseta debido a que no se incluye la parte de los bajos que constituye el centro de la producción agrícola.

- ② La superficie del área objeto de análisis en el departamento de Tolima fue de 264.400ha en la década de los 70 y de 169.800ha en la década de los 80, correspondiendo respectivamente al 87% y 55% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 302.900ha.
- ③ Los bosques cubrían 127.200ha en la década de los 70 (42% de la región objeto de estudio) y 72.800ha en la década de los 80 (Idem 24%). Estas superficies corresponden respectivamente al 48% y 44% de la región objeto de estudio, observándose una leve tendencia a la disminución. Ocupan la superficie más amplia de la región objeto de estudio y se distribuyen ampliamente en las laderas del este de la zona montañosa de menos de 3.000m de altura.
- ④ Los pastizales de meseta cubrían 89.000ha en la década de los 70 (29% de la región objeto de estudio) y 61.900ha en la década de los 80 (Idem 20%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 34% y 36%, observándose una leve tendencia al aumento. Cubre la zona montañosa desde la parte central hasta la parte sur y toda la superficie de la meseta de más de 3.000m de altura del Nevado del Ruiz del extremo norte.
- ⑤ Las praderas cubrían 42.700ha en la década de los 70 (14% de la región objeto de estudio) y 27.600ha en la década de los 80 (Idem 9%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron en ambos casos de 16% indicando que no ha habido variaciones. Se distribuye en forma agrupada en los bajíos de la parte central hasta la parte norte de la región objeto de estudio.
- ⑥ Los nevados se presentan en torno a la cumbre del cerro Nevado del Tolima y ocupan una superficie de alrededor del 2% de la zona objeto de estudio.
- ⑦ Los bosques agrícolas, tierras agrícolas, ciudades y zonas urbanas y tierras desnudas o desérticas no se reconocen dentro de la región objeto de estudio.

6) Departamento de Valle del Cauca

- ① Aunque el departamento de Valle del Cauca tiene una alta densidad de población y es activa la producción de caña de azúcar, las superficies de tierras agrícolas son reducidas debido a que la región objeto de estudio se ubica hacia la parte montañosa. Los

pastizales como las praderas y los pastizales de meseta ocupan una superficie considerable y la proporción de los bosques es relativamente baja.

- ② La superficie del área objeto de análisis en el departamento de Valle del Cauca fue de 186.900ha en la década de los 70 y de 186.300ha en la década de los 80 y ambos casos equivalen al 87% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 216.100ha.
- ③ Los bosques cubrían 40,500ha en la década de los 70 (19% de la región objeto de estudio) y 38.300ha en la década de los 80 (Idem 18%). Estas superficies corresponden respectivamente al 22% y 21% del área objeto de análisis, lo cual indica que prácticamente no ha variado. Se distribuye en forma dispersa en las laderas de la zona montañosa del este de la región objeto de estudio y en forma agrupada en los llanos del sur.
- ④ Los pastizales de meseta cubrían 41.000ha en la década de los 70 (19% de la región objeto de estudio) y 28.600ha en la década de los 80 (Idem 13%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis, fueron respectivamente de 22% y 15%, reconociéndose la tendencia de disminución de proporciones considerables. Se distribuyen en forma concentrada en la parte de la meseta de la zona montañosa del este.
- ⑤ Las praderas cubrían 81.000ha en la década de los 70 (38% de la región objeto de estudio) y 92.000ha en la década de los 80 (Idem 43%), ocupando la superficie más amplia dentro de la región objeto de estudio. Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 43% y 49%, con una tendencia de aumento considerable. Se distribuyen en forma amplia cubriendo prácticamente toda la superficie de los bajos del oeste de la región objeto de estudio.
- ⑥ Los bosques agrícolas cubrían 22.500ha en la década de los 70 (10% de la región objeto de estudio) y 25.300ha en la década de los 80 (Idem 12%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 12% y 14%, indicando una leve tendencia de aumento. Se distribuyen en forma concentrada solamente en los bajos del extremo norte de región objeto de estudio.
- ⑦ Las tierras desnudas y desérticas se encuentran dispersas dentro de las praderas, pero las superficies son escasas (1% de la región objeto de estudio) y no se observan variaciones en particular.

- ⑧ Las tierras agrícolas, ciudades y zonas urbanas y los nevados no se observan dentro de la región objeto de estudio.

7) Departamento de Cauca

- ① El departamento de Cauca tiene una superficie grande pero debido a que la densidad de población es baja, quedan los bosques en las partes montañosas (especialmente en la región sur). Debido a que la región objeto de estudio se ubica en torno a la parte montañosa, los bosques y pastizales de meseta ocupan una superficie considerable. Además, en la zona montañosa del norte que cuenta con la ciudad de Popayán que es la capital del departamento, están desarrolladas las praderas y es grande la superficie que ocupa dentro de la región objeto de estudio.
- ② Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Cauca fue de 586.300ha en la década de los 70 y de 362.400ha en la década de los 80 que equivalen respectivamente a 98% y 60% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 599.800ha.
- ③ Los bosques cubrían 360.100ha en la década de los 70 (60% de la región objeto de estudio) y 191.900ha en la década de los 80 (Idem 32%), ocupando una superficie considerable dentro de la región objeto de estudio. Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 61% y 53% y se reconoce la tendencia de disminución en proporciones considerables. En la parte norte de la región objeto de estudio, se distribuyen mezclándose con otros usos de tierras en las laderas de menos de 3.500m de altura a lo largo de las cadenas principales de la cordillera. En la parte sur, se distribuyen en toda la superficie que cubre la zona montañosa de baja altura (1.500 - 3.000m).
- ④ Los pastizales de meseta cubrían 59.500ha en la década de los 70 (10% de la región objeto de estudio) y 28.600ha en la década de los 80 (Idem 6%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron en ambos casos de 10% y no se observan variaciones. Se distribuyen en forma dispersa en los alrededores de la cumbre del Nevado del Huila del extremo norte de la región objeto de estudio y en las mesetas de más de 3.500m de altura a lo largo de las cumbres de la cordillera.
- ⑤ Las praderas cubrían 137.000ha en la década de los 70 (23% de la región objeto de estudio) y 109.400ha en la década de los 80 (Idem

18%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 23% y 30%, reconociéndose que existe una tendencia de aumento considerable. Se distribuyen hacia las cumbres de la cordillera que se extiende de norte a sur como si penetraran dentro de los bosques desde el lado de los bajíos.

