

APLICACION DE LOS CRITERIOS DE AGROLOGIA FORESTAL AL ESTUDIO DE LOS SUELOS DE BOSQUE EN LA ZONA OESTE DE TAPALPA, JALISCO

Alberto GOMEZ TAGLE ROJAS*
Yolanda CHAVEZ HUERTA**

RESUMEN

Se realizó un estudio de suelos forestales como parte de las bases necesarias para implementar un plan de manejo silvícola en los bosques de Tapalpa, Jalisco.

Los criterios empleados, corresponden a los que se plantean en la Agrología Forestal y los métodos usados fueron:

- a) Estudio topográfico del área.
- b) Ubicación de perfiles edafológicos en función de las características del arbolado.
- c) Descripción morfológica y muestreo por horizontes.
- d) Análisis físicos y químicos de suelos.
- e) Estudio de las interacciones suelo-planta.
- f) Elaboración de microperfiles.
- g) Elaboración del fisiograma controlado para representación del sustrato.

*M.C. Investigador de la Sección de Uso Múltiple de los Recursos Forestales del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente (CIFO), INIFAP. SARH.

**Bióloga. Investigadora de la Sección de Uso Múltiple de los Recursos Forestales del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente (CIFO), INIFAP. SARH.

Los resultados indican gran variación topográfica y edafológica, hechos que impactan el desarrollo y composición del arbolado, ya que en Andosoles se observa muy buenas características de vigor, altura y regeneración; en cambio en Luvisoles y Cambisoles es inferior el desarrollo de las coníferas llegándose a observar la sustitución ecológica de éstas por encinos principalmente; sin embargo en el caso de los Regosoles encontramos esencialmente encinos y bosque mesófilo de montaña, como posible resultado de la pobreza del suelo.

Finalmente se presenta un cuadro comparativo donde se propone el desarrollo de prácticas de uso múltiple en diversos aspectos.

SUMMARY

A study of forest soils was carried out as part of the necessary basis to implement a silvicultural management plan in the forests of Tapalpa, Jalisco.

The criteria used, correspond to those implemented on the Forestry Agrology and the methods were as follows:

- a) Topographic study of the area.
- b) Localization of edaphologic profiles in base of woodland characteristics.
- c) Morphologic description and sampling of horizons.
- d) Physical and chemical analysis of soils.
- e) Study of soil-plant interactions.
- f) Elaboration of microprofiles.
- g) Performance of the control physiogram to represent the substratum.

The results indicate great topographic and edaphologic variation, facts that have an impact on the development and composition of the wood, as in the Andosols good vigor characteristics are noticed, as well as height, and regeneration; on the other hand, in Luvisols and Cambisols the development of conifers is inferior, observing the ecologic substitution of conifers for oaks, mainly; eventhough, in the case of the Regosols, we mainly found oaks and mesophylous forests, possibly as a result of a poor soil.

Finally, a comparative table is presented in which it is proposed the development of multiple-use practices in different aspects.

INTRODUCCION

Dentro de los diversos campos de las ciencias agronómicas, existen aquellos que están relacionados con la evaluación del recurso suelo; este cuerpo natural es el medio de crecimiento y fijación de la vegetación, por lo que su evaluación implica la caracterización de aquellas propiedades que influyen en el desarrollo vegetal. La Agrología es precisamente la rama agronómica cuyos principios y métodos se ocupan de esta evaluación; sin embargo, es necesario aclarar que la tendencia principal de esta disciplina ha sido eminentemente agrícola, es decir caracteriza en un alto grado la tierra que tiene utilidad para producir alimento para el hombre o bien forraje. El problema se presenta cuando se hace indispensable evaluar el terreno de producción forestal; en general para nuestro país, el terreno forestal es agreste, generalmente lejano de centros urbanos importantes, de difícil acceso y su producción agrícola es muy baja o nula; éstas y otras características han hecho que importantes zonas del país (70% montañoso) de excelente productividad forestal estén catalogadas únicamente como zonas forestales. Cuando se realizan levantamientos agrológicos, de acuerdo con la clasificación de capacidad de uso del suelo de Klingebiel y Montgomery (1961), las clases asignadas a suelos forestales son la V y la VI y en esta clasificación las variables del suelo como textura, profundidad, etc. son de primera importancia; sin embargo, en el ecosistema forestal se presentan otras como exposición, riesgo de incendio, sobrepastoreo, cortas clandestinas, zonas de alimentación de acuíferos y otras que deben ser tomadas en cuenta.

Considerando las razones antes citadas, se propone la siguiente definición:

“Agrología Forestal es una rama de la agronomía que organiza y describe, cualitativa y cuantitativamente el estudio de los terrenos forestales, en función de su productividad dando normas para su uso actual y potencial”.

El presente trabajo es una aplicación de los criterios y métodos empleados en la Agrología Forestal para la evaluación de terrenos de bosque templado en la zona oeste de Tapalpa, Jalisco y los objetivos fueron los siguientes:

- Realizar una evaluación preliminar de los suelos forestales, tomando como base la disposición de las masas arboladas.
- Generar datos básicos para la estructuración de un plan de manejo silvícola.
- Probar algunos de los métodos de representación (fisiogramas) utilizados en Agrología Forestal.

ANTECEDENTES

A la fecha, en nuestro país son escasos los estudios que tratan de relacionar cuantitativamente el sustrato forestal y la masa arbolada. Por otra parte, la presión sobre los recursos, la necesidad de diversificar la producción forestal, y el volumen de importación de material celulósico, hacen necesario conocer más ampliamente el ecosistema y sus distintos componentes.

