

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE SUELOS FORESTALES DEGRADADOS
EN MEXICO

Por
José Verduzco Gutiérrez

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro Tropical de Investigación y Enseñanza Graduada
Departamento de Recursos Renovables
Turrialba, Costa Rica
Abril, 1969

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE SUELOS FORESTALES DEGRADADOS
EN MEXICO

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

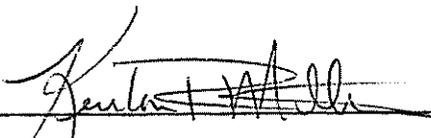
de

MAGISTER SCIENTIAE

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Centro Tropical de Investigación y Enseñanza Graduada

APROBADA



Consejero

Comité

Comité

Abril de 1969

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente al Dr. Gerardo Budowski, su colaboración y sugerencias como consejero principal en la elaboración de la presente tesis.

Manifiesto mi reconocimiento a los miembros del - Comité Consejero por la revisión del trabajo y su aprobación final.

A la Organización de Estados Americanos por haberme otorgado una beca y la oportunidad de efectuar estudios postgraduados.

A todos aquellos miembros del personal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y del Servicio Forestal Mexicano que prestaron su valiosa colaboración para llevar a cabo el presente trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació en Villa Victoria, Michoacán, México el 19 de septiembre de 1922.

Hizo sus estudios primarios en la ciudad de Colima, Colima, México y los secundarios y preparatorios en las Escuelas Regionales y Prácticas de Agricultura de Tecomán, Colima; La Estancia, Colima; Comichines, Jalisco y La Huerta, Michoacán.

Realizó sus estudios profesionales en la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, donde se graduó en agosto de 1952, con el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques.

Ha trabajado continuamente en el Servicio Forestal Mexicano como Jefe de la Sección de Sanidad Forestal, Jefe del Departamento de Protección Forestal y Jefe del Departamento de Biosilvicultura del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.

Ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en junio de 1956, en calidad de estudiante graduado del Departamento de Recursos Renovables. Terminó sus estudios en marzo de 1957.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	iv
BIOGRAFIA.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE GRAFICAS.....	xii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Aspectos históricos.....	4
La agricultura nómada.....	5
El pastoreo.....	8
Incendios forestales.....	11
Permeabilidad del suelo.....	14
Métodos para restaurar terrenos degradados.....	16
Toma de muestra.....	17
MATERIALES Y METODOS.....	19
Ubicación del área en estudio.....	19
Datos climáticos, de vegetación y edáficos del- sitio.....	19
Equipo empleado.....	24
Localización de los sitios restaurados.....	25
METODOLOGIA EMPLEADA.....	26
a) Delimitación de las parcelas.....	27
b) Permeabilidad.....	31
c) Suelos.....	32

d) Usos del bosque.....	34
e) Vegetación.....	36
f) Restauración.....	36
Sistema Gradoni.....	37
Sistema Español.....	37
RESULTADOS.....	40
Empleo de los suelos.....	40
Interpretación estadística.....	43
Suelos.....	59
Drenaje.....	62
Vegetación.....	62
Restauración.....	64
DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	67
Uso del suelo y permeabilidad.....	67
Suelos.....	69
Vegetación.....	73
Restauración.....	76
Sistema Gradoni.....	76
Sistema Español y de cepa común.....	79
CONCLUSIONES.....	81
RESUMEN.....	83
SUMMARY.....	85
LITERATURA CITADA.....	86
APENDICES.....	93

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Temperaturas medias mensuales de la estación metereológica de Calpulalpan, Tlaxcala, cercana al sitio estudiado.....	19
2	Lluvias y otros datos metereológicos de la estación de Calpulalpan, Tlaxcala.....	21
3	Lista de sitios donde se hicieron experimentos sobre restauración.....	26
4	Lista de predios con fechas de plantación y superficie donde se aplicó el sistema Grado-ni.....	37
5	Aprovechamientos del bosque y del suelo y símbolos empleados.....	40
6	Ocurrencia de cada uno de los usos simples en la combinación de usos.....	41
7	Cantidades de infiltración de agua en cm/hora determinadas en cada hoyo y promedios de permeabilidad obtenidos en función de las frecuencias de cada combinación.....	42
8	Influencia codificada de los usos simples sobre la permeabilidad del suelo.....	43
9	Cálculo de las desviaciones, productos y cuadrados.....	44
10	Cálculo de los valores de \hat{Y} en función de X, para construir la línea de regresión.....	48
11	Cálculo de las desviaciones de regresión con base en la permeabilidad observada y la ajustada con la ecuación de regresión.....	49
12	Cálculo de los coeficientes de regresión y de correlación entre la codificación de usos simples "X ₁ " y las infiltraciones medias correspondientes a los usos combinados "X ₂ "...	54

Cuadro No.		Página
13	Cálculo de valores de \hat{Y} en función de X_1 para determinar la línea de regresión....	56
14	Índice para interpretar los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en el suelo.....	59
15	Patrones para interpretar la riqueza de materia orgánica en el suelo.....	59
16	Relación entre uso del suelo y número de plantas por parcela.....	63
17	Sobrevivencia lograda en los diferentes sitios donde se hicieron pruebas de restauración.....	66
18	Escala de valores de permeabilidad de agua en el suelo, expresada en pulgadas y centímetros por hora.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Vista de dos exposiciones de la comunidad en estudio. Nótese lo defectuoso de la espesura del pino y otras especies forestales y la abundancia de yerbas y gramíneas	23
2	En primer plano una área con árboles pero con mucha vegetación herbácea. En la barranca algunos pinos y al fondo un terreno completamente erosionado.....	24
3	Area muy erosionada, desprovista casi por completo de vegetación, mostrando al fondo algunos relictos de suelo.....	25
4	Perfil de un suelo sin erosionar mostrando los diferentes horizontes que constituyen el suelo original de la zona en estudio.....	26
5	Barrena de subsuelo empleada para medir el espesor del perfil del suelo.....	27
6	Vista de la forma del hoyo que se utilizó para determinar la velocidad en que pasa el agua a través de una capa de 30 cm del suelo.....	29
7	Escuadra que se utilizó para marcar sobre el terreno el cuadrado de 7 x 7 m donde se estudió la vegetación arbórea.....	30
8	Bastidor que se utilizó para delimitar la superficie de 1 m ² empleada en el estudio de la vegetación herbácea.....	31
9	Medición de la permeabilidad del agua, mediante el uso de una regla graduada en cm con el auxilio de un travesaño horizontal	32
10	Equipo portátil para determinar la reacción del suelo mediante métodos colorimétricos aproximados.....	34

Figura No.		Página
11	Vista de zanjas y plantas de pino, después de dos años de aplicado el sistema Gradoni en una área completamente erosionada del sitio en estudio. La escasa vegetación que se observa se debe a que la foto se tomó en pleno período de sequía..	38
12	Método de plantación por cepa española, con 3 piedras al pie del arbolito que le sirven de protección.....	39

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica No.		Página
1	Mapa de la República Mexicana, donde se localizar geográficamente los sitios de toma de datos para este trabajo.....	20
2	Croquis de la forma, dimensiones y - distribución de las parcelas donde - se tomaron los datos de campo del -- presente trabajo.....	28
3	Línea de regresión de la permeabilidad, de acuerdo con la compactación del suelo por la perturbación causada debido a diferentes factores.....	50
4	Línea de regresión entre la permeabilidad media correspondiente a los usos combinados y los valores de codificación simple de empleo del suelo.	58
5	Direcciones hipotéticas de la dinámica vegetal en el sitio en estudio: - A-Etapas de una sucesión correctamente dirigida. B y C sucesiones desviadas.....	75

I N T R O D U C C I O N

Uno de los problemas permanentes más importantes a que nos hemos enfrentado, ha sido encontrar la forma de usar los recursos naturales renovables, sin provocar su agotamiento o destrucción. Al respecto, aún dentro de la etapa destructiva del hombre, se encuentran huellas de trabajos conservacionistas en las grandes y pequeñas civilizaciones. Siguiendo esta tradición, convertida actualmente por el aumento de población en necesidad, el hombre moderno ha escrito mucho sobre la naturaleza, sus recursos, la utilidad que tiene para la vida en general y las reglas que deben seguirse para su mejor aprovechamiento.

Desafortunadamente los resultados de dichos estudios, no se han aplicado en la práctica y tenemos que contemplar cómo continúa la destrucción y mal uso de esos elementos, con lo cual se pondrá en grave peligro el bienestar de la inmensa población de las generaciones futuras.

Los recursos naturales renovables más importantes están constituidos por el suelo, el agua, la vegetación y la fauna silvestre. De estos componentes del medio biológico, el más importante es la vegetación, puesto que protege a los demás recursos y produce numerosos materiales de uso indispensable en la vida del hombre.

A pesar de ser la vegetación y dentro de ésta el bosque, uno de los elementos que más ha servido al hombre, posiblemente no existe otro que haya sido tan intensa y destructiva-

mente tratado. Este abuso de la riqueza silvícola se ha efectuado por ignorancia, por necesidad y por el insano afán de - lucrar con facilidad. Todos estos factores primarios de la - destrucción forestal, serán cada vez más intensos, debido al - aumento considerable de la población y tal situación traerá - niveles de vida cada vez mas bajos y la historia de los pue- - blos que al destruir sus bosques labraron su propia decaden- - cia, puede repetirse por toda la tierra.

En este trabajo se estudia una área circunvecina al Va- - lle de México, desforestada en forma acelerada por desmontes, - pastoreo, incendios y cortas intensivas, llevados a cabo so- - bre terrenos que por sus características deben estar cubier- - tos de vegetación forestal. Así mismo, se analizan los efec- - tos de la desforestación sobre: a) la permeabilidad del sue- - lo, b) los procesos erosivos, c) la sucesión vegetal y d) al- - gunos procedimientos para restaurar terrenos forestales degra- - dados.