- ⑥ Los bosques agrícolas cubrían 20.400ha en la década de los 70 (4% de la región objeto de estudio) y 16.500ha en la década de los 80 (Idem 3%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 4% y 5%, indicando una leve tendencia de aumento. Se distribuyen cubriendo las tierras entre las praderas y bosques de la parte sur de la región objeto de estudio.
- ⑦ Las tierras desnudas y desérticas se encuentran dispersas dentro de los bosques, pero las superficies son escasas con el 1% de la región objeto de estudio. No se observan variaciones entre la década de los 70 y la década de los 80.
- ⑧ Los nevados se distribuyen escasamente en las proximidades de la cumbre del Nevado del Tolima.
- ⑨ Las tierras agrícolas y ciudades y zonas urbanas no se observan dentro de la región objeto de estudio.

8) Departamento de Huila

- ① Al igual que el departamento de Cauca, el departamento de Huila tiene una densidad de población baja y la producción agrícola también es baja. Debido a que la región objeto de estudio se encuentra en las mesetas montañosas del extremo sudoeste del departamento, el uso de tierra está cubierto por bosques en la mayor parte y praderas.
- ② Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Huila fue de 115.600ha en la década de los 70 y de 58.700ha en la década de los 80 que equivalen respectivamente a 87% y 44% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 132.800ha.
- ③ Los bosques cubrían 103.900ha en la década de los 70 (78% de la región objeto de estudio) y 48.600ha en la década de los 80 (Idem 37%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 90% y 83%, observándose una tendencia de leve reducción. Ocupa la mayor parte de la región objeto de estudio y se distribuyen cubriendo toda la superficie excepto una parte de los bajíos.

- ④ Los pastizales de meseta se encuentran dispersas en la parte de las cumbres del extremo sur de la región objeto de estudio, pero la superficie es escasa (1% de la región objeto de estudio).
- ⑤ Las praderas cubrían 10.800ha en la década de los 70 (8% de la región objeto de estudio) y 9.900ha en la década de los 80 (Idem 7%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 9% y 18%, lo cual indica que se ha duplicado. Se distribuyen en forma agrupada en el extremo norte y el extremo sudoeste de la región objeto de estudio.
- ⑥ Los bosques agrícolas, tierras agrícolas, ciudades y zonas urbanas, tierras desnudas y desérticas y los nevados no se observan dentro de la región objeto de estudio.

9) Departamento de Nariño

- ① Al igual que en el departamento de Cauca y departamento de Huila, el departamento de Nariño tiene una densidad de población baja y en la parte montañosa se conservan los bosques. La región objeto de estudio abarca las partes montañosas que incluyen cerros que sobrepasan los 4.000m y toda la región está cubierta de bosques en la mayor parte, pastizales de meseta y praderas.
- ② Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Nariño fue de 116.800ha en la década de los 70 y de 63.400ha en la década de los 80 que equivalen respectivamente a 94% y 51% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 123.800ha.
- ③ Los bosques cubrían 96.100ha en la década de los 70 (78% de la región objeto de estudio) y 45.700ha en la década de los 80 (Idem 37%), las cuales corresponden respectivamente al 83% y 73% del área objeto de análisis, indicando que los bosques van disminuyendo. Los bosques se distribuyen en las zonas con excepción de las praderas de los bajíos de la parte sur y las tierras desnudas y desérticas de los pastizales de meseta.
- ④ Los pastizales de meseta cubrían 5.000ha en la década de los 70 (4% de la región objeto de estudio) y 4.100ha en la década de los 80 (Idem 3%), equivalen respectivamente a 4% y 6% del área objeto de análisis e indican proporciones casi iguales. Además, los pastizales de meseta, se distribuyen como si rodearan la cumbre del volcán Doña Juana.

- ⑤ Las praderas cubrían 13.100ha en la década de los 70 (10% de la región objeto de estudio) y 11.300ha en la década de los 80 (Idem 9%). Las proporciones con respecto al área objeto de análisis fueron respectivamente de 11% y 18%, indicando que existe una tendencia de aumento considerable. Se distribuyen en forma concentrada en la zona montañosa del centro de la región objeto de estudio.
- ⑥ Las tierras desnudas se distribuyen solamente en la cumbre del volcán Doña Juana y ocupan una superficie que equivale al 2% de la región objeto de estudio.
- ⑦ Los bosques agrícolas, tierras agrícolas, ciudades y zonas urbanas y nevados no se observan dentro de la región objeto de estudio.

10) Intendencia del Putumayo

- ① La Intendencia del Putumayo tiene una densidad de población baja y la zona donde se producen los productos agrícolas se limitan a una ínfima parte. Debido a que la región objeto de estudio se encuentra en el fondo de la zona montañosa del extremo noroeste del departamento, los bosques dominan toda la región.
- ② Las superficies del área objeto de análisis de la Intendencia del Putumayo fue de 13.000ha en la década de los 70 y de 9.600ha en la década de los 80 que equivalen respectivamente a 86% y 66% de la región objeto de estudio que tiene una superficie de 15.200ha.
- ③ Esta región ocupa un superficie muy reducida dentro del conjunto de la región objeto de estudio y toda el área objeto de análisis está cubierto por bosques.

6.3. Situación de la Distribución de la Vegetación

Contrariamente a las imágenes de clasificación del uso de las tierras, en las imágenes de clasificación de la vegetación se han extraído sólo los ítems relacionados con la vegetación y se han subdividido los bosques en bosques naturales y bosques artificiales. Para la clasificación de la vegetación, los ítems de discriminación se dividieron en 5 renglones, así: bosques naturales, bosques artificiales, pastizales de meseta, praderas y otros.

En el Cuadro 6.3 y el Cuadro 6.4 se detallan las superficies de clasificación de la vegetación. En el Cuadro 6.3 y el Cuadro 6.4 se detallan la situación de la vegetación natural y vegetación artificial, considerándose como vegetación natural los bosques naturales y los pastizales de meseta, y como vegetación artificial los bosques artificiales y las praderas.