De manera resumida, podemos citar a Castaños (1962), que en su estudio sobre calidades de estación para *Pinus patula* identificó como factores importantes del sustrato a la profundidad, la altitud y la exposición. Cervantes y Cuevas (1981), estudiaron las relaciones entre las propiedades físicas del suelo y la distribución de raíces en el mismo, determinando que no hay limitantes para el desarrollo radicular. Orantes (1980) al trabajar sobre calidades de estación para *P. hartwegii* señaló una íntima relación entre el incremento medio anual, el incremento medio periódico y la altura del fuste, con la materia orgánica, la capacidad de retención de humedad, y el porcentaje de arcilla.

Como elementos químicos importantes para el desarrollo de los pinos, Ronnie (1956 in Aguirre, 1982), menciona que en 100 años se requieren 502 kg/ha de calcio, 225 kg/ha de potasio y 52 kg/ha de fósforo. Arteaga y Echevers (1982), mediante un análisis de nutrientes en el suelo y el follaje de *Pinus radiata*, encontraron bajos valores de fósforo, establecieron regresiones y correlaciones entre las características del arbolado y las condiciones fisiográficas, y definieron como factor crítico a la exposición.

Gómez Tagle (1982), aplicó modelos de regresión múltiple para estudiar relaciones sustrato-árbol y fisiogramas controlados para representar la información integradamente; las propiedades del sustrato que consideró importantes fueron pendiente y profundidad. En un estudio de relación suelo-vegetación

forestal, Chávez (1983) determinó que la pendiente y características de la partícula (como tamaño y distribución) influyen directamente sobre los incrementos de la masa. Nuevamente Gómez Tagle (1984), presentó un esquema experimental de trabajo aplicado a zonas de bosques templados y fríos denominado Sistema Agrológico Forestal, mediante el cual evalúa los terrenos en términos de uso múltiple.

LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GENERALES

Las coordenadas del área de estudio son 19°55'47" a 19°59'51" latitud norte y 103°45'45" a 103°51'46" longitud oeste; la superficie aproximada es de 6 272 ha (fig. 1).

Geología.

Según Demant *et al* (1976), y CETENAL (1975), se reconocen en el área materiales correspondientes al Cenozoico Superior Volcánico; éstos son, principalmente:

Basalto que ocupa 5 243 ha, brecha volcánica en 563 ha, aluviones 330 ha, materiales residuales 73 ha, lutitas y areniscas 61 ha, así como cenizas y tobas volcánicas.

Estos dos últimos materiales, tienen una distribución amplia y se les localiza sobre cualquiera de los otros, aunque cartográficamente no se señalan.

Clima.

Por su localización altimétrica entre los 1 900 y 2 400 msnm, esta región tiene un clima templado-subhúmedo; las lluvias ocurren en el verano y esta estación es larga y fresca, aunque presenta canícula o "sequía de medio verano"; hay poca oscilación térmica (6°C) y el mes más cálido se presenta antes de junio. Los datos correspondientes son:

- Temperatura media anual	16.8C
- Temperatura del mes más cálido	19.3C mayo
- Temperatura del mes más frío	13.3C enero
- Oscilación térmica	6.0 grados
- Horas frío (Da Mota)	284.4
- Precipitación anual	849.4 mm