Las observaciones se hicieron en un período de 5 años, - tiempo insuficiente para encontrar respuesta satisfactoria a - los problemas de la utilización de algunos recursos naturales - renovables. Además, en la toma de datos de campo se tropezó - con la falta de información precisa sobre el tiempo de uso -- - del bosque y de la tierra; falta de datos meteriológicos y ca - rencia de una buena clasificación botánica. Por otra parte, - en el análisis de los resultados faltó el apoyo de estudios - similares, que sirvieran de orientación, lo cual constituyó--

una limitación importante para la investigación. También se presentaron dificultades, debidas a la inexperiencia en esta clase de problemas y a la carencia de bibliografía.

Sin embargo, se espera que el trabajo iniciado estimule más esfuerzos en este sentido y que en pocos años tengamos resultados de mayor consistencia.

REVISION DE LITERATURA

Aspectos históricos

El historiador Bernal Díaz del Castillo (25) manifiesta que a la llegada de los españoles al Valle de México, toda el área estaba cubierta de bosques con árboles de grandes dimensiones, a excepción de la parte urbanizada, las chinampas o terrenos con riegos dedicados a la agricultura y el lado norte de la ciudad, donde se mantenían hogueras permanentes en los monumentos como homenaje a los dioses.

Cook (21) en su estudio "Los efectos de los cultivos agrícolas sobre la vegetación en América Central", indica que los indios practicaban la agricultura de diferentes maneras, con el fin de proteger los suelos de la erosión. Cortaban la vegetación y quemaban, otras veces sembraban entre los árboles sin quemar y lo más común era construir terrazas en el manejo del suelo. Estima que en el clima húmedo de Centro América, difícilmente la agricultura destruye completamente la vegetación, puesto que una vez que se suspenden las siembras, la sucesión evoluciona rápidamente hacia una vegetación forestal. Por el contrario, es fácil destruir la cubierta vegetal en climas secos y pasan largos períodos de años para lograr la restauración natural de las plantas.

Cuando los españoles llegaron a las mesetas altas del Perú, encontraron que los Incas practicaban la agricultura en las pendientes mediante terrazas (7), que protegían el suelo-

contra los procesos de erosión. Los españoles en su afán de enriquecimiento rápido y fácil, destruyeron con su dominación, muchos de los trabajos de manejo de suelos de los indios. Así, una vez agotadas las minas y al aumentar la inmigración de España, se dedicaron a la agricultura, pero sin conservar el sistema protector del suelo por considerarlo demasiado costoso.

La agricultura nómada

Uno de los factores más importantes en la destrucción de bosques y suelos en Latinoamérica según Vogt (83), ha sido el sistema de agricultura nómada o milpa, practicado desde tiempos primitivos. En la época precortesiana, cuando los aborígenes solamente disponían de utensilios rudimentarios, derribaban unos cuantos árboles, quemaban otros y mediante un incendio destruían el resto de la vegetación. Usaban el suelo por 3 ó 4 años hasta que perdía su fertilidad, después de lo cual abrían otro sitio. Generalmente pasaban 20 ó 30 años para que el indígena regresara al mismo sitio y en ese período el suelo y la vegetación ya se habían regenerado; en estas condiciones se causaba un mínimo de destrucción de la tierra.

Según Bennett y Otros (7) cuando la cubierta vegetal es removida de las laderas y la tierra se pica o es arada para hacer cultivos, las lluvias intensas tienden a barrer el suelo expuesto y suelto hacia las corrientes. Esta pérdida a veces es tan lenta que los agricultores no se dan cuenta, pero-

cuando en la tierra empobrecida fracasan los cultivos, el campesino busca nueva tierra para sus siembras. Si encuentra -- otro rastrojo lo limpia nuevamente, pero si no, vuelve sus -- ojos a la tierra fresca boscosa más cercana, la cual desmonta y quema. Este proceso se repite indefinidamente, acabando -- las grandes áreas forestales.

La agricultura indígena pre-colombina era poco extensa - en Costa Rica, debido a que en este país las condiciones eran menos apropiadas para dicha actividad que en otras regiones - centroamericanas más secas, (39). Por esta razón los colonizadores españoles se vieron en la necesidad de limpiar densos bosques para el desarrollo de tierras de cultivo y forraje. - En estas circunstancias de abundantes bosques y creciente agri cultura, era razonable considerar a los bosques como una mo-- lestia, a pesar que proporcionaban madera, frutas silvestres y caza. La lucha entre los colonizadores y el bosque es siem pre continua, pues además de competir con sus plantas favori tas, alberga animales dañinos al ganado y a las cosechas. Sin embargo, parece que se está llegando a una armonía entre la - agricultura, ganadería y dasonomía. Cita el mismo autor como ejemplos las plantaciones de árboles de Cupressus lusitanica, Alnus jorullensis, Cordia alliodora, Cedrela mexicana, Inga - spp. y Gliricidia sepium. Existen otros ejemplos; así el au tor ha observado que en las tierras de bajura es también muy abundante, en los potreros ganaderos y agrícolas, el roble de sabana Tabebuia pentaphylla, árbol de rápido crecimiento que-

proporciona madera de muy buena calidad para ebanistería. Otro tanto se puede decir del palo blanco o primavera Cibistax ---- donnell-smithii que se reproduce y crece rápidamente en terrenos de aluvión en el norte de América Central y ciertas partes de México.

Existen varias formas de explotación agrícola, las cuales influyen en forma diversa sobre la fertilidad del suelo. En Venezuela, el denominado conuco (llamado "milpa" en México), - representa la agricultura más altamente destructiva y constituye una herencia que nos legaron los indios (19). Consiste - fundamentalmente en tumbar la vegetación en una cierta área, - quemar luego y proceder después a la siembra de cultivos anuales generalmente. Estas parcelas sujetas al sistema de conuco, continúan cultivándose cada año mediante la roza de la vegetación secundaria surgida después de la cosecha, quemándola antes de la siembra. Una vez agotada una parcela, se dispone de otra y en esta forma progresa la desforestación, erosión y agotamiento del suelo.

Antes de destruir los bosques nativos, arar el suelo virgen y permitir el pastoreo de grandes rebaños de borregos y ganado mayor, la erosión en las pendientes no era problema, (47). Bajo la cubierta natural vegetal el suelo absorbe gran cantidad de la lluvia y es protegido de las pérdidas por erosión -- excesiva. Para poder hacer agricultura, la tierra fue limpiada y arada, sin tomar precauciones contra la pérdida del suelo y las siembras se hicieron en el sentido de la pendiente del -

terreno. Como resultado de la cantidad y velocidad del agua, las pequeñas porciones de tierra arrastrada fueron aumentando hasta convertir la erosión en barrancas que se agrandan cada vez que hay lluvia y escurrimiento.

Gill (30) manifiesta que el agricultor mexicano obligado por la necesidad de encontrar más tierras de cultivo, ha ido desplazando su parcela de maíz de los valles hacia las laderas inclinadas de las montañas, en donde sin ningún método protector para retener el suelo en su lugar, se ha visto obligado a sembrar sus semillas sobre terrenos de más de 100 % de pendiente. Así se han invadido las altas regiones forestales con el sistema de agricultura nómada, dando origen a una de las causas más importantes de la destrucción de los bosques y suelos forestales en todos los trópicos del mundo. Bajo este sistema el agricultor derriba y quema los árboles de una o dos hectáreas dentro del bosque y en la superficie así liberada planta su maíz. Por dos o tres años esta tierra puede producir una cosecha, pero para entonces la erosión, el agotamiento del suelo o la invasión de las malezas evitan que se siga cultivando, de manera que esta parcela es abandonada y otra nueva área forestal se tala, incendia y siembra con maíz. Después de algunos años este proceso se repite y cuando se practica por miles de agricultores, es capaz de aniquilar una región de monte tras otra.

El pastoreo

El pastoreo dentro de los montes se originó prácticamen-

te desde que aparecieron los primeros animales herbívoros. Entre estos había unos más dañinos que otros a la vegetación, - sin embargo, se establecía un equilibrio, (29), natural entre los montes y su población animal. Si se sigue este principio las masas forestales, pueden admitir en ciertas etapas de su vida, el pastoreo de un determinado número de animales domésticos, sin provocar su deterioro o destrucción.

Los terrenos sueltos y con pendientes pronunciadas son fáciles de erosionarse. Este tipo de tierra no sólo puede -- ser dañada por desforestaciones, sino que también por métodos inadecuados de agricultura y excesivo pastoreo (22). Este fenómeno se presenta en los sitios con alta densidad de población. Para corregir los daños que causan el sobrepastoreo, - los fuegos, la agricultura nómada y demás factores originados por la concentración de habitantes, debe tecnificarse el uso de los recursos disponibles a fin de aumentar los rendimientos y en último caso mover la población a áreas propias para actividades agropecuarias.

Las condiciones actuales de desforestación de muchos --- países, como resultado de malas explotaciones anteriores (24), han dado como resultado la aparición de una abundancia excepcional de plantas forrajeras. Sin embargo, es de considerarse que sólo en muy pocos casos los suelos forestales proporcionan plantas forrajeras sin perjuicio de la economía en la explotación maderera. Por otra parte, el valor nutritivo de las plantas que crecen a la sombra de los bosques, son de me-

nor calidad comparadas con las que se desarrollan a plena luz.