A continuación se describirán la situación de la distribución de la vegetación dividiéndose en la situación general y la situación por departamentos.

(1) Situación general

- ① Con respecto a la región objeto de estudio, las superficies del área objeto de análisis después de exceptuar las nubes fueron de 1.640.000ha en la década de los 70 y de 1.269.200ha en la década de los 80, las cuales son similares a la situación del uso de las tierras de la cláusula 6.2.
- ② Los bosques naturales cubrían 806.300ha en la década de los 70 y 484.100ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 43% y 25% de la región objeto de estudio y equivalen al 49% y 38% del área objeto de análisis. En consecuencia, los valores acusan una reducción de bosques naturales.
- ③ La superficie de los bosques artificiales fue de 43.900ha en la década de los 70 y de 46.800ha en la década de los 80. Estas superficies representan respectivamente el 2% y 3% de la región objeto de estudio y equivalen al 3% y 4% del área objeto de análisis. En consecuencia, puede decirse que los bosques artificiales han aumentado muy levemente.
- ④ Aquí se abrevian las explicaciones con respecto a los pastizales de meseta y las praderas por haberse explicado en la cláusula de la situación del uso de las tierras (Ver cláusula 6.2).
- ⑤ Con respecto a las vegetaciones, al observarse las vegetaciones naturales y las vegetaciones artificiales, en la década de los 70 se registra el 69% de vegetaciones naturales y 31% de vegetaciones artificiales, mientras que en la década de los 80 se registra el 58% de vegetaciones naturales y 42% de vegetaciones artificiales. En consecuencia, puede decirse que disminuyeron las vegetaciones naturales y aumentaron las vegetaciones artificiales.



- BOQUES NATURALES
- BOSQUES ARTIFICIALES
- PASTIZALES DE MESETA
- PRADERAS
- OTROS
- NUBES

1) DECADA 1970

2) DECADA 1980

IMAGEN 2 IMAGENES DE CLASIFICACION DE LA VEGETACION

Cuadro 6.3 Cuadro de superficies de clasificación de la vegetación (década de los 70)

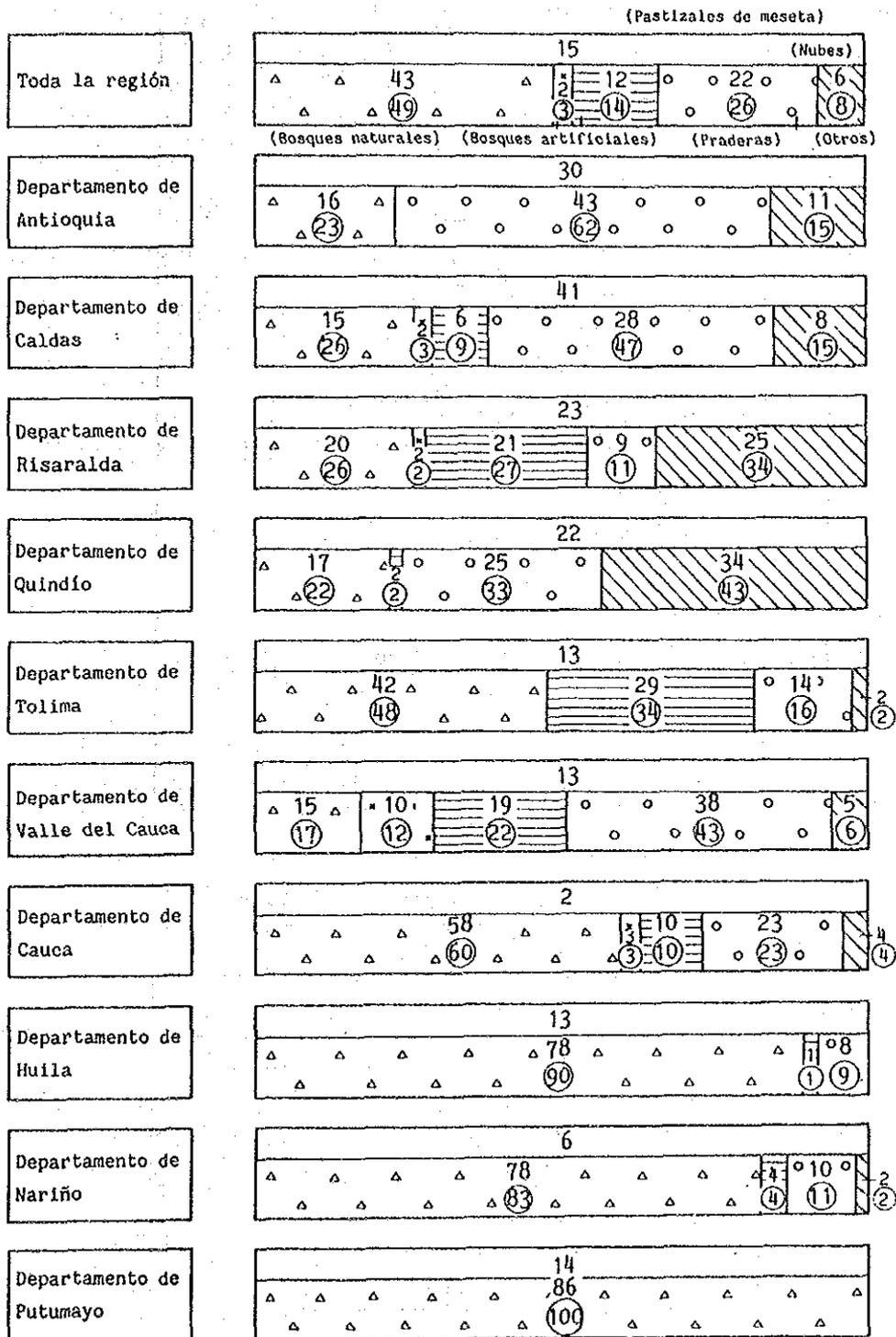
Cifras superiores: Superficie (ha)
Cifras inferiores: Porcentaje (%)