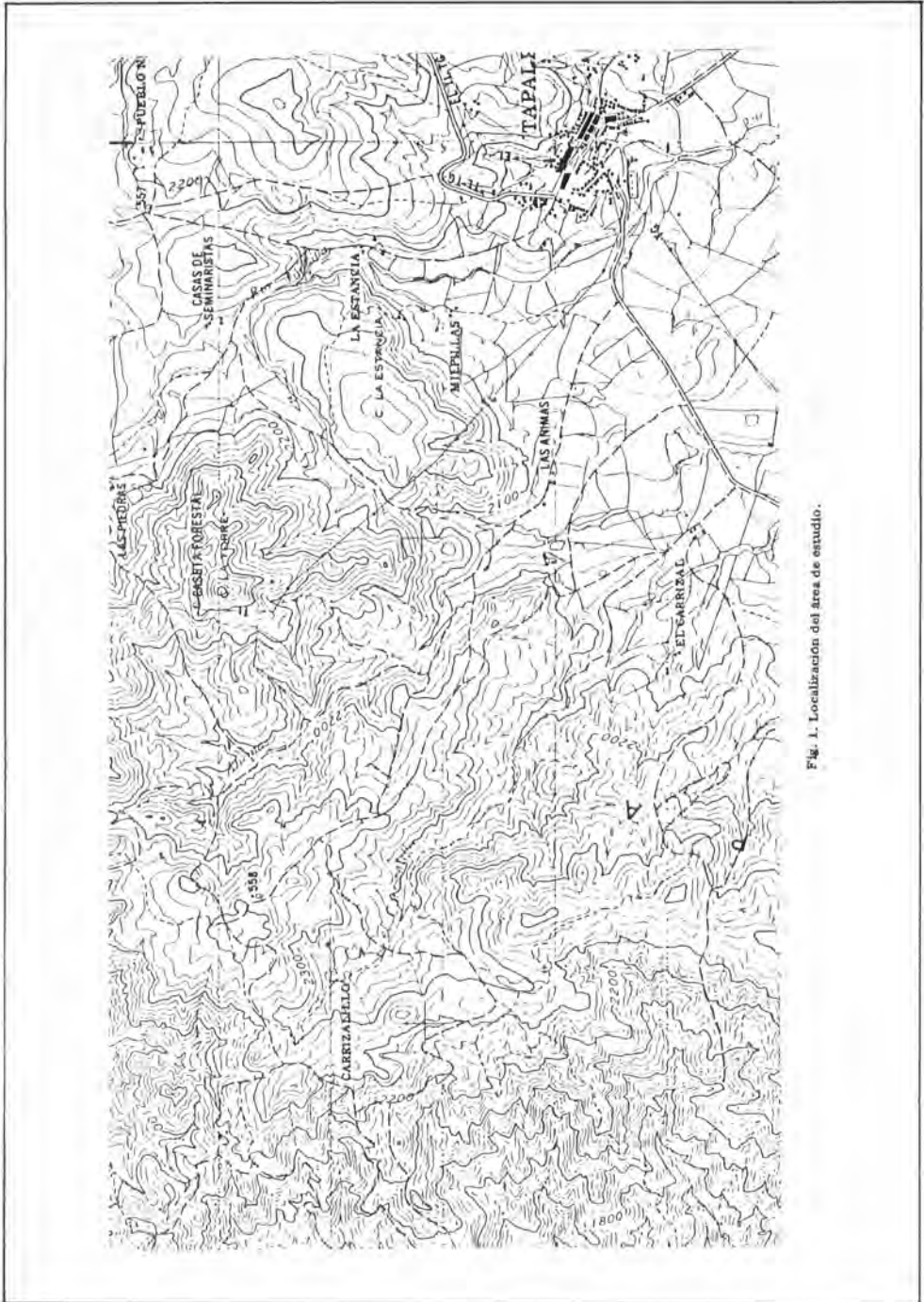


Fig. 1. Localización del área de estudio.

- Precipitación del mes más húmedo	169.7 mm junio
- Precipitación del mes más seco	6.5 mm febrero
- Precipitación invernal	4.1°/o de la anual
- Probabilidad de lluvia	47.8°/o para la anual
- Régimen de lluvias	Verano
- Número de meses secos	7 noviembre-mayo
- Tipo climático	C (w'') (w)b (i')g

(García *et al*, 1975, y García, 1981).

Fisiografía.

La sierra de Tapalpa forma parte del Eje Neovolcánico en la porción occidental y se localiza específicamente en la parte centro-sur del estado de Jalisco; el poblado de Tapalpa se sitúa al SW de dicha sierra. Este orógeno tuvo una intensa actividad tectónica por fallamiento y vulcanismo y a ello se debe su topografía sumamente abrupta (Demant *et al*, op. cit.), en la que se combinan las siguientes formas geológicas (Ortiz-Solorio, 1980):

- Crestas con ladera escarpada.
- Asociación de cañadas y pequeños domos.
- Pequeños valles intermontanos.
- Declive ondulado y disectado.

Como es de esperarse, existe una gran variación en pendientes, exposiciones (fig. 2), grosores de suelo, etc., por esto también se observa de manera general variación en los suelos y la vegetación.

Suelos.

De acuerdo con la carta CETENAL (1976), en el área tenemos representadas las siguientes unidades de suelos:

- Regosol éutrico	4 533 ha
- Luvisol crómico	759 ha
- Cambisol dístrico	367 ha
- Feozem calcárico	269 ha
- Acrisol órtico	196 ha
- Litosol dístrico	147 ha

Vegetación y uso del suelo.

De la carta de uso del suelo (CETENAL, 1974) se determinaron los siguientes usos:

Forestal en 4 974 ha con:

- Bosque de pino-encino	4 129 ha
- Bosque de encino/matorral	331 ha
- Bosque de pino	318 ha
- Bosque de encino-pino	98 ha
- Matorral subinermé	86 ha
- Selva baja caducifolia	12 ha
- Agricultura de temporal	588 ha
- Uso pecuario	710 ha

MATERIALES Y METODOS

Para el muestreo de suelos los materiales empleados en campo fueron los convencionales. Fueron cavados 10 perfiles edafológicos cuyas profundidades variaron entre 107 y 200 cm. La ubicación de los perfiles fue orientada en función de las características de la masa forestal como vigor, altura, diámetro y regeneración. Se obtuvo una descripción morfológica basada en color y disposición de horizontes, estructura, compacidad y profundidad de roca basal.

En el laboratorio las muestras fueron preparadas y se practicaron los análisis siguientes:

Físicos: Textura (Bouyoucos), color (Munsell), constantes de humedad (membrana de presión), densidad aparente (probeta) y densidad real (picnómetro).

Químicos: PH (potenciómetro), materia orgánica (Walker y Black), capacidad de intercambio (CaCl_2 -centrifugación), calcio y magnesio (versenato), sodio y potasio (flamometría), fósforo (Bray 1), alófono (Fieldes y Perrots) y nitratos (Brucina).

En gabinete, se elaboró el mapa topográfico del área a partir de una ampliación de la cartografía de CETENAL (1980) de la que se limitarán las

unidades de suelo según la clasificación FAO (1970), así como los resultados de los muestreos, recorridos y análisis. También se elaboraron los microperfiles y el fisiograma controlado correspondiente.

Siguiendo el método "Red de puntos" (Godrón, 1981), se hicieron las caracterizaciones ecológicas que sirvieron de base para definir el uso potencial forestal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Haciendo una interpretación con los materiales obtenidos (análisis físicos y químicos, cartografía, descripción de campo, topografía, fisiograma, microperfiles y observaciones forestales), se infieren que el sustrato forestal del área presenta las siguientes características (fig. 3).

Fisiografía.

Créatas con ladera escarpada: zonas sumamente abrupta con pendientes hasta del 80% donde aflora la roca subyacente (basalto) y se alterna con depósitos someros de ceniza volcánica; altitudes de 2 200 a 2 400 msnm; en estas geoformas, se observan suelos poco desarrollados como Litosoles y por asociación encontramos Andosoles húmicos muy delgados (paraje El Divisadero).

Asociación de cañadas y pequeños domos: esta combinación también produce un relieve accidentado, el material geológico constituido por brecha y toba volcánica ha dado origen a suelos con horizontes arcillosos o limosos con muy diferentes espesores; las unidades y subunidades representadas son Cambisol crómico y Regosol éutrico como suelos inmaduros, y Luvisol crómico y órico como maduros (parajes Los Gómez y la Ermita).