En un experimento para determinar el efecto del pastoreo sobre el terreno forestal, Hursh (43) encontró que el ganado se concentró de preferencia en las áreas de buen suelo. Después de 7 años de pastoreo las leguminosas habían desaparecido completamente de los lotes sujetos a esta servidumbre. La reproducción joven de los árboles de especies deseables no -- existían en toda el área pastoreada, y los arbustos y espe--- cies no apetecibles por el ganado incrementaron su porcentaje. La erosión por el agua se manifestó intensamente hasta el octavo año de pastoreo, como consecuencia de la eliminación de la cubierta vegetal y el pisoteo del suelo.

Jordania es un país de escasa precipitación y períodos largos de sequía. En un tiempo estuvo cubierto de bosques - (32), pero a la fecha sólo le queda un 3% con montes.

La destrucción de los bosques se debió a la alta densi dad de población que practicaba la agricultura, el pastoreo y cortaba los árboles sin ningún cuidado. Expertos en pas tos están examinando los pastizales para identificar los +- más útiles y se van a poner en práctica las medidas siguien tes: a) limitación del número de animales de acuerdo con la capacidad de pastoreo, b) mejoramiento de los pastos, c) ro tación de las áreas pastoreadas, d) provición de abrevade-- ros adecuados y e) reglamentación del pastoreo nómada.

Incendios forestales

El hombre se ha servido del fuego para destruir la vegetación desde épocas remotas. La rica fauna que pasta en las sabanas de Africa puede ser el resultado de una intensa y temprana actividad del fuego (17). Investigaciones antropológicas corroboran una muy antigua actividad humana en el territorio de Africa, mientras que en América es reciente.

La práctica que sigue el hombre de usar el fuego en las tierras silvestres, (74), es quizá tan antiguo como el de sus rebaños. Tanto la agricultura nómada como la quema de pastos, es un lastre que nos queda de las formas primitivas tradicionales de usar las tierras boscosas. Para el hombre que lucha por adaptar las tierras forestales a usos no adecuados por naturaleza, el fuego sin control es su mejor aliado, ya que carece de otros elementos más baratos para lograr su objetivo.

Según Lindenmuth y Nelson (53), en los Estados Unidos se registran cada año un promedio de 182 000 incendios forestales, o sea casi 300 por cada millón de acres, de los cuales unos son superficiales y fáciles de apagar, pero otros constituyen verdaderos desastres que destruyen millones de acres de monte, causan muchas muertes humanas y reducen a cenizas varios millones de pies tablares de madera.

Elwell y Otros (27), encontraron que muchos incendios se provocan con el fin de controlar los insectos dañinos en el período de invernación; sin embargo, la mayoría pasan este --

período enterrados y el calor del fuego no les afecta en forma apreciable. En cambio muchos insectos benéficos son grandemente perjudicados. En el mismo experimento los autores encontraron que el fuego disminuía la producción de pasto aproximadamente en un 50 %.

Los incendios forestales causan numerosos daños a los bosques. Los perjuicios más importantes de acuerdo con Hawley -- (36) son los siguientes: deterioro de los árboles comerciales, renuevo, semilla y suelo. Se reduce la función protectora del bosque sobre el clima, agua y vida silvestre. Se pierden el aspecto escénico de los sitios quemados y los pastos para el ganado; con frecuencia son destruidas construcciones y hay pérdidas de vidas humanas.

Los incendios en muchas ocasiones propician una magnífica repoblación. Según Troup (78), Pinus contorta y P. banksiana, en los U.S.A., retienen sus conos y semillas por varios años; pero con el calor del fuego los conos se abren y liberan la semilla que encuentra condiciones adecuadas de germinación y en esta forma se establece un buen repoblado.

Toumey y Korstain (77) manifiestan que cuando los incendios forestales de superficie son repetidos frecuentemente, se destruyen las especies intolerantes al fuego y van siendo sustituidas por las resistentes. El monte degenera en arbustos, los cuales pueden ser destruidos después por incendios de copa. Continúan los mismos autores reportando que los incendios en montes de coníferas, afectan el suelo en una profundidad de --

10 a 15 centímetros; al ser quemada la materia orgánica, se libera calcio en un 100%, nitrógeno en un 14%, aumenta el pH. y la flora microbiana se vuelve momentaneamente más rica y activa.

En los sitios donde las condiciones ambientales favorecen una rápida descomposición, Kittredge (48) manifiesta que el nitrógeno y la materia orgánica pasan rápidamente del piso forestal al suelo mineral, donde no son afectados por la acción del fuego. A esto se debe que las cantidades de elementos quemados en la superficie sean pequeñas y los beneficios que recibe el suelo mineral sean más bien de la descomposición antes del incendio. Sin embargo, el mismo autor reporta que en un lote de 1/6 de acre en la estación forestal de Sandimas, California, la erosión fue incrementada 1 000 veces al ser quemado un chaparral.

Hay tres tipos de incendios generales que pueden presentarse en los montes según Hawley (37): a) incendios de subsuelo que se desarrollan en la capa de humus, suelo mineral mezclado con materia orgánica y raíces de árboles muertos; b) incendios superficiales, los cuales queman parte de la capa de materia orgánica no descompuesta, plantas herbáceas, renuevo y la base de los árboles, y c) incendios de corona que queman las hojas y ramas delgadas, matan los árboles y se propagan con gran rapidez.

Permeabilidad del suelo

Según lo asentado en el Soil Survey Manual (80), el concepto de drenaje del suelo es muy amplio y ciertos aspectos estrechamente relacionados como son el escurrimiento superficial, el drenaje interno y la permeabilidad del suelo deben ser definidos. Esta obra considera que el escurrimiento superficial es el agua que no penetra en el suelo, sino que pasa sobre él; la permeabilidad es la capacidad del suelo para transmitir agua y aire, y el drenaje interno consiste en la cualidad del suelo de permitir que pase el exceso de agua a través de él.

De acuerdo con Bhadran (8), cuando se alcanzan altas densidades de población, los bosques se destruyen y degradan rápidamente. Dice que todas las operaciones en bosques ubicadas dentro de cuencas hidrográficas, deben encaminarse preferentemente hacia la obtención del máximo rendimiento en la regulación y control de la lluvia, más bien que en la producción de madera.

Hursh (43) reporta interesantes datos obtenidos en el Laboratorio Hidrológico de Coweeta, Carolina del Norte. Menciona dicho autor, que en una cuenca hidrográfica de 33 acres fueron cortados todos los árboles sin remover la madera y después cada año se cortaron los nuevos brotes; la cantidad de agua aumentó en un 65%. En el verano siguiente, precisamente cuando el agua es más necesaria, el gasto aumentó al 100%. En otra pequeña cuenca se cortó todo el monte pero se dejó que -

se regenerara en forma natural; el aumento del escurrimiento - fue igual al caso anterior y después de 9 años cuando el monte tenía 30 pies de alto todavía había un aumento de 25%. En --- otro caso se cortaron los árboles y arbustos que estaban a 15-pies de distancia vertical de la corriente; el corte se hizo a mediados del verano cuando la fluctuación desapareció y el gasto aumentó en 20%. Concluye el autor manifestando que al eliminar la vegetación arbórea, sin perturbar el suelo, se aumenta el gasto ya que se evita la fuerte transpiración foliar.

De acuerdo con los estudios hechos por Varney (82) en varias cuencas de captación en algunos estados del Noroeste de-- los U.S.A., se deduce que aún una vegetación forestal pobre, - sirve mejor que cualquier otro uso de la tierra en las cuencas, para regular la lluvia y el escurrimiento del agua que fluye a los canales de salida. El mismo autor manifiesta que a pesarde que en los bosques hay bastante material de arrastre por la lluvia, si no se les perturba por caminos, arrastraderos de -- trozas, incendios, pastoreo o agricultura, no hay ningún peligro de erosión o arrastre de este material detrítico.

Según Allis y Kelly (2) en un experimento hecho en Nebraska durante 9 años, se encontró que para los cultivos de maíz - el escurrimiento superficial anual es de 122 mm con hileras - rectas, 94 mm con métodos regulares de labranza y 71 mm cuando el cultivo se hizo en contorno.

Métodos para restaurar terrenos degradados

Punjab es una provincia del oeste de Pakistán, con una precipitación de 250 mm, densa población humana y con un 46.2% de las tierras erosionadas o muy degradadas (44), donde hay plantado con riego artificial 80 000 hectáreas de bosques. Manifiesta el autor que las tierras áridas han sido fácilmente desprovistas de su vegetación original, lo cual ha acentuado la sequía de la región, pero el público secundando la labor de las autoridades, ha sido organizado por si mismo bajo numerosas asociaciones, mismas que son ayudadas y subsidiadas por el Gobierno en la Campaña contra la terrible erosión.

Cuando las especies tienen gran valor comercial y además poseen excelentes cualidades (65), ha sido posible alcanzar notables adelantos en las zonas que cuentan con marcados favorables y bastante mano de obra, en las prácticas de regeneración artificial que se asemejan a los sistemas agrícolas en su intensidad y a la sustitución del bosque mixto por plantaciones puras a menudo en combinación con cultivos agrícolas (Sistema Taungya).

El Gobierno de Jordania ha estado tomando medidas para utilizar la mano de obra sin ocupación (32) (op cit), tanto de campesinos indígenas como refugiados, a fin de proporcionarles un trabajo productivo. Con este propósito, ha sido aplicado exitosamente el sistema Grandoni, mediante la apertura de zanjas, con la ayuda de excavadoras, sobre grandes áreas degradadas, donde se siembran o plantan especies resistentes a

la sequía.

Según Robertson (70), en los trabajos de restauración de suelos erosionados que se llevan a cabo por el Gobierno de Argelia, los propietarios de los terrenos no pierden su derecho de uso y propiedad, pero no pueden oponerse a nada de lo que ordene el Servicio de Restauración. El uso queda condicionado y los propietarios no tienen mucho dominio en el área hasta que el Gobierno considera totalmente restaurada la superficie bajo tratamiento. En dicho país, 2 000 000 de hectáreas requieren tratamiento, de las cuales 800 000 deben ponerse bajo manejo inmediato y 400 000 con extremada urgencia.