DEPARTAMENTOS ITEMS	ANTIOQUIA		CALDAS		RISARALDA		QUINDIO		TOLIMA		VALLE DEL CAUCA		CAUCA		HUILA		NARIÑO		PUTUMAYO		TOTAL	
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)								
Bosques naturales	14.900	16	37.800	15	13.700	20	20.800	17	126.600	42	31.300	15	348.200	58	103.900	78	96.100	78	13.000	86	806.300	43
Bosques artificiales	0	0	4.200	2	1.100	2	0	0	600	0	22.500	10	15.500	3	0	0	0	0	0	0	43.900	2
Pastizales de meseta	0	0	13.900	6	14.200	21	2.000	2	89.000	29	41.000	19	59.500	10	900	1	5.000	4	0	0	225.000	12
Praderas	38.900	43	68.300	28	5.800	9	30.800	25	42.700	14	81.000	38	137.000	23	10.800	8	13.100	10	0	0	428.400	22
Otros	9.700	11	22.200	8	17.700	25	41.000	34	5.500	2	11.100	5	26.100	4	0	0	2.600	2	0	0	135.900	6
Area de anél. excepto nubes	63.500	70	146.400	59	52.500	77	94.600	78	264.400	87	186.900	87	586.300	98	115.600	87	116.800	94	13.000	86	1.640.000	85
Nubes	27.700	30	102.000	41	14.900	23	26.100	22	38.500	13	29.200	13	13.500	2	17.200	13	7.000	6	2.200	14	278.300	15
Total	91.200	100	248.400	100	67.400	100	120.700	100	302.900	100	216.100	100	599.800	100	132.800	100	123.800	100	15.200	100	1.916.300	100
Vegetación natural	14.900	28	51.700	42	27.900	80	22.800	43	215.600	83	72.300	41	407.700	73	104.800	91	101.100	89	13.000	100	1.031.300	69
Vegetación artificial	38.900	72	72.500	58	6.900	20	30.800	57	43.300	17	103.500	59	152.500	27	10.800	9	13.100	11	0	0	472.300	3
Total de vegetación	53.800	100	124.200	100	34.800	100	53.600	100	258.900	100	175.800	100	560.200	100	115.600	100	114.200	100	13.000	100	1.503.600	100

Cuadro 6.4 Cuadro de superficies de clasificación de la vegetación (década de los 80)

Cifras superiores: Superficie (ha)
Cifras inferiores: Porcentaje (%)

DEPARTAMENTOS ITEMS	ANTIOQUIA		CALDAS		RISARALDA		QUINDIO		TOLIMA		VALLE DEL CAUCA		CAUCA		HUILA		NARIÑO		PUTUMAYO		TOTAL	
Bosques naturales	12.900	14	49.000	20	13.800	20	22.600	19	71.500	24	29.300	181.100	30	48.600	37	45.700	37	9.600	63	72	25	484.100
Bosques artificiales	0	0	7.400	3	1.400	3	0	0	1.300	0	22.300	14.400	3	0	0	0	0	0	0	0	0	46.800
Pastizales de meseta	0	0	15.500	6	12.700	19	2.200	2	61.900	20	28.600	37.200	6	200	0	4.100	0	0	0	0	0	162.400
Praderas	38.400	42	97.300	39	6.900	10	37.200	31	27.600	9	92.000	109.400	18	9.900	7	11.300	9	0	0	0	0	430.000
Otros	9.300	10	34.700	14	18.200	27	39.500	32	7.500	3	14.100	20.300	2	0	0	2.300	2	0	0	0	0	145.900
Area de anál. excepto nubes	60.600	66	203.900	82	53.000	79	101.500	84	169.800	55	186.300	362.400	60	58.700	44	63.400	51	9.600	66	100	1.269.200	
Nubes	30.600	34	44.500	18	14.400	21	19.200	16	133.100	44	29.800	237.400	41	74.100	56	60.400	49	5.600	37	35	649.100	
Total	91.200	(100)	248.400	(100)	67.400	(100)	120.700	(100)	302.900	(100)	216.100	599.800	(100)	132.800	(100)	123.800	(100)	15.200	(100)	15.200	(100)	1.918.300
Vegetación natural	12.900	25	64.500	38	26.500	76	24.800	40	133.400	82	57.900	218.300	64	48.800	83	49.800	82	9.600	100	100	58	646.500
Vegetación artificial	38.400	72	104.700	62	8.300	24	37.200	60	28.900	18	114.300	123.800	36	9.900	17	11.300	0	0	0	0	0	476.800
Total de vegetación	51.300	100	169.200	100	34.800	100	62.000	100	162.300	100	172.200	342.100	100	58.700	100	61.100	100	9.600	100	100	58	1.123.300



15 → Indica la relación de superficie de las nubes
 → Se indica en porcentaje cuyo máximo del terreno utilizado es 100% exceptuando las nubes

Fig. 6.3 Gráfico comparativo de las superficies de vegetación por departamento (década de los 70)