Pequeños valles intermontanos: a estas geoformas pertenecen los mejores suelos forestales, pues por efectos de pendiente (6 a 8%) ocurrieron en forma heterogénea los depósitos de ceniza volcánica que por intemperización formaron Andosoles húmicos. Como sabemos, estos son suelos ligeros, drenados, higroscópicos, que originan una mayor tolerancia de las especies de coníferas (Daniel, *et al*, 1982); por esta razón se pueden considerar las mejores áreas para tratamientos silvícolas de tipo intensivo (paraje El Desmonte y Piedra Gorda).

Declive ondulado y disectado: esta geoforma caracteriza la zona de ascen-

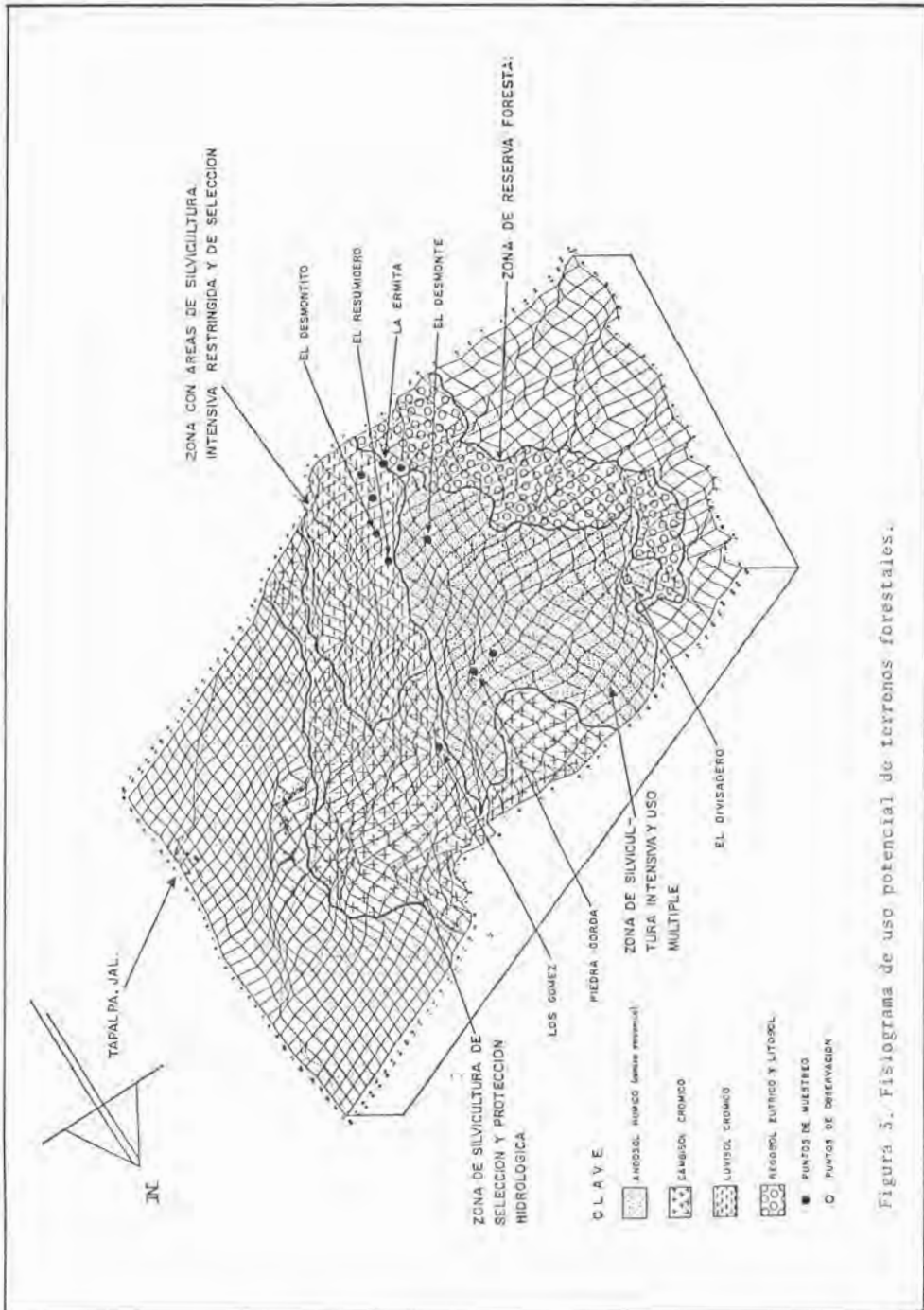


Figura 3. Fisiograma de uso potencial de terrenos forestales.

so a la sierra, los materiales geológicos que la forman son basaltos en poca extensión y lutitas areniscas que al pie de la serranía y cerca del poblado Tapalpa dan origen a Feosems háplicos y fluvisoles éutricos de uso agrícola.

Edafología.

Detallando la información edafológica se describen los perfiles típicos de la manera siguiente:

Andosol húmico, paraje El Desmonte (cuadro 1).

- A₀₀. De 2 a 0 cm, capa de hojarasca acicular cruda.
- A₁₁. De 0 a 25 cm, horizonte de mezcla organomineral, de color café rojizo oscuro de húmedo (5YR-3/2), de textura franca, compacidad de 2.5 kg/cm², con estructura microgranular, con humedad aprovechable del 35.5%, ácido 5.70 de pH, con materia orgánica 7.65%, su transición al siguiente horizonte es tenue.
- B₁₁. De 25 a 140 cm, horizonte de color café oscuro en húmedo (7.5YR3/4), de textura migajón arenoso, compacidad de 1.0 kg/cm², friable; con humedad aprovechable del 35.2%, ácido 5.65 de PH, material orgánico del 2.10%, su transición es abrupta al siguiente horizonte.
- 11C. De 140 a 160 cm, horizonte enterrado de arcilla, color café rojizo y húmedo (5YR4/4), de textura migajón arcillo-arenoso, compacidad de 4.0 kg/cm², con estructura masiva, con humedad aprovechable del 24.2%, ácido PH 5.10 y materia orgánica del 0.81%.

Cambisol crómico, paraje Los Gómez (cuadro 2).