Gorie (34) al referirse al Acta que expidió el Gobierno de Ceylan para promover la restauración de los terrenos erosionados, manifiesta que se prevee y recomienda el adelanto de préstamos a los propietarios, para ayudarlos a hacer terrazas que resguarden el suelo en pendientes propicias a la erosión; pero que no se puede hacer lo mismo con los pequeños propietarios que no ofrecen una aceptable seguridad en las inversiones.

Toma de muestra

Según Brown (15), el muestreo sistemático tiene ciertas ventajas sobre el muestreo al azar en estudios ecológicos, -- puesto que se logra una mejor representación en la muestra de todo el campo y un grado de exactitud un poco mayor que para la misma muestra tomada completamente al azar. Sin embargo,--

la mayor desventaja consiste en que no se puede conocer la magnitud del error en los muestreos sistemáticos. El mismo autor manifiesta que es mejor tomar muchas muestras de tamaño pequeño, que muy pocas de tamaño grande.

La permeabilidad de un suelo es la facilidad con que el agua o el aire puede pasar a través de él; Soil Survey- Manual (opcit). Esta propiedad se mide en términos de la cantidad de agua que puede pasar por una sección en la unidad de tiempo. Mencionan los autores, que la cantidad de infiltración y la permeabilidad en una capa de suelo determinada, puede variar ampliamente de tiempo en tiempo, debido a los diferentes usos o factores de disturbio a que este sea sometido. Para la permeabilidad en pulgadas por hora se hacen seis categorías: 1) muy lenta menos de 0.05; 2) lenta de 0.05 a 0.20; 3) moderadamente lenta de 0.20 a 0.80; 4) moderada de 0.80 a 2.50; 5) moderadamente rápida de 5.00 a 10.00, y 6) muy rápida mayor de 10.00.

MATERIALES Y METODOSUbicación del área estudiada

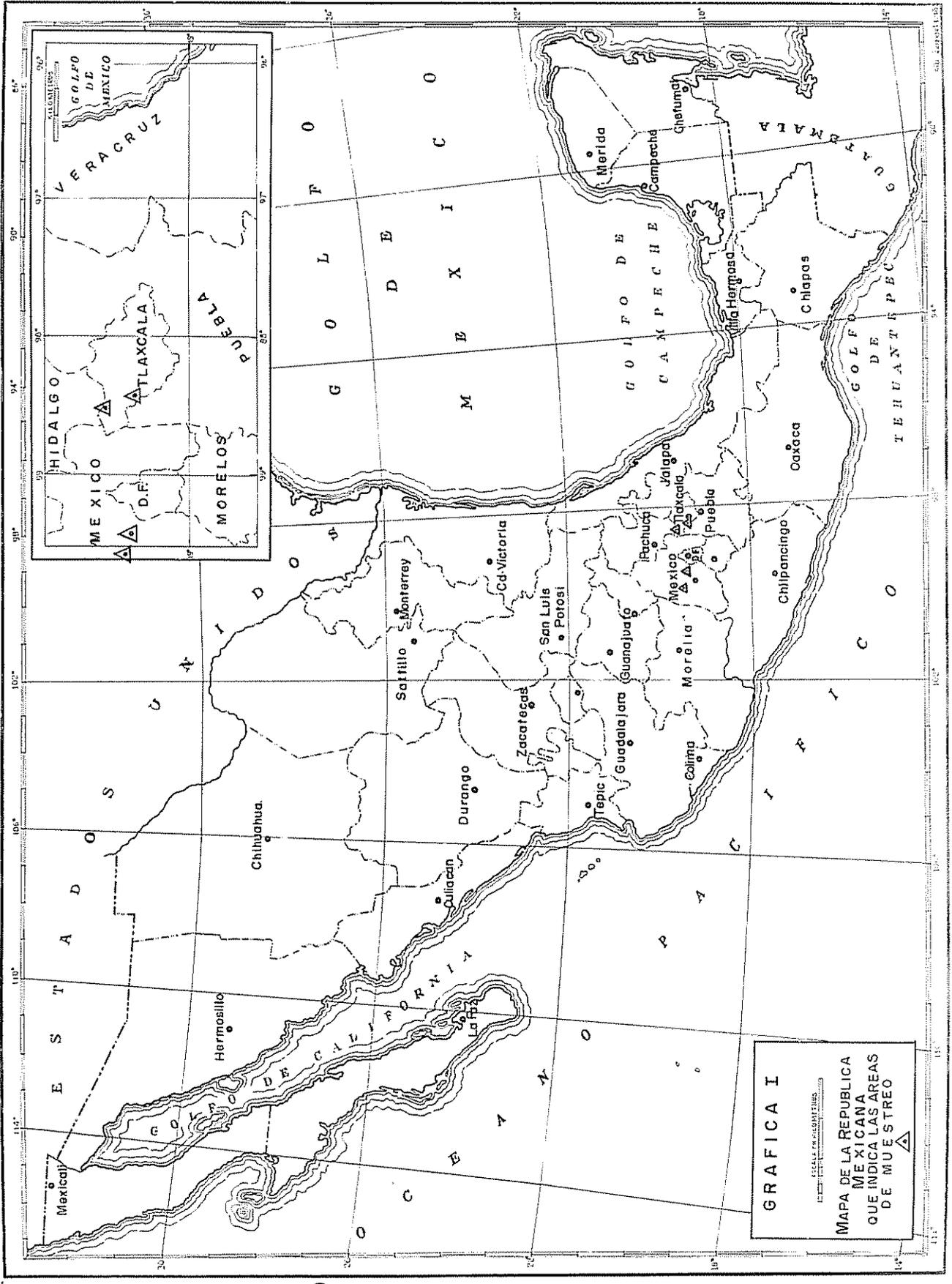
El área utilizada para estudiar los factores más destructivos de los bosques y los efectos sobre algunas propiedades físicas de los suelos, consistió en un rectángulo de 400 m de ancho por 900 m de longitud. Se localiza ($19^{\circ}-35'-37''$ de latitud norte y $98^{\circ}-34'-18''$ de longitud oeste) en el margen derecho (km 65) de la carretera México-Veracruz, precisamente en el ejido de Achichapán, Municipio de Calpulalpan, Tlaxcala, (Gráfica 1).

El predio está ubicado en las estribaciones de la vertiente norte de la sierra de Telapón, la cual a su vez constituye parte de la gran formación orográfica llamada Ixtaccihuatl-Popocatepetl. La topografía es poco accidentada y los suelos son jóvenes, de origen volcánico con tendencia a erosionarse con facilidad debido a su textura y estructura.

Datos climáticos, de vegetación y edáficos del sitio

Tiene una altura sobre el nivel del mar de 2 600 m y los datos climatológicos correspondientes a la estación de Calpulalpan que dista 5 km del predio, pero con las mismas características ambientales, son los siguientes:

Cuadro No. 1 - Temperaturas medias mensuales de la estación meteorológica de Calpulalpan, Tlaxcala, cercana al sitio estudiado.



GRAFICA I
 ESCALA 1:100,000
 MAPA DE LA REPUBLICA MEXICANA QUE INDICA LAS AREAS DE MUESTREO

M e s	Medias °C	Máximas °C	Mínimas °C
Enero	9.4	22.1	1.1
Febrero	12.0	23.6	1.1
Marzo	14.1	25.6	2.2
Abril	14.8	26.3	4.0
Mayo	14.1	25.6	5.0
Junio	14.7	24.3	6.0
Julio	14.1	22.8	5.5
Agosto	14.4	24.2	5.9
Septiembre	13.1	23.6	5.0
Octubre	12.9	24.0	3.3
Noviembre	12.1	23.2	0.9
Diciembre	10.7	22.7	0.7
Medias Anuales	13.0	24.0	3.4

Cuadro No. 2 - Lluvias y otros datos metereológicos de la estación de Calpulalpan, Tlaxcala.

M e s	Lluvia mm	Días Desp.	Días lluvia	Días heladas
Enero	3.5	25	1	10
Febrero	2.5	23	1	5
Marzo	6.5	21	1	1
Abril	35.4	16	5	1
Mayo	65.6	18	17	1

M e s	Lluvia	Días Desp.	Días Lluvia	Días helada
Junio	102.0	13	10	0
Julio	107.0	11	13	0
Agosto	123.0	11	11	0
Septiembre	102.0	10	6	3
Octubre	45.0	14	6	3
Noviembre	26.0	16	3	6
Diciembre	7.5	22	1	9
Totales Anuales	<u>626.0</u>	<u>201</u>	<u>80</u>	<u>36</u>

De acuerdo con la clasificación de formaciones climáticas de Holdrige (40), el predio corresponde a un bosque secundario.



Fig. 1- Vista de dos exposiciones de la comunidad en estudio. Nótese lo defectuoso de la espesura del pino y otras especies forestales y la abundancia de yerbas y gramíneas.

montano bajo. Está formado por una asociación de Pinus rudis y Juniperus deppeana con representación muy escasa de - otras especies arbóreas como: Quercus sp, Buddleia americana, Prunus capuli, Crataegus mexicana, Alnus acuminata, Pinus montezumae, P. teocote y P. leiophylla. (Fig. 1)

Debido a la alteración que ha sufrido el área durante muchos años, la sucesión secundaria se manifiesta muy activa y la composición florística herbácea es complicada a consecuencia de la gran cantidad de yerbas y gramíneas.(Fig.2)



Fig. 2- En primer plano una área sin árboles pero con mucha vegetación herbácea. En la barranca algunos pinos y al fondo un terreno completamente erosionado.