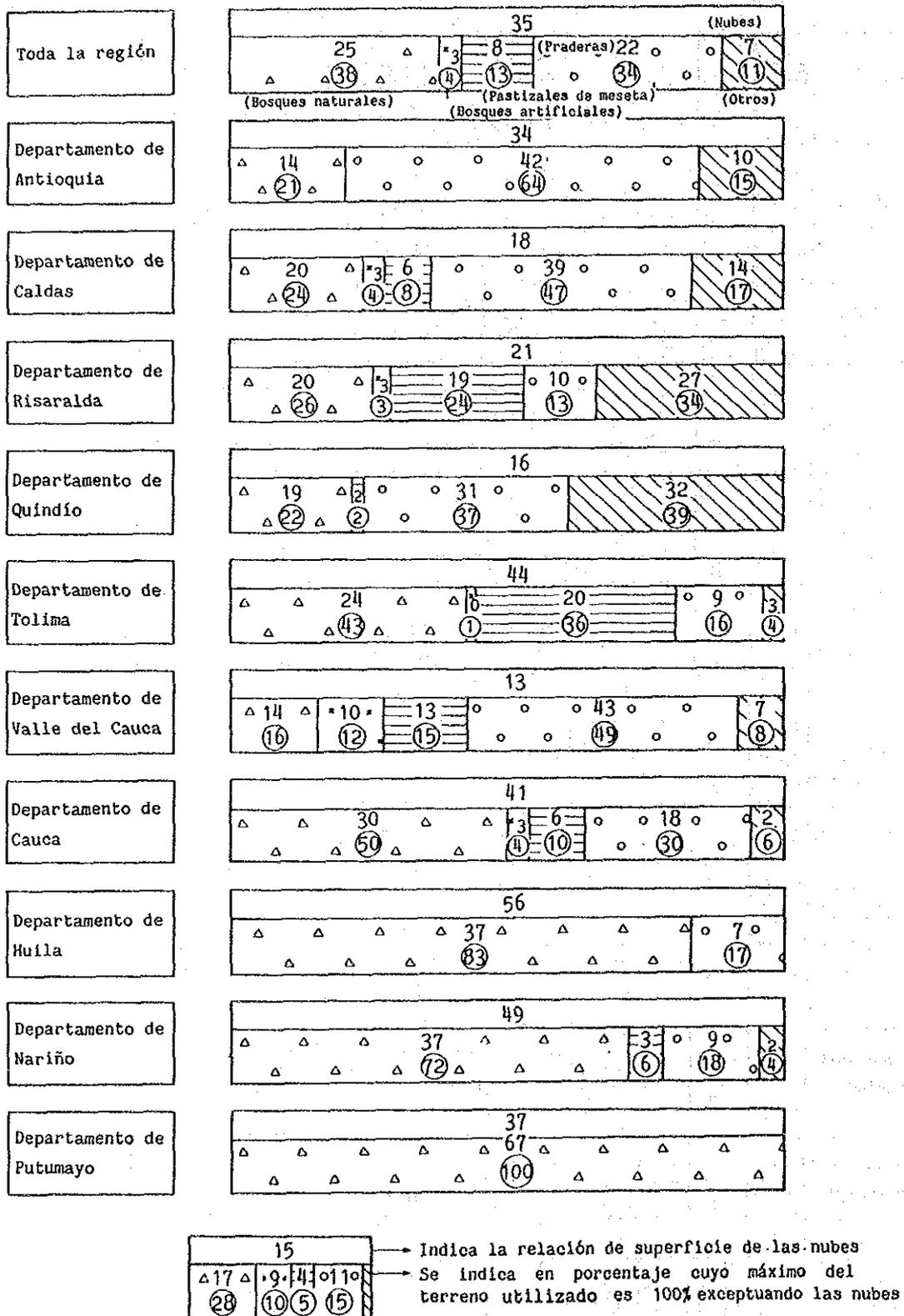


Fig. 6.4 Gráfico comparativo de las superficies de vegetación por departamento (década de los 80)

A continuación se describirá la situación por departamento.

(2) Situación por departamentos

Para comparar la situación de la vegetación de cada departamento, en la Fig. 6.3 y la Fig. 6.4 se describen los gráficos comparativos de las superficies de vegetación por departamento.

1) Departamento de Antioquia

- ① Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Antioquia fueron de 63.500ha en la década de los 70 y de 60.600ha en la década de los 80.
- ② Dentro de esas superficies, los bosques naturales cubrían 14.900ha en la década de los 70 (23% del área objeto de análisis) y 12.900ha en la década de los 80 (Idem 23%), pudiéndose decir que prácticamente no han sufrido variaciones.
- ③ Las praderas cubrían 38.900ha en la década de los 70 (Idem 62%) y 38.400ha en la década de los 80 (Idem 64%), registrando un leve aumento.
- ④ Al observar la proporción entre las vegetaciones naturales y las vegetaciones artificiales, en la década de los 70 se registró el 28% de vegetaciones naturales y 72% de vegetaciones artificiales, mientras que en la década de los 80 se registró el 25% de vegetaciones naturales y 75% de vegetaciones artificiales. Aquí se deduce que disminuyeron escasamente las vegetaciones naturales y aumentaron las vegetaciones artificiales.

2) Departamento de Caldas

- ① Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Caldas fueron de 146.400ha en la década de los 70 y de 203.900ha en la década de los 80.
- ② Los bosques naturales cubrían 37.800ha en la década de los 70 (26% del área objeto de análisis) y 49.000ha en la década de los 80 (Idem 24%), indicando que ha sufrido una pequeña reducción.
- ③ Los bosques artificiales se distribuyen en Pensilvania y Manizales. Las superficies eran de 1.100ha en la década de los 70 y de 7.400ha en la década de los 80. Estos valores representan respectivamente el 3% y 4% del área objeto de análisis, indicando un leve aumento de bosques artificiales.

- ④ Las praderas cubrían 68.300ha en la década de los 70 (Idem 47%) y 97.300ha en la década de los 80 (Idem 47%), pudiéndose decir que prácticamente no han variado las proporciones con respecto al área objeto de análisis.
- ⑤ Al observar la proporción entre las vegetaciones naturales y las vegetaciones artificiales, en la década de los 70 se registró el 42% de vegetaciones naturales y 58% de vegetaciones artificiales, mientras que en la década de los 80 se registró el 38% de vegetaciones naturales y 62% de vegetaciones artificiales, acusando una reducción de bosques naturales.

3) Departamento de Risaralda

- ① Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Risaralda fueron de 52.500ha en la década de los 70 y de 53.000ha en la década de los 80.
- ② Los bosques naturales cubrían 13.700ha en la década de los 70 y 13.800ha en la década de los 80. Estos valores representan en ambos casos el 26% del área objeto de análisis, indicando que prácticamente no han sufrido variaciones.
- ③ Los bosques artificiales se observan abundantemente en las laderas de las zonas montañosas de los alrededores de Pereira. Las superficies fueron de 1.100ha en la década de los 70 y de 1.300ha en la década de los 80, las cuales representan respectivamente el 2% y 3% del área objeto de análisis, lo cual indica que hubo un muy leve aumento.
- ④ Las praderas fueron de 5.800ha en la década de los 70 (11% del área objeto de análisis) y de 6.900ha en la década de los 80 (Idem 13%), reconociéndose que hubo aumento.
- ⑤ Al observar la proporción entre las vegetaciones naturales y las vegetaciones artificiales, en la década de los 70 se registró el 80% de vegetaciones naturales y 20% de vegetaciones artificiales, mientras que en la década de los 80 se registró el 76% de vegetaciones naturales y 24% de vegetaciones artificiales.