- A₁₁. De 0 a 9.5 cm, horizonte de color café-rojizo oscuro en húmedo (5YR3/3), de textura migajón arenoso, compacidad de 1.5 kg/cm², con estructura microangular, con humedad aprovechable del 26.3%, ácido PH 5.20, con materia orgánica del 9.86%, su transición abrupta al siguiente horizonte.
- 11B. De 9.5 a 29 cm, horizonte de color rojo amarillento en húmedo (5YR4/6), de textura migajón arcilloso, compacidad de 3.5 kg/cm², de estructura irregular en bloques, con humedad aprovechable del 14.4%, ácido PH 4.65, con materia orgánica del 1.22%, su transición es tenue al siguiente horizonte.

CUADRO 1

Andosol húmico, con fase arcillosa profunda (FAO-DETENAL, 1970).

CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE OCCIDENTE
SECCION USO MULTIPLE

CLAVE DE PERFIL T-5 LUGAR Tapalpa, Jal. ZONA El Desmonte ALTITUD 2 200 m CLIMA C(w, 1)¹(w)bl/g
PENDIENTE 3° USO ACTUAL FORESTAL VEGETACION CONIFERAS DISTURBIO

Análisis físicos.

Profund. cm	H	Arena o/c	Limo o/c	Arcilla o/c	Denomin.	C O L O R		Denomin.	C.C.	F.M.P.	H.A.	P.S.	D.a	D.r.	o/o E.P.
						Se c e	Húmedo								
2-0	A ₀₀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	-	-	-
0-25	A ₁₁	48	43	9	franco	7.5YR4/4	5YR3/2	-	77.8	42.3	35.5	119	0.62	2.15	71.16
25-140	B ₁₁	51	47	2	mg,arc.	7.5YR5/6	7.5YR3/4	-	77.1	41.9	35.2	119	0.64	2.18	70.64
140-160	11C	46	26	28	arenoso	7.5YR5/6	5YR4/4	-	52.9	28.7	24.2	69	0.88	2.24	60.71

Análisis químicos.

Profund. cm	H	pH 1:2.5		M.O. o/c	C.I.C.T. me/100	S.B. o/c	me/100			P p.p.m.	Alfés- nos	Ac.T.	NO ₃ ppm	Laa cm
		H ₂	KCl				Ca	Mg	Na					
2-0	A ₀₀	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.50
0-25	A ₁₁	5.70	5.10	7.65	32.33	48.34	10.96	3.51	0.65	0.51	-	-	1.75	25.90
25-140	B ₁₁	5.65	5.20	2.10	34.88	35.19	8.20	3.02	0.65	0.44	-	-	1.25	4.25
140-160	11C	5.10	4.90	0.81	23.22	45.58	5.43	4.08	0.65	0.47	-	-	0.50	-

CUADRO 2

Cambisoles crómicos, con capa superior de cenizas volcánicas (FAO-DETENAL, 1970).

CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE OCCIDENTE

SECCION USO MULTIPLE

CLAVE DE PERFIL T-1 LUGAR Tepales, Jal. ZONA Los Gómez ALTITUD 2 390 m CLIMA C(w¹)w¹k
 PENDIENTE 14° USO ACTUAL FORESTAL VEGETACION CONIFERAS

Análisis físicos.

Profund. cm	H	Arena		Limo		Arcilla %	Denomín.	C O L O R		Denomín.	C.C.	P.M.F.	H.A.	P.S.	D.a.	D.á.	° K.F.F.
		%	%	Seco	Húmedo												
0-9.5	A11	58	34	8	mg. arc.	7.5YR4/4	5YR3/3	57.6	31.3	26.3	94	0.70	2.33	69.95			
9.5-29	11B	31	39	30	mg. arc.	5YR6/6	5YR4/6	31.5	17.1	14.4	60	1.08	2.57	57.97			
29-70	11C	39	23	38	mg. arc.	5YR7/6	2.5YR5/6	30.1	16.3	13.8	63	1.11	2.52	55.91			
70-117	11C	46	19	35	mg. arc. arenoso	2.5YR6/6	2.5YR4/6	29.3	15.3	14.0	68	1.03	2.48	58.46			
117-170	11C	52	15	33	mg. arc. arenoso	2.5YR6/4	2.5YR4/6	30.5	16.8	13.7	64	1.06	2.49	57.42			
170-200	11C	58	14	28	mg. arc. arenoso	2.5YR6/6	2.5YR4/6	28.8	15.2	13.4	66	1.05	2.42	56.61			

Análisis químicos.

Profund. cm	H	pH 1:2.5		M.O. efe	C.I.C.T. me/100	S.B. %	Ca	me/100		K	P p.p.m.	Alfá- nos	NO ₃ ppm	Laa cm
		H ₂ O	KCl					Mg	Na					
0-9.5	A11	5.20	4.40	9.86	16.43	42.42	2.67	2.20	1.08	1.02	2.0	xxx	3.0	1.74
9.5-29	11B	4.65	3.90	1.22	11.66	51.97	0.98	3.75	0.70	0.63	0.7	x	0.5	3.03
29-70	11C	4.45	3.90	0.34	16.96	55.89	1.24	7.35	0.48	0.41	0.7	x	1.0	6.28
70-117	11C	4.80	3.80	0.27	17.49	55.97	0.53	8.57	0.38	0.31	0.7	x	0.5	6.77
117-170	11C	4.35	3.80	0.13	15.90	43.14	0.17	5.88	0.45	0.38	0.7	x	0.5	7.69
170-200	11C	4.40	3.80	0.06	18.43	38.52	0.17	5.47	0.35	0.31	0.7	x	0.5	4.22