Como consecuencia de la eliminación de la cubierta vegetal, la compactación interna y el aflojamiento superficial del suelo, debido al pisoteo de los animales, se observan --

áreas donde aflora el tepetate (cenizas volcánicas compactas), rocas y gravas. (Fig.3).



Fig. 3 - Area muy erosionada, desprovista casi por completo de vegetación, mostrando al fondo algunos relictos de suelo.

El espesor de la capa de suelo arrastrada por los procesos erosivos es muy variable y se puede observar en diferentes sitios del área en estudio. Con solo raspar o pulir algún talud de los relictos de suelos protegidos por raíces de vegetación que han logrado persistir, se obtienen perfiles (Fig.4), donde se pueden estudiar el espesor del suelo, los horizontes y otras propiedades.

En el perfil de la Fig. 4, el horizonte A tiene un espesor de 32 cm coloración café obscura y muchas raíces de vegetación herbácea; el horizonte B tiene un espesor de 30 cm, textura más fina y coloración café obscura, y por último el horizon

te C con espesor no determinado, está constituido por el tepetate o cenizas compactas.

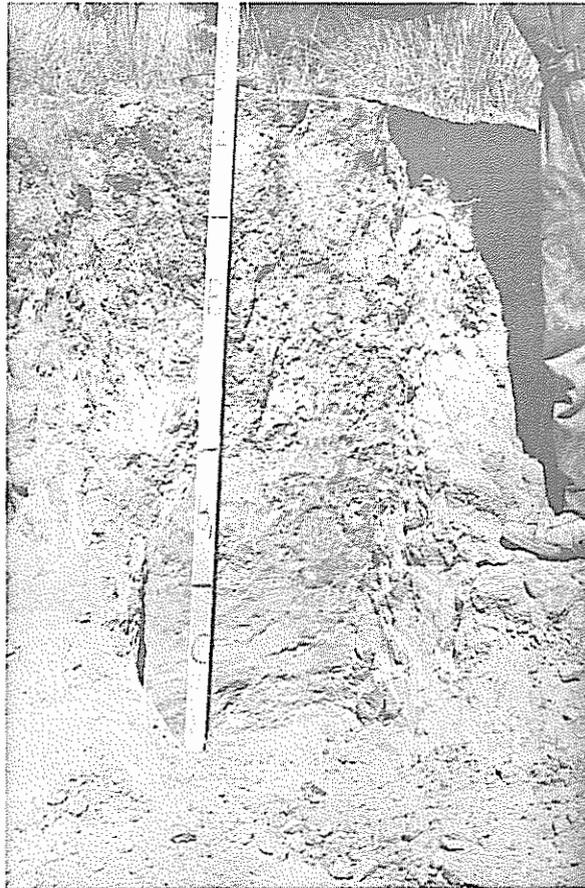


Fig. 4 - Perfil de un suelo sin erosionar mostrando los diferentes horizontes que constituyen el suelo original de la zona en estudio.

Equipo empleado

Para la toma de datos se usaron (Fig.5) los siguientes implementos:

Palas

Brújula

Regla

Botes

Cadena

Prensas

Escuadra

Barrena

Clavos de vía



Fig. 5 - Barrena de subsuelo empleada para medir el --
espesor del perfil del suelo.

Localización de los sitios restaurados

En los trabajos de restauración de terrenos forestales -
degradados, se aplicaron los sistemas de cepa común, Gradoni,
y cepa española, que se ubican (Gráfica 1) en: Tlahuapan - -
19°-16'-59" de latitud norte y 98°-25'-59" de longitud oeste'
San Miguel 19°- 17'-33" de latitud norte y 99°-39'38" de lon-
gitud oeste, y la Esperanza 19°-26'42" de latitud norte y - -
99°-59'-15" de longitud oeste.

Cuadro No. 3- Lista de sitios donde se hicieron experimentos-
sobre restauración.

Lugar	Municipio	Estado
Calpulalpan	Calpulalpan	Flaxcala
Puente del Emperador	Tlahuapan	Puebla
San Miguel	Almoleya	México
La Esperanza	Villa Victoria	México

METODOLOGIA EMPLEADA

Después de efectuar varios reconocimientos de la zona -- por estudiar, se localizó una área en donde se manifestaba -- claramente la intervención intensa, en diferentes épocas, de los factores destructivos del bosque y de la alteración de -- los suelos. En efecto, se encontraron sitios completamente -- erosionados, intensamente pastoreadas, con incendios periódicos, cortas y cinchamiento de árboles recientes y cultivos -- agrícolas en ejecución.

a)- Delimitación de las parcelas

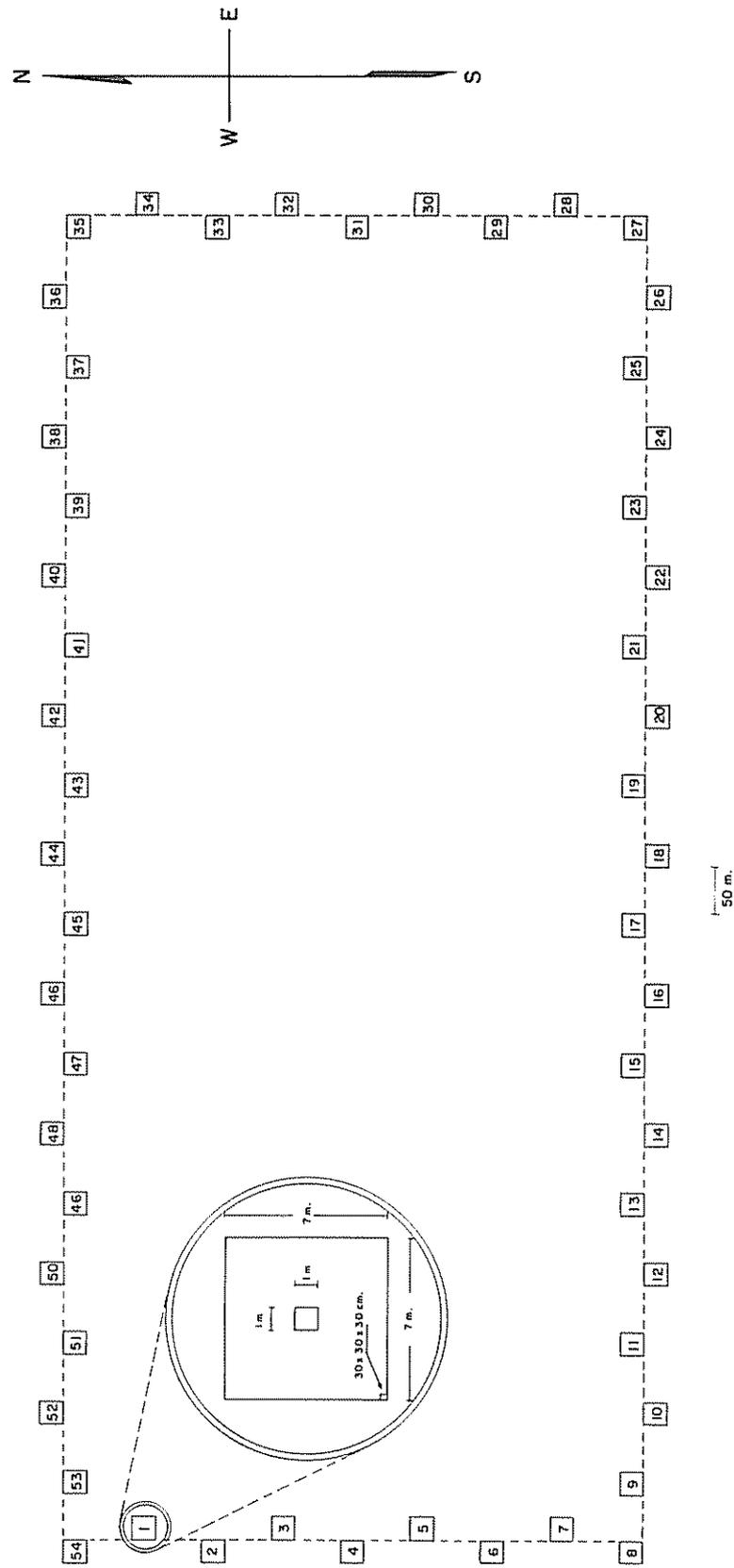
Se localizó un vértice del rectángulo en el cual se estableció la primera parcela. (Gráfica 2).

Para la toma de los datos se procedió en la forma siguiente: a partir del vértice o punto de origen se trazó un cuadrado de 7 x 7 m, para contar la vegetación arbórea; en el centro del cuadrado anterior, se localizó un cuadrado de 1 m por lado para analizar la vegetación herbácea y en el vértice de origen se abrió un hoyo de 30 x 30 cm para observar la per - - -

PARCELAS EXPERIMENTALES

TERRENOS EJIDO ACHICHAPAN. MPIO. DE CALPULALPAN, EDO. DE TLAXCALA

CARRETERA MEXICO - TEXCOCO - VERACRUZ km. 65



Gráfica 2.- Croquis de la distribución de parcelas para el estudio de la infiltración de agua, composición florística y erosión del suelo, en un bosque perturbado de pino en Calpulalpan, Tlaxcala.

meabilidad del suelo en una capa de 30 cm (Fig.6). La velocidad con que se infiltró el agua en los hoyos, se expresó en cm por hora.