4) Departamento de Quindío

- ① Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Quindío fueron de 94.600ha en la década de los 70 y de 101.500ha en la década de los 80.
- ② Todos los bosques son bosques naturales cuyas superficies fueron de 20.800ha en la década de los 70 y de 22.600ha en la década de los 80. Estos valores representan en ambos casos el 22% del área objeto de análisis, pudiéndose decir que prácticamente no hubo variaciones.
- ③ Las praderas cubrían 30.800ha en la década de los 70 (33% del área objeto de análisis) y de 37.200ha en la década de los 80 (Idem 37%), reconociéndose que hubo un leve aumento.
- ④ La vegetación natural cubría 22.800ha en la década de los 70 (Idem 43%) y 24.800ha en la década de los 80 (Idem 40%), mientras que la vegetación artificial tenían 30.800ha en la década de los 70 (Idem 57%) y la década de los 80 (Idem 60%). Puede decirse que disminuyó la vegetación natural y aumentó la vegetación artificial.

5) Departamento de Tolima

- ① Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Tolima fueron de 264.400ha en la década de los 70 y de 169.800ha en la década de los 80.
- ② Prácticamente todos los bosques son bosques naturales. Con respecto al área objeto de análisis, los bosques naturales cubrían 126.600ha en la década de los 70 y 71.500ha en la década de los 80 ocupando respectivamente el 48% y 43%.
- ③ Los bosques artificiales se distribuyen en la ladera norte del cerro Nevado del Tolima. Los bosques artificiales eran apenas de 600ha en la década de los 70 pero en la década de los 80 tenían 1.300ha.
- ④ Aunque las praderas acusan valores considerablemente diferentes con 42.700ha en la década de los 70 y 27.600ha en la década de los 80, al observar la proporción con respecto al área objeto de análisis, en ambos casos indican el 16%, lo cual se juzga que no es una variación notable.

- ⑤ Al observar según el tipo de vegetación, aunque la superficie de las vegetaciones naturales fueron de 215.600ha en la década de los 70 y de 133.400ha en la década de los 80, corresponde respectivamente el 83% y 82% del área objeto de análisis, señalando una leve reducción. En cambio, la vegetación artificial acusa un leve aumento.

6) Departamento de Valle del Cauca

- ① La superficie del área objeto de análisis del departamento de Valle del Cauca fue de 186.900ha en la década de los 70 y de 186.300ha en la década de los 80, registrando superficies casi iguales.
- ② Los bosques naturales se distribuyen abundantemente en la parte de las cumbres de la zona montañosa. Estos bosques naturales cubrían 31.300ha en la década de los 70 (17% del área objeto de análisis) y 29.300ha en la década de los 80 (Idem 16%).
- ③ Los bosques artificiales prácticamente no han variado en las décadas de los 70 y la década de los 80, con cifras de 22.500ha (Idem 12%) y de 22.300ha (Idem 12%).
- ④ Las praderas ocupaban 81.000ha en la década de los 70 (Idem 43%) y 92.000ha en la década de los 80 (Idem 49%), registrando un leve aumento.
- ⑤ Dentro de las vegetaciones, las vegetaciones naturales tenían 72.300ha en la década de los 70 (Idem 41%) y en la década de los 80 (Idem 34%), mientras que las vegetaciones artificiales tenían 103.500ha (Idem 59%) y 114.300ha respectivamente en la década de los 80 (Idem 66%). En consecuencia, registra una reducción de vegetaciones naturales y aumento de vegetaciones artificiales.

7) Departamento de Cauca

- ① La superficie del área objeto de análisis del departamento de Cauca fue de 586.300ha en la década de los 70 y de 362.400ha en la década de los 80.
- ② Los bosques naturales cubrían 348.200ha en la década de los 70 y 181.100ha en la década de los 80, correspondiendo respectivamente al 60% y 50% del área objeto de análisis, disminuyendo levemente.

Los bosques naturales abundan en la parte de las cumbres de la zona montañosa y en la parte sur del área objeto de análisis.

- ③ Los bosques artificiales se distribuyen en forma agrupada en las laderas de la zona montañosa del este de Popayán. Los bosques artificiales cubrían 15.500ha en la década de los 70 y 14.400ha en la década de los 80 que corresponden respectivamente a 3% y 4% del área objeto de análisis, indicando un leve aumento.
- ④ Las praderas cubrían 137.000ha en la década de los 70 y 109.400ha en la década de los 80 cuyas proporciones corresponden respectivamente al 23% y 30% del área objeto de análisis, registrando una tendencia de aumento.
- ⑤ Según la discriminación de las vegetaciones naturales y las vegetaciones artificiales, en la década de los 70 las vegetaciones naturales registraron el 73% y las vegetaciones artificiales el 27%, mientras que en la década de los 80, las vegetaciones naturales registraron el 64% y las vegetaciones artificiales el 36%. Estos valores indican la disminución de la vegetación natural.

8) Departamento de Huila

- ① Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Huila fueron de 115.600ha en la década de los 70 y de 63.400ha en la década de los 80.
- ② Los bosques son todos bosques naturales para ambas épocas y se distribuyen prácticamente en todas las laderas de las zonas montañosas. Los bosques naturales cubrían 103.900ha en la década de los 70 (90% del área objeto de análisis) y 48.600ha en la década de los 80 (Idem 83%). Aunque ocupan una proporción considerable del área objeto de análisis, se observa la disminución de bosques naturales.
- ③ Las praderas cubrían 10.800ha en la década de los 70 (9% del área objeto de análisis) y 9.900ha en la década de los 80 (Idem 17%). Puede decirse que están aumentando las praderas.
- ④ Las vegetaciones naturales disminuyeron desde el 91% de la década de los 70 a 83% de la década de los 80. En cambio, las vegetaciones artificiales aumentaron desde el 9% de la década de los 70 al 17% en la década de los 80.

9) Departamento de Nariño

- ① Las superficies del área objeto de análisis del departamento de Nariño fueron de 116.800ha en la década de los 70 y de 63.400ha en la década de los 80.
- ② Los bosques cubrían 96.100ha en la década de los 70 y 45.700ha en la década de los 80 que corresponden respectivamente a 83% y 72% del área objeto de análisis, acusando una leve reducción.
- ③ Las praderas cubrían 13.100ha en la década de los 70 (11% del área objeto de análisis) y 11.300ha en la década de los 80 (Idem 18%), registrando un aumento.
- ④ Según la discriminación de las vegetaciones, las vegetaciones naturales sufrieron una reducción desde el 89% de la década de los 70 al 82% de la década de los 80. Las vegetaciones artificiales aumentaron del 11% en la década de los 70 al 18% en la década de los 80.