- 11C. De 29 a 70 cm, subhorizonte color rojo en húmedo (2.5YR5/6) de textura migajón arcilloso, compacidad de 4.5 kg/cm^2 , con estructura masiva, con humedad aprovechable del 13.8% , ácido PH de 4.45, pobre en materia orgánica 0.34% , su transición tenue al siguiente subhorizonte.
- 11C. De 70 a 117 cm, subhorizonte de color rojizo en húmedo (2.5YR4/6) de textura y migajón arcilloso-arenoso, compacidad de 4.5 kg/cm^2 , estructura masiva, con humedad aprovechable del 14.0% , ácido PH de 4.80, muy pobre en materia orgánica 0.27% , su transición es tenue al siguiente subhorizonte.
- 11C. De 117 a 170 cm, subhorizonte de color rojizo en húmedo (2.5YR4/6) de textura es de migajón arcillo-arenoso, su compacidad es de 4.5 kg/cm^2 , de estructura masiva, con humedad aprovechable del 13.7% , PH de 4.35 con materia orgánica del 0.13% , su transición tenue al siguiente horizonte.
- 11C. De 170 a 200 cm, subhorizonte de color rojizo en húmedo (2.5YR4/6), compacidad de 4.5 kg/cm^2 de textura de migajón arcillo-arenoso, con estructura masiva, con humedad aprovechable de 13.4% , ácido PH de 4.40, muy pobre en materia orgánica 0.06% .

Luvisol crómico, paraje de La Ermita (cuadro 3).

- A₀₀. De 3 a 0 cm, capa de hojarasca acicular cruda.
- A₁₁. De 0 a 10 cm, horizonte de color café rojizo oscuro en húmedo (5YR3/3), de textura migajón arenoso, su capacidad es de 1.0 kg/cm^2 , de estructura microgranular, con humedad aprovechable del 23.3% , ácido PH de 5.90, rico en materia orgánica 7.99% , de transición es abrupta al siguiente horizonte.
- 11B₂₁. De 10 a 10 cm, subhorizonte de color café-rojizo en húmedo (2.5YR4/4), de textura arcillosa, compacidad de 2.5 kg/cm^2 , de estructura poliédrica irregular, su humedad aprovechable es de 14.9% , ácido PH de 5.25, con materia orgánica del 1.29% , su transición es tenue al siguiente subhorizonte.

CUADRO 3

Luvial crómico, con capa superior de ceniza volcánica (FAO-DETENAL, 1970).

CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE OCCIDENTE

SECCION USO MULTIPLE

CLAVE DE PERFIL T-8 LUGAR Tapalpa, Jsl. ZONA La Ermita ALTITUD 2 280 m CLIMA C(w)₁ X(w)bi X
 PENDIENTE 11% USO ACTUAL FORESTAL VEGETACION CONIFERAS DISTURBIO

Análisis físicos.

Profund. cm	H	Arena % 0/100	Limo % 0/100	Arcilla % 0/100	Denomin. %	C O L O R		Denomin.	C.C.	P.M.P.	H.A.	P.S.	D.a.	D.r.	° /°F.P.
						Seco	Húmedo								
3.0	A ₀₀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	-	-	-
0.10	A ₁₁	58	34	8	migarc.	7.5YR5/4	5YR3/3	-	51.1	27.8	23.3	98	0.70	2.35	70.21
10.60	11B ₂₁	17	38	45	arcilla	5YR5/6	2.5YR4/4	-	32.7	17.8	14.9	68	0.98	2.55	61.17
60.180	11B ₂₂	19	45	36	mig. arc. limoso.	5YR6/6	5YR4/6	-	21.4	11.6	9.8	66	1.10	2.60	57.69

Análisis químicos.

Profund. cm	H	pH 1:2.5		M.O. efe	C.I.C.T. me/100	S.B. % 0/100	me/100			F p.p.m.	Ac.T.	Alófa- nos	NO ₃ ppm	Laa cm
		H ₂ O	KCl				Ca	Mg	Na					
3.0	A ₀₀	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.10	A ₁₁	5.90	5.30	7.29	25.82	65.76	10.81	4.45	0.86	0.73	0.7	xxx	3.25	1.63
10.60	11B ₂₁	5.25	5.00	1.29	15.07	54.61	4.30	2.60	0.70	0.63	0.7	xx	0.25	7.37
60.180	11B ₂₁	4.70	4.71	0.06	11.05	56.21	1.55	4.03	0.38	0.31	0.7	xx	1.00	12.53

- 11B₂₂. De 60 a 120 cm, subhorizonte de color rojo-amarillento en húmedo (5YR4/6), de textura migajón arcillo-limoso, compacidad de 4.5 kg/cm², con estructura masiva con humedad aprovechable del 9.8^o%, ácido PH de 4.70 y con materia orgánica del 0.60^o%.

Regosol éutico, paraje La Ermita (cuadro 4).

- A₀₀. De 30 a 0 cm, capa de hojarasca acicular cruda.
- A₁₁. De 0 a 12 cm, horizonte de color café oscuro en húmedo (10YR3/2), de textura de migajón arenoso, compacidad de 1.0 kg/cm², con estructura microgranular, humedad aprovechable del 15.5^o%, ácido PH de 4.45, materia orgánica del 0.74^o%, su transición es abrupta al siguiente horizonte.
- C₁₁. De 12 a 60 cm, subhorizonte de color café claro en húmedo (10YR4/3), de textura migajón arenoso, compacidad de 0.75 kg/cm², friable humedad aprovechable del 9.9^o%, ácido PH de 5.40, materia orgánica 0.74^o%, su transición es tenue al siguiente subhorizonte.
- C₁₂. De 60 a 200 cm, subhorizonte de color café muy claro en húmedo (10YR5/4), de textura migajón arenoso compacidad de 1.0 kg/cm², con humedad aprovechable del 5.9^o%, ácido PH de 4.75, materia orgánica del 0.13^o%.

Vegetación.

La vegetación dominante en el área es el bosque de pino-encino, le siguen en orden de importancia el bosque de encino, el bosque de pino, el bosque de encino-pino, el matorral subinermes e inermes y la selva baja caducifolia (cuadro 5).