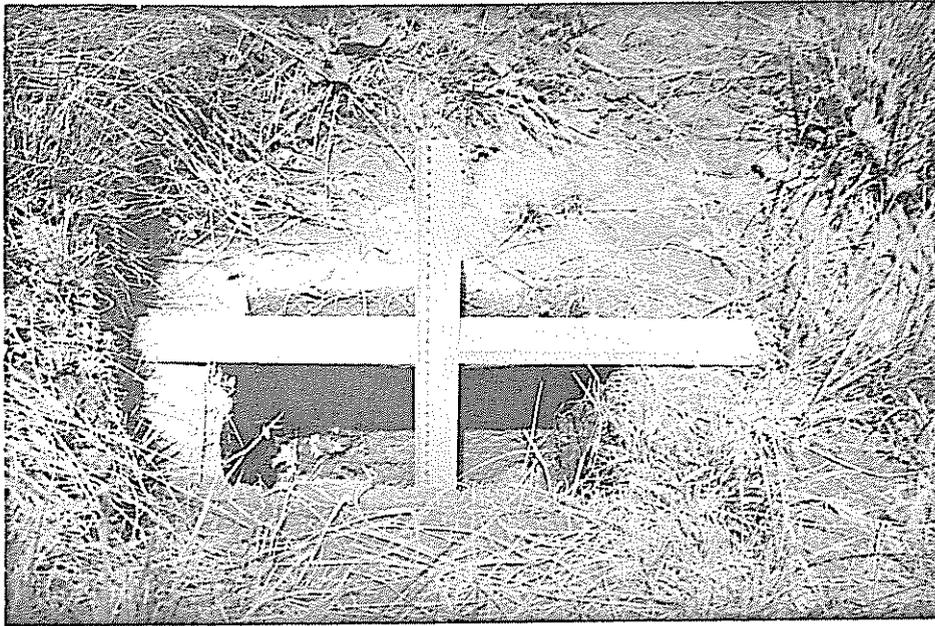


fig. 6 - Vista de la forma del hoyo que se utilizó para determinar la velocidad en que pasa el agua a través de una capa de 30 cm de suelo.

Para trazar el cuadrado de 7 x 7 m se utilizó una escuadra con brazos de 1 m de longitud, la cual se colocó sucesivamente en cada ángulo, (Fig. 7). El trazo se completó utilizando un cordón.

El cuadrado de 1 m por lado se localizó trazando, con un cordel, las diagonales del cuadrado de 7 x 7 m y en el centro así determinado se colocó un cuadrado hecho con cintas de madera provisto de diagonales de alambre. Al hacer -

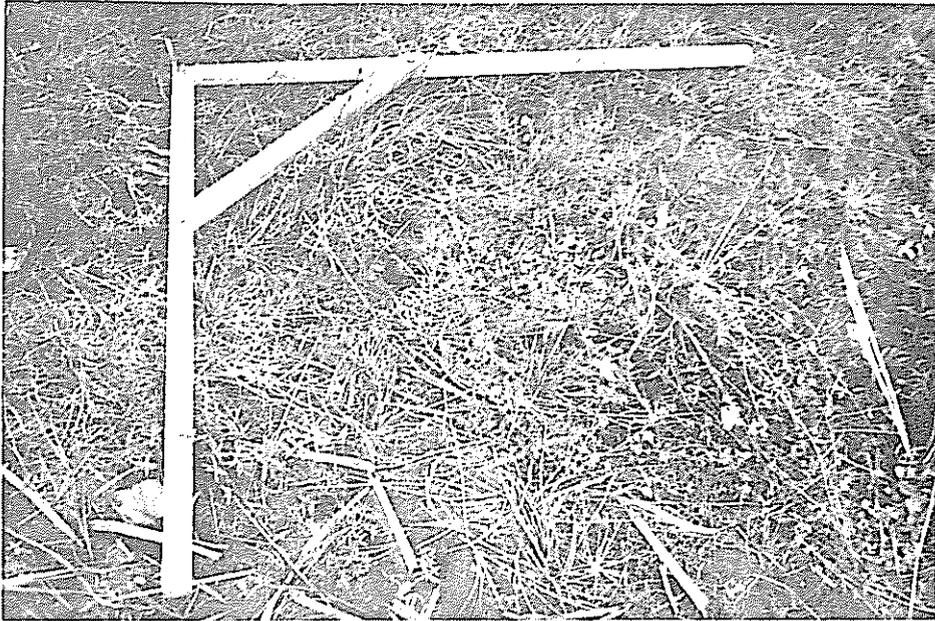


Fig. 7- Escuadra que se utilizó para marcar sobre el terreno el cuadrado de 7 X 7 m donde se estudió la vegetación arbórea.

coincidir los centros de los dos cuadrados, se localizó el cuadrado menor, justamente en el centro del cuadrado mayor.- Para facilitar el conteo de la vegetación herbácea, se utilizaron los cuadrantes limitados por las diagonales del cuadrado de 1 m por lado (Fig. 8).

La ubicación del sitio donde se abrieron los hoyos de 30 x 30 x 30 cm para observar la infiltración, se hizo siempre en el primer vértice del cuadrado de 7 X 7 m. Los hoyos se abrieron una pala recta y procurando no alterar las paredes y el fondo de las perforaciones.

A partir del primer vértice, siguiendo el sentido contrario a las manecillas del reloj, se fueron ubicando las --

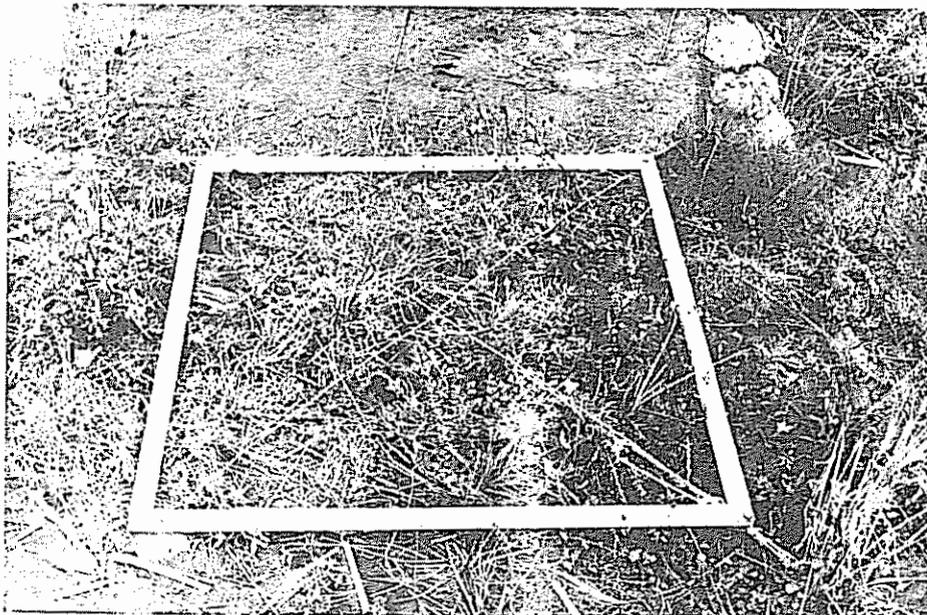


Fig. 8- Bastidor que se utilizó para delimitar la superficie de 1 m² empleada en el estudio de la vegetación herbácea.

parcelas a cada 50 m en forma sistemática. La dirección se determinó con brújula y las distancias se midieron con cadena. Una vez establecida la primera parcela, la distribución del resto se hizo sistemáticamente para eliminar en todo lo posible la influencia o preferencia humana en su ubicación (62).

b)- Permeabilidad

Para tomar los datos relativos a la permeabilidad, se llenaron de agua los hoyos 2 veces antes de proceder a efectuar las mediciones. Esta operación tuvo por objeto saturar el suelo, para eliminar variaciones por - - -

diferencias en el contenido de humedad inicial de los suelos.

Una vez preparado cada hoyo, se llenó con agua hasta el nivel máximo. La infiltración se midió cada hora con una regla graduada en mm. y se dió por terminada la observación -- después de 5 mediciones, es decir a las 5 horas de haber lleneado el hoyo. (Fig. 9)

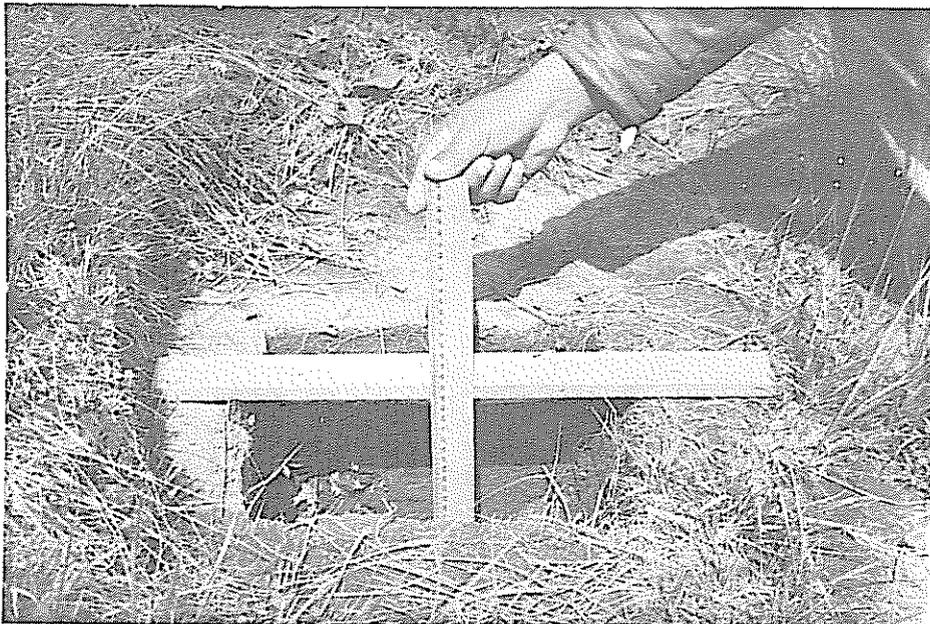


Fig. 9- Medición de la permeabilidad del agua, mediante el uso de una regla graduada en cm con el auxilio de un travesaño horizontal.

c)- Suelos

Con el fin de conocer el desarrollo que han tenido los suelos en la región, determinar el espesor de la capa perdida por los procesos erosivos y tener una idea de la capacidad de terreno para permitir el paso del agua a través de --

sus horizontes, lo primero que se hizo fue observar los diferentes perfiles existentes en los relictos edáficos y áreas con erosión avanzada. Todos los perfiles presentan características generales parecidas, ya que se han desarrollado bajo un clima igual, cubierta vegetal semejante y tienen el mismo material de origen.