10) Intendencia del Putumayo

- ① La superficie del área objeto de análisis de la Intendencia del Putumayo fue de 13.000ha en la década de los 70 y de 9.600ha en la década de los 80.
- ② Los bosques son totalmente bosques naturales. Además, toda el área objeto de análisis son bosques naturales tanto en la década de los 70 como en la década de los 80 sin que se observaran variaciones de la clase de vegetación.
- ③ En consecuencia, la vegetación es totalmente natural y no se observan variaciones entre las dos épocas.

6.4. Situación de la Variación Secular del Uso de las Tierras y la Vegetación.

Sobre la base de las imágenes de variación secular del uso de las tierras y la vegetación elaboradas en el Capítulo 5, se resumió la situación de estas variaciones para la región objeto de estudio, tal como se detalla a continuación. Además, el Cuadro 6.6 presenta en forma global el estado de la variación secular del uso de las tierras y la vegetación.

El área de análisis de la variación secular se limita al área que no tenga nubes entre las dos épocas, cuyas superficies se detallan en el Cuadro 6.5. En la región objeto de estudio que tiene una superficie de 1.918.300ha, el área de análisis de variación secular es de 1.040.000ha (51% de la región objeto de estudio).

Cuadro 6.5 Area de análisis de variación secular

DEPARTAMENTOS	SUPERFICIE OBJETO DE ESTUDIO (ha)	AREA DE ANALISIS DE VARIACION SECULAR (ha)
Antioquia	91.200	47.400 (52)
Caldas	248.400	168.900 (68)
Risaralda	67.400	45.200 (67)
Quindío	120.700	56.700 (47)
Tolima	302.900	224.100 (74)
Valle del Cauca	216.100	129.600 (60)
Cauca	599.800	221.900 (37)
Huila	132.800	66.400 (50)
Nariño	123.800	71.800 (58)
Putumayo	15.200	8.000 (53)
Total	1.918.300	1.040.000 (54)

Entre paréntesis se indica la proporción (%) del área de análisis con respecto a la superficie objeto de estudio.

A continuación, se describirá la situación de la variación secular.

(1) Situación general

Observando la variación secular entre 2 épocas (aproximadamente 10 años) entre la década de los 70 y la década de los 80, en general se deduce que dentro de los bosques, los bosques naturales se transformaron substancialmente en praderas y bosques agrícolas. Sin embargo, se observa por otra parte un aumento de los bosques artificiales en una parte de la región. La región de la variación secular donde fue posible efectuar claramente el análisis durante el presente estudio fue de 32.700ha cuyo 76% equivalente a 24.400ha está relacionado con las variaciones de los bosques. Estas transformaciones de los bosques, se entienden por bosques naturales transformados en praderas o bosques agrícolas.

Cuadro 6.6 Cuadro de variaciones seculares del uso de las tierras y la vegetación

[Unidad: ha]

Década de los 70	Década de los 80	BOSQUES		PASTIZALES DE MESETA	PRADERAS	BOSQUES AGRICOLAS	TIERRAS AGRICOLAS	CIUDADES Y ZONAS URBANAS	TIERRAS DESN. Y DESERT.	NEVADOS	TOTAL
		BOSQUES NATURALES	BOSQUES ARTIFICIALES								
		---	---		20.400	4.000					24.400 (75)
BOSQUES NATURALES					400						400 (1)
BOSQUES ARTIFICIALES					1.300						1.300 (4)
PASTIZALES DE MESETA				---	---						1.500 (5)
PRADERAS			1.500		---						1.500 (5)
BOSQUES AGRICOLAS					3.200	---	200	1.600			5.000 (15)
TIERRAS AGRICOLAS						100	---				100 (0)
CIUDADES Y ZONAS URBANAS								---			
TIERRAS DESNUDAS Y DESERTICAS									---		
NEVADOS										---	
TOTAL			1.500		25.300	4.100	200	1.600			32.700

El renglón que sigue en importancia son las regiones de bosques agrícolas que se transformaron en praderas, tierras agrícolas y ciudades y zonas urbanas que totalizan 5.000ha equivalente al 15% de la región de variación. Luego están las regiones de praderas que se transformaron en bosques artificiales que totalizan 1.500ha equivalentes al 5% de la región de variación. Además, la región de pastizales de meseta que se transformaron en praderas totalizan 1.300ha (4%) y los bosques artificiales que se transformaron en praderas totalizan 400ha y las tierras agrícolas que se transformaron en bosques agrícolas totalizan 100ha.

La representación gráfica de la situación anterior, se describe en la Fig. 6.5.

Dentro de la comparación entre la década de los 70 y la década de los 80, se comprueba que disminuyeron los bosques naturales y pastizales de meseta y aumentaron los bosques artificiales, praderas, bosques agrícolas, tierras agrícolas y ciudades y zonas urbanas.

(2) Situación por departamento

A continuación se detallan las variaciones seculares del uso de las tierras y la vegetación por departamentos.

1) Departamento de Antioquia

En las laderas del lado este de la zona montañosa, los bosques agrícolas se transformaron en praderas. En las laderas del lado oeste, los bosques naturales se transformaron en bosques agrícolas o praderas. De las 12.900ha de bosques naturales de la región objeto de estudio, se redujo el 22% que corresponde a 2.800ha.

2) Departamento de Caldas

En la región próxima a las cumbres del norte, los bosques naturales se transformaron en praderas y en el oeste, los bosques agrícolas se transformaron en praderas. 4.000ha de bosques naturales y 1.700ha de bosques agrícolas se transformaron en praderas.

3) Departamento de Risaralda

En Pereira que se ubica en la parte oeste de la región de estudio, se observa que los bosques agrícolas se transformaron en ciudades y zonas urbanas. En la zona montañosa del sur, un total de 400ha de bosques se transformaron en praderas.

4) Departamento de Quindío

En las laderas del lado oeste, se observan las variaciones ya que los bosques naturales se han transformado en bosques agrícolas o praderas. Los bosques ocupan 22.600ha, de las cuales se redujeron 3.000ha.