Las especies dominantes en el bosque de pino-encino son: *Pinus michoacana*, *P. douglasiana*, *Quercus resinosa*, *Q. rugosa*, *Q. obtusata*, *Arbutus xalapensis* y *Crataegus mexicana*. Como especies de disturbio se observan: *Eupatorium mairetianum*, *Baccharis conferta*, *Senecio praecox*, *Muhlenbergia* sp., *Pteridium aquilinum*, *Acacia pennatula* y *Agave* sp.

CUADRO 4

Regosol túrtico, Eico en bases de saturación (FAO-DETENAL, 1970).

CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE OCCIDENTE

SECCION USO MULTIPLE

CLAVE DE PERFIL T-9 LUGAR Tegalpa, Jal. ZONA La Ermita ALTITUD 2 240 m CLIMA C(w¹)w¹b¹
 PENDIENTE 11 ° USO ACTUAL FORESTAL VEGETACION FAGACEAS-CONIFERAS DISTURBIO

Análisis físicos.

Profund. cm	H	Arena %	Limo %	Arcilla %	Denomina.	C O L O R		C.C.	F.M.P.	H.A.	F.S.	D.a.	D.r.	°/o.E.P.
						Se co	Húmedo							
30.0	A ₀₀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119	-	-	-
0.12	C ₁₁	53	35	12	mlg. arc.	10YR5/3	10YR3/2	32.9	16.4	15.5	78	0.83	2.55	87.45
12.60	C ₁₁	51	41	8	mlg. arc.	10YR6/4	10YR4/3	21.6	11.7	9.9	63	1.07	2.65	69.62
60.200	C ₁₂	62	34	4	mlg. arc.	10YR6/4	10YR5/4	15.2	9.3	6.9	60	1.17	2.67	56.17

Análisis químicos.

Profund. cm	H	pH 1:2.5		M.O. %	C.I.C.T. me/100	S.B. %	me/100			P p.p.m.	Alófe- nos	NO ₃ ppm	Las cm
		H ₂ O	KCl				Ca	Mg	Na				
30.0	A ₀₀	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.12	A ₁₁	5.45	4.95	4.35	25.12	74.68	11.91	5.75	0.59	0.51	-	1.50	-
12.60	C ₁₁	5.40	4.40	0.74	20.10	81.14	10.25	7.50	0.32	0.52	x	1.25	-
60.200	C ₁₂	4.75	3.85	0.13	20.60	82.13	9.53	6.95	0.27	0.19	x	1.25	-

Relaciones suelo-vegetación.

De acuerdo con el método de "Red de puntos" (Godrón, op. cit.), las asociaciones suelo-vegetación más frecuentes en el área son las de Regosol con pino-encino, Regosol con encino-pino y Regosol con matorral inerme y subinerme; le siguen las de Luvisol con los mismos tipos de vegetación (cuadros 5 y 6). Esto indica que en general la vegetación está localizada sobre suelos de relativa baja productividad forestal, ya que los Regosoles del área son suelos que presentan tanto baja humedad aprovechable como muy alta saturación de bases (cuadro 4); por estas causas, la vegetación de coníferas puede ser fácilmente sustituida por encinos, madroños, ailes u otras especies de mayor rusticidad. Las condiciones del sustrato impiden un adecuado desarrollo radicular y foliar de las coníferas, en estas áreas la silvicultura de selección puede aportar elementos suficientes para mantener una adecuada mezcla de especies que mantengan el equilibrio de la productividad en el ecosistema, aún cuando su rentabilidad no sea precisamente alta. Como uso general se le puede asignar el de reserva forestal dada su importancia y situación (fig. 3 y cuadro 7).

El caso de los Luvisoles y Cambisoles es distinto, ya que presentan de manera gradual un mayor desarrollo edafológico y con esto, mejores condiciones para el crecimiento de la vegetación forestal. En estas zonas es posible observar altas densidades de arbolado joven de coníferas, precisando realizar aclareos, en otros casos es factible prever el uso de estas áreas para producción de madera de encino y material celulósico; así como para realizar ensayos de procedencias e introducción de especies.

Ahora bien, por defectos de interpretación en la cartografía consultada no aparecen citados en las cartas estudiadas los Andosoles, que tienen una influencia notable en la productividad y producción forestales del área, pues se puede decir que las masas arboladas localizadas en estos suelos tienen gran probabilidad de presentar los mejores desarrollos de toda la zona, esto tiene relación con el hecho de que la raíz de las coníferas encuentran un medio óptimo de crecimiento y diferenciación en los horizontes profundos, airados y con gran retención de humedad (cuadro 1).

Por último, dentro del área forestal se pueden observar los Litosoles asociados a suelos de ando, a Luvisoles o Cambisoles; en ellos la productividad se disminuye aunque pueden ser buenas zonas para captación de escurrimientos hídricos.

CUADRO 5
Superficie que ocupan los distintos tipos de vegetación en función de los suelos del área (ha).

Vegetación ha		Bosque natural de pino-encino	Bosque natural de pino	Bosque natural de encino y matorral	Bosque natural de encino-pino	Matorral subinerm e inerm e	Selva baja caducifolia
Suelo							
Regosol		3 858-75-00	269-50-00	196-00-00	61-25-00	85-75-00	12-2500
Litosol		—	—	—	—	—	—
Feozem		12-25-00	12-25-00	—	—	—	—
Cambisol		110-25-00	—	—	36-75-00	—	—
Luvisol		147-00-00	36-75-00	—	—	—	—

CUADRO 6
Probabilidades de ocurrencia suelo-vegetación.