De la tierra extraída en cada hoyo cuando fue posible, se obtuvo una muestra compuesta de 0.15 y 30 cm de profundidad, con el objeto de hacer análisis preliminares relativos a textura, acidez, materia orgánica y algunos elementos mayores. Estos análisis se efectuaron en el campo por procedimientos macrométricos, es decir textura al tacto, PH con indicadores (Fig. 10) y materia orgánica por observación del color, ya que el material de origen produce suelos claros.

Se tomaron un total de 54 muestras y las características físicas y químicas (apéndice I) fueron determinadas en los laboratorios de la Dirección General de Agricultura, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. En todas las muestras se determinaron las propiedades más importantes: a) color en seco, de acuerdo con la carta de colores de Munsell (1954); b) textura por el método del higrómetro de Bouy-oucos (1951); c) PH determinado por el potenciómetro Beckman Zeromatic de electrodo de vidrio, empleando una relación de suelo y agua 1:2; d) el contenido en materia orgánica se encontró por el método de combustión húmeda de Walkley y Black (1947); e) porcentaje de nitrógeno nítrico por el método Kjeldahl (Injackson 1958); f) fósforo asimilable, de-



Fig. 10 - Equipo portátil para determinar la reacción -- del suelo mediante métodos colorimétricos aproximados.

terminado por el método Troug (Inwilde and Boigt 1955), y g) el nitrógeno amoniacal, el potasio y el calcio fueron determinados siguiendo el método descrito por Peech (1947).

Para la interpretación del resultado de los análisis anteriores, se tomaron en cuenta los índices que utiliza para fines agrícolas, el Departamento de Agronomía y Química dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México.

d) Usos del bosque

Uno de los objetivos importantes en este estudio fue de

terminar los factores que han alterado el bosque y su influencia sobre la permeabilidad del agua de lluvia en el suelo. Fue visible la presencia de cortas irracionales, incendios sin control, pastoreo nómada e intensivo, agricultura sin ninguna técnica y como consecuencia la aparición de plagas forestales. Sin embargo, el problema más grave y de difícil solución consistió en determinar el tiempo que estos factores han actuado sobre el bosque. Puesto que la destrucción del bosque y la alteración del suelo están en relación directa con la duración del factor perturbante, es de gran importancia determinar el tiempo que éste estuvo actuando.

Para resolver el problema anterior no hubo otro camino que recurrir a los moradores de la región. Sin embargo, y a pesar del cuidado que se tuvo en este aspecto, los datos obtenidos son susceptibles de graves errores. Esto se reflejó claramente al hacer el análisis estadístico correspondiente. Según los informes, algunos sitios del área en estudio están bajo uso incorrecto desde hace más de 50 años. Consecuentes con este hecho, se admitió de antemano que los datos obtenidos tenían errores de magnitud considerable. El estudio estadístico se concretó a determinar el coeficiente de regresión entre los diferentes usos, la duración en que se han practicado y su influencia en la permeabilidad del agua de lluvia en una capa de suelo de 30 cm de espesor. Igualmente se trató de impedir el grado de correlación entre los diferentes factores que intervienen en la permeabilidad.

e) Vegetación

Para la determinación del número de individuos de las especies arbóreas y arbustivas, se utilizó el cuadrado de 7 x 7 m. La identificación de las especies que constituyen esta simofia, se efectuó en el propio campo por observación directa. En consecuencia, no fue necesario recolectar muestras para determinaciones de laboratorio, ya que el número de especies es reducido y de muy fácil identificación.

En el caso de la vegetación herbácea, el problema se presentó más complicado, debido a la gran cantidad de especies encontradas. Para la toma de las muestras correspondientes a las yerbas, se utilizó el cuadrado de 1 x 1m, el cual fue dividido en cuadrantes. En cada cuadrante se contó el número de individuos por especie. Como en la gran mayoría de los casos no se pudieron identificar las plantas en el campo, se tomaron muestras y se enviaron al laboratorio para su identificación. La recolección y manejo de las muestras se hizo siguiendo las normas comunes en estos casos y únicamente se puso un número y el nombre vulgar a cada espécimen.

f) Restauración

En el caso de los estudios efectuados en materia de restauración de terrenos forestales degradados, se establecieron numerosas parcelas en diferentes partes de México. Estas parcelas no se diseñaron con el propósito de hacer análisis estadísticos de los resultados. En muchos casos se efectuaron observaciones de trabajos de reforestación o restauración he

chos por técnicos mexicanos o de otros países visitados, pero no se reportan en este trabajo.

Sistema Gradoni

Este método de plantación consiste en trazar curvas de nivel a una equidistancia vertical de 50 cm a 3 m según la pendiente del terreno. Sobre las curvas se abren zanjas o pequeñas terrazas de 60 cm de ancho por 40 cm de profundidad. Las zanjas tienen 2 m de longitud y un dique divisor de 20 cm entre cada zanja. La tierra extraída se coloca sobre el borde del lado de la pendiente de cada zanja. Sobre este borde de tierra removible se plantan los arbolitos con el espaciamiento deseado. (Fig. 11).

Con este método se detienen los procesos erosivos; se almacena agua de lluvia para la época de sequía y se aceleran las etapas de sucesión vegetal.

El método se aplicó en los sitios siguientes de México:

Cuadro No. 4- Lista de predios con fechas de plantación y superficie donde se aplicó el sistema Gradoni.

LUGAR	ESTADO	AÑO	SUPERFICIE
Calpulalpan	Tlaxcala	1959	1 hectárea
El Emperador	Puebla	1959	0.5 hectárea
La Esperanza	México	1963	2 hectáreas
San Miguel	México	1962	3.5 hectáreas

Sistema Español

Este sistema originado en España consiste en abrir capas,

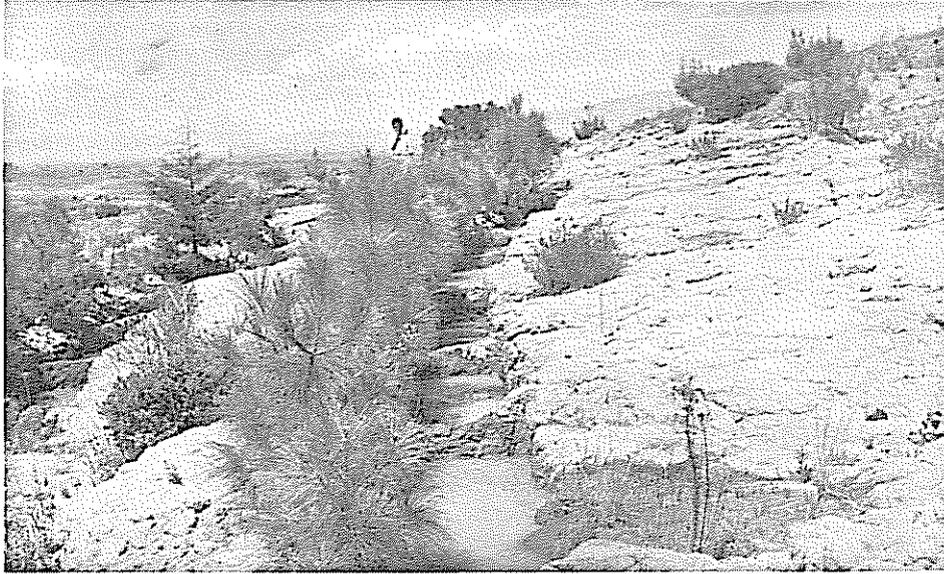


Fig. 11- Vista de zanjas y plantas de pino, después de dos años de aplicado el sistema Gradoni en una área completamente erosionada del sitio en estudio. La escasa vegetación que se observa se debe a que la foto se tomó en pleno período de sequía.

de acuerdo con el espaciamiento seleccionado, de las características siguientes: se abre una cepa de 30 X 30 X 30 cm y un cajete superficial semicónico de un metro de diámetro por 15 cm en su parte más profunda. El centro de la cepa donde se coloca la planta queda en un plano inclinado y a un lado de la parte más profunda del cajete. En esta forma el agua de lluvia se colecta en el cajete y provee de humedad a la plantita en las épocas de secas, pero no inunda el sistema radicular cuando llega a acumularse. Una vez colocada la planta se ponen 3 piedras alrededor (Fig.12) del cuello del arbolito.

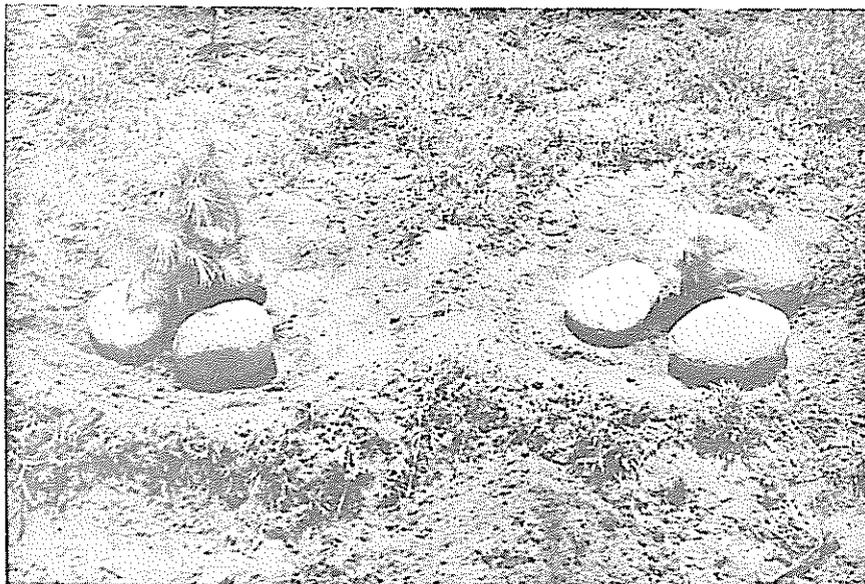


Fig. 12- Método de plantación por cepa española, con 3 piedras al pie del arbolito que le sirven de protección.