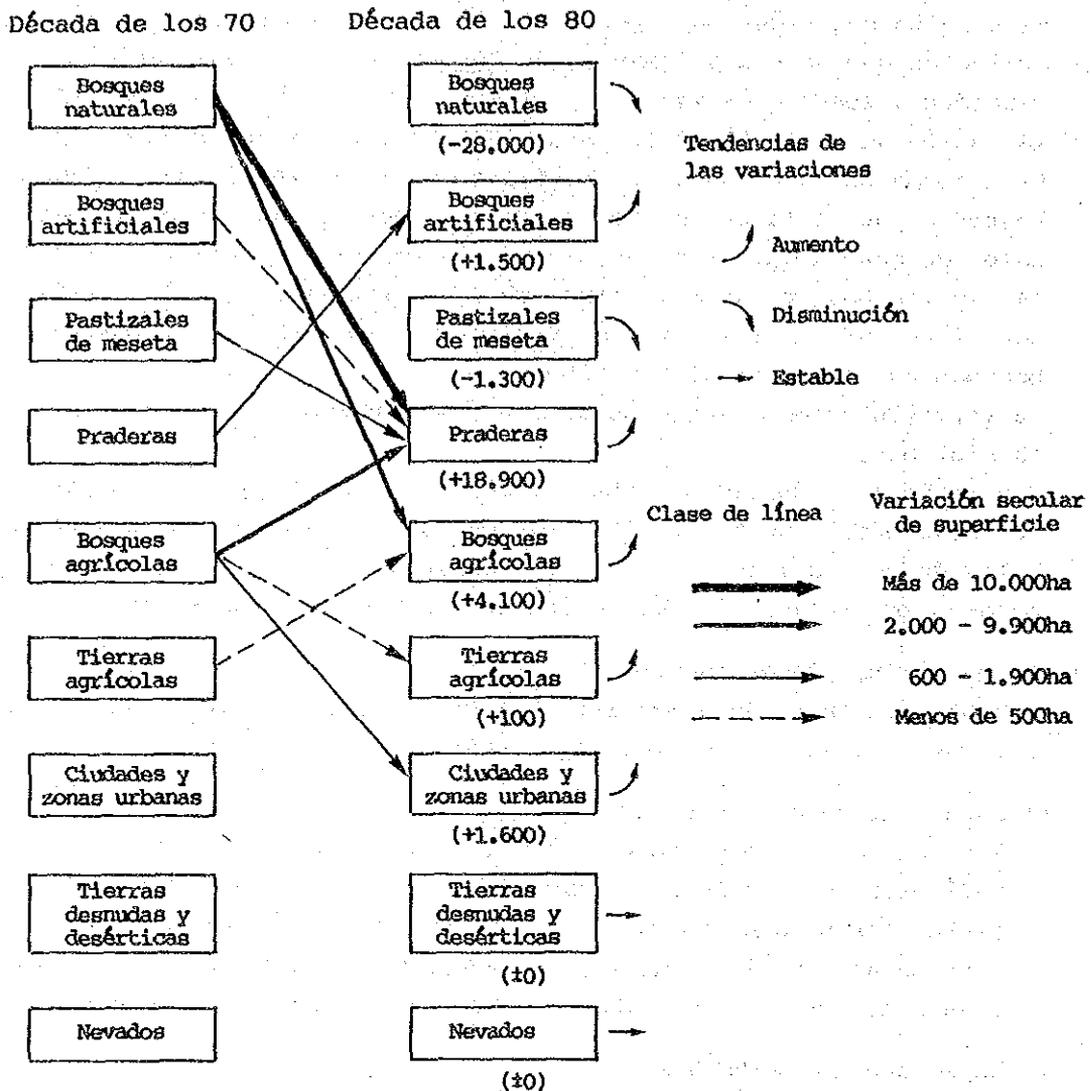


Fig. 6.5 Diagrama de la situación de las variaciones seculares del uso de las tierras y la vegetación (Unidad: ha)

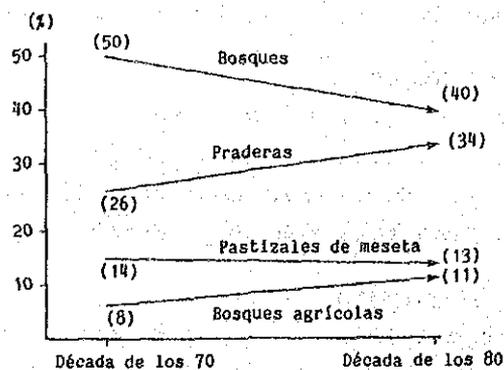


Fig. 6.6 Situación de las variaciones seculares del uso de las tierras

5) Departamento de Tolima

En general, es reducida la región donde se observa la variación secular. Apenas existen 200ha de bosques naturales de la región de las laderas de la zona montañosa que se han transformado en praderas.

6) Departamento de Valle del Cauca

En las laderas de los alrededores de las cumbres de las zonas montañosas, 1.900ha de bosques (1.500ha de bosques naturales y 400ha de bosques artificiales) se han transformado en praderas. En una parte de las laderas próximas a los bajíos de los ríos, se observa la región de tierras agrícolas que se transformaron en bosques agrícolas.

7) Departamento de Cauca

Con excepción de la región del sur, se observa la variación secular de la vegetación en toda la región. En las laderas del este de la zona montañosa, prácticamente todas las variaciones corresponden a los bosques (bosques naturales) que se transformaron en praderas. En los alrededores del Nevado del Huila, en el área limítrofe se observa la variación de los pastizales de meseta que se transformaron en praderas. En las laderas del lado oeste, se observa también grandes variaciones de los bosques (bosques naturales) transformados en praderas. Por otra parte, se observan también las regiones de praderas que por la forestación se han transformado en bosques artificiales. En conjunto, 11.900ha de bosques naturales se han transformado en praderas. 1.500ha de praderas se han transformado en bosques artificiales.

8) Departamento de Huila

Dentro del área de análisis de la variación secular, son escasos los bosques (bosques naturales) que se hayan transformado en praderas (300ha).

9) Departamento de Nariño e Intendencia del Putumayo

Dentro del área de análisis de variación secular, no se observaron variaciones seculares.