Vegetación ha	Bosque natural de pino-encino	Bosque natural de pino	Bosque natural de encino y matorral	Bosque natural de encino-pino	Matorral subserme e inermes	Selva baja caducifolia
Suelo	0.839 ¹	0.064	0.066	0.197	0.172	0.002
Regosol 0.899	0.746 ²	0.057	0.059	0.177	0.154	0.001
Litosol 0.029	0.024	0.001	0.001	0.005	0.004	0.00005
Feozem 0.004	0.003	0.002	0.0002	0.0007	0.0006	0.000008
Cambisol 0.029	0.024	0.001	0.001	0.005	0.004	0.0001
Luvisol 0.036	0.029	0.002	0.002	0.007	0.006	0.00007

¹ Probabilidad de presencia individual

² Probabilidad de encontrar la combinación en un punto cualquier del área.

CUADRO 7

Algunas características del sustrato y recomendaciones de manejo para los sitios forestales muestreados en Tapalpa, Jalisco.

asum Faraje	2 300 Los Gómez	2 270 Carrizalillo	2 270 Piedra Gorda	2 200 El Desmonte	2 150 El Resumidero	2 200 El Desmontito	1 900-2 250 La Ermita	La Armita
Disposición de capas	arcilla formada arcilla	ya formación	Ceniza	volcánica				
Tipo de suelo	Cambisol crómico	Cambisol crómico	Andosol húmico	Andosol húmico	Luvisol crómico	Luvisol crómico	Luvisol crómico	Regosol fútrico
Riesgo de erosión	bajo	bajo	muy alto	muy alto	alto	alto	alto	muy alto
Silvicultura	selección	selección	intensiva	intensiva	selección	selección	selección	X
Quemas controladas			buen efecto	buen efecto				efecto peligroso
Possibilidad de regeneración	baja	baja	muy altas	muy altas	buena	buena	baja	reserva de protecc. hidrológ.
Possibilidades de uso multiple	cambio de especies, reserva	cambio de especies, reserva	madera celulosa frutal hongo	madera celulosa frutal hongo	celulosa	madera pasto	madera resina pasto	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área es eminentemente forestal, pero no deben aplicarse los mismos sistemas silvícolas dada la heterogeneidad del sustrato.
- Es indispensable contar con datos sobre regeneración de las masas, a fin de determinar este factor con mayor precisión para cada una de las áreas diferenciadas.
- El criterio de uso múltiple puede aplicarse de acuerdo con el tipo de masa forestal y sustrato, en los rubros de resinación, praderas, fruticultura, producción de hongos y protección hidrológica.
- Es imprescindible caracterizar los riesgos que afectan los bosques del área, para evitar aquellas prácticas que degraden el ecosistema.
- Los criterios de Agrología Forestal constituyen una base para la planificación de sistemas silvícolas.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, B.C. 1982. Técnicas para el diagnóstico y corrección de la fertilidad en suelos forestales. Bol. Téc. 92. INIF. México.
- ARTEAGA, M.B. y ETCHEVERS, B.J. 1982. Influencia de suelo y las características fisiográficas en el crecimiento de *Pinus radiata*. Mem. XV Congr. Nal. de la Ciencia del Suelo. México.
- CASTAÑOS, M.L.J. 1962. Evaluación de la calidad de estación de *Pinus patula* en el norte de Oaxaca. Bol. Téc. INIF. 2:32. México.
- CERVANTES, S.M. y R.R. CUEVAS. 1981. Análisis radicular de *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa*, *P. montezumae*, *P. ayacahuite* y algunas especies herbáceas en relación con la humedad y otras propiedades físico-químicas del suelo. Tes. Prof. Fac. Ciencias, UNAM. México.
- COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL (CETENAL). 1974. Carta de uso del suelo. Tapalpa E-13-B-14, Secretaría de la Presidencia. México.

- , 1975. Carta Geológica. Tapalpa E-13-B-14. Secretaría de la Presidencia, México.
- , 1980. Carta Topográfica. Tapalpa E-13-B-14. SPP, México.
- CHAVEZ, H.Y. 1983. Principales interacciones entre los suelos forestales y las coníferas del Cerro de la Cruz, Mich. XVI Congr. Nal. de la Ciencia del Suelo. Oaxaca, Oax. México. p. 27.
- DANIEL, P.W. 1982. Principios de Silvicultura. McGraw Hill. México.
- DEMANT, A.; MAUVOIS, R. y SILVA, L. 1976. El Eje Neovolcánico Transmexicano. III Congr. Lat. Geol. Exc. No. 4. UNAM. México. 26 p.
- DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA. 1982. Cartas geológicas, edafológicas y topográficas, esc. 1:1 000 000 zona occidente. SPP. México.
- FAO-DETENAL. 1970. Clave de unidades de suelos. SPP. México.
- GARCIA, E. *et al.* 1975. Precipitación y probabilidades de lluvia en la República Mexicana, estados Michoacán y Colima. CETENAL. México.
- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Larios, S.A. México.
- GODRON, M. 1981. Curso de Ecología Forestal (mimeografiado). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México.
- GOMEZ TAGLE, R.A. 1982. Levantamiento de suelos forestales del Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio", Uruapan, Mich. Res. XV Congr. Nal. de la Ciencia del Suelo. México.
- , 1984. El sistema agrológico forestal como una perspectiva de aplicación en los requerimientos de información para los inventarios de uso múltiple. Mem. Primer Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales. Publ. Esp. No. 45, INIF. México. 215 p.
- KLINGEBIEL, A.A. y MONTGOMERY, P.H. 1961. Land Capibility Classification. USDA. Agr. Handbook 210. 60 p.

-
- ORATES, G.F. 1980. Determinación de la calidad de estación para *Pinus hartwegii* Lindl., en Zoquiapan, Méx. Tes. Prof. Chapingo, México.
- ORTIZ-SOLORIO, A.C. y CUANALO, C.H. 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- ORTIZ-SOLORIO, A.C. 1980. Levantamiento de Sistemas Terrestres de la República Mexicana. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Inédito. SARH. México.
- . 1984. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa. Departamento de Suelos, UACH. México.