Estas piedras tienen la finalidad de reducir la evaporación, mantener poroso el suelo, evitar la salida de malas yerbas, proporcionar calor en las noches frías y servir de tutor y protección a las plantitas. El sistema se recomienda para sitios de escasa precipitación (62). Este método se aplicó en San Cayetano en una hectárea, en San Miguel Almoloyán en un cuarto de hectáreas y en Chapingo en 10 hectáreas.

RESULTADOS

Empleo de los suelos

De acuerdo con los datos de campo se encontraron diversos tipos de uso del bosque y del suelo, los cuales se presentan - en el Cuadro No. 5.

Cuadro No. 5 - Aprovechamientos del bosque y del suelo y símbolos empleados.

Pastoreo desde hace 50 años	P''
Pastoreo desde hace 25 años	P'
Pastoreo desde hace 10 años	P
Cultivos hace 30 años	C''
Cultivos hace 6 años	C'
Cultivos hace 3 años	C
Incendios hace 6 años	I'
Incendios hace 3 años	I
Explotaciones forestales hace 16 años	E

Tomando en cuenta todas las combinaciones posibles de uso del suelo y la ocurrencia de cada empleo simple dentro

de la combinación, se construyó el Cuadro No. 6. Se consigna en hilera cada uno de los usos simples componentes de los -- usos combinados.

Cuadro No. 6- Ocurrencia de cada uno de los usos simples en la combinación de usos.

Usos Combi nados	P''	I'	P'	E	C''	C	I	C'	P
IP''	X						X		
P''	X								
I'P''E	X	X		X					
I'P''	X	X							
P''E	X			X					
C''P''I'	X	X			X				
C'I'P'E		X	X	X				X	
C''P'E			X	X	X				
CIP'E			X	X		X	X		
IP'			X				X		
CIPE				X		X	X		X
IP							X		X
C''IP'E			X	X	X		X		
C'PE				X				X	X
IPE				X			X		X

x = Ocurrencia del empleo simple

Con base en los datos de campo y una vez determinada la permeabilidad media, las repeticiones de cada combinación y la ocurrencia del empleo simple particular en los usos combi

nados, se calculó la media ponderada de infiltración correspondiente a cada uso simple, Cuadro No. 7.

Cuadro No. 7- Cantidades de infiltración de agua en cm/hora-determinadas en cada hoyo y promedios de permeabilidad obtenidos en función de las frecuencias de cada combinación.

Combinaciones	Cant. perm. obs. cm/h	Permeabilidad media cm/h	Frecuencia
P'I	1	1	1
P''	2-2-2-2	2	4
P''I'E	2-2-2	2	3
P''I'	7-1-0-0-3-7	3	6
P''E	6-5	5	2
P''C''I'	7-15-8-12-19	12	5
I'P'C'E	15-8-12-11-15	12	5
P'ICE	16-14-13-12-15	14	5
C''P'E	15-14-16	15	3
P'I	23-18-17-16-18-21-11	18	7
IPCE	23-16-18	19	3
PI	16-26	21	2
C''P'IE	19-25	22	2
C'PE	22-28	25	2
PIE	24-27-26-22	25	4

De conformidad con los resultados se hizo la codificación que muestra el cuadro No. 8. La permeabilidad media correspon

diente a cada clase de empleo del suelo, está consignada en columna y en escala descendente.

Cuadro No. 8- Influencia codificada de los usos simples sobre la permeabilidad del suelo.

<u>Usos simples</u>	<u>Clave</u>	<u>Valor de codificación</u>
Pastoreo desde hace 50 años	P''	9
Incendios hace 6 años	I'	8
Cultivos hace 30 años	C''	7
Explotaciones hace 16 años	E	6
Pastoreo desde hace 25 años	P'	5
Cultivos hace 3 años	C	4
Cultivos hace 6 años	C'	3
Incendios hace 3 años	I	2
Pastoreo desde hace 10 años	P	1

Interpretación estadística

En la mayoría de las parcelas se presentaron distintas clases de uso de los recursos en forma simultanea, en cuyo caso se obtuvo por adición el valor codificado del empleo -- combinado; por ejemplo, en la parcela No. 1 donde se presentó el uso C''P''I', es decir, cultivos hace 25 años, pastoreo desde hace 50 años e incendios hace 6 años, de acuerdo con la codificación le corresponde un valor de $C'' + P'' + I' = 7 + 9 + 8 = 24$, Cuadro No. 9.

Se consideró como variable dependiente (Y) a la columna de agua infiltrada durante la primera hora, la cual varió -- de 0 a 28 cm, coincidiendo casi con la profundidad (30 cm) -

de los hoyos de infiltración abiertos en cada parcela. Se tomó como "X" a los valores codificados del uso del terreno. Con los datos "X" e "Y" se determinaron: las desviaciones -- respecto a las medias, los productos y los cuadrados, y en -- función de estos datos se calcularon: el coeficiente de re-- gresión de Y sobre X, la varianza del coeficiente de regre-- sión, la prueba de significancia con "t", la ecuación de re-- gresión de muestra y los valores de \hat{Y} en función de X que -- definen la línea de regresión.

Cuadro No. 9- Cálculo de las desviaciones, productos y cuadra dos.

Parcela No.	Uso co	Permea	Desviaciones		Productos	Cuadrados	
	difica do	bilidad cm/hora	x	y	x y	x ²	y ²
1	24	19	10	6	60	100	36
2	9	2	- 5	-11	55	25	121
3	9	2	- 5	-11	55	25	121
4	9	2	- 5	-11	55	25	121
5	9	2	- 5	-11	55	25	121
6	15	6	1	- 7	- 7	1	49
7	15	5	1	- 8	-08	1	64
8	18	15	4	2	08	16	4
9	20	25	6	12	72	36	144
10	18	14	4	1	4	16	1
11	18	16	4	3	12	16	9
12	20	19	6	6	36	36	36
13	7	23	- 7	10	-70	49	100
14	7	18	- 7	5	35	49	25
15	9	24	- 5	11	-55	25	121
16	22	15	+ 8	2	+16	64	4

(Continua Cuadro No. 9)

Parcela No.	Uso agrícola	Permeabilidad cm/hora	Desviaciones		Productos	Cuadrados	
	X	Y	x	y	x y	x ²	y ²
17	10	22	- 4	9	-36	16	81
18	10	28	- 4	15	-60	16	225
19	7	17	- 7	4	-28	49	16
20	7	16	- 7	3	-21	49	9
21	17	7	3	- 6	-18	9	36
22	17	16	3	3	9	9	9
23	17	14	3	1	3	9	1
24	17	13	3	0	0	9	0
25	17	12	3	- 1	- 3	9	1
26	17	15	3	2	6	9	4
27	17	1	3	-12	-36	9	144
28	23	2	9	-11	99	81	121
29	23	2	9	-11	99	81	121
30	23	2	9	-11	-99	81	121
31	22	15	8	2	16	64	1
32	22	8	8	- 5	-40	64	25
33	22	12	8	- 1	- 8	64	1
34	13	23	- 1	10	-10	1	100
35	13	16	- 1	3	- 3	1	9
36	11	7	- 3	- 6	18	9	36
37	11	1	- 3	-12	36	9	144
38	22	11	8	- 2	-16	64	4
39	13	18	- 1	5	- 5	1	25
40	9	27	- 5	14	-70	25	196
41	9	26	- 5	13	-65	25	169
42	9	22	- 5	9	-45	25	81
43	11	0	- 3	-13	39	9	169
44	11	0	- 3	-13	39	9	169
45	11	3	- 3	-10	30	9	100

(Continua Cuadro No. 9)

Parcela No.	Uso agrícola	Permeabilidad cm/hora	Desviaciones		Productos	Cuadrados	
	X	Y	x	y	x y	x ²	y ²
46	7	18	- 7	5	-35	49	25
47	7	21	- 7	8	-56	49	64
48	7	11	- 7	- 2	14	49	4
49	3	16	-11	3	-33	121	9
50	3	26	-11	13	-143	121	169
51	24	7	10	- 6	-60	100	4
52	24	15	10	2	20	100	4
53	24	8	10	- 5	-50	100	25
54	24	12	10	- 1	10	100	1

$$\Sigma = 781 \quad \Sigma = 697$$

$$\Sigma = 665 \quad \Sigma = 2113 \quad \Sigma = 3535$$

$$\bar{x} = 14 ; \bar{y} = 13$$

Cálculo del coeficiente de regresión

$$b_{yx} = \frac{\Sigma x y}{\Sigma x^2}$$

$$b_{yx} = \frac{-665}{2113} = -0.315$$

$$b_{xy} = \frac{-665}{3535} = -0.188$$

$$b_{yx} = -0.315$$

Este coeficiente de regresión en que se considera que la infiltración (Y) es una función del empleo (X), indica que existe una relación negativa entre las variables consideradas de -0.315; es decir, que por cada unidad de aumento en

"X" existe una disminución en "y" de 0.315 cm de infiltración durante la primera hora; a condición de que se codifique el uso del terreno de acuerdo con la escala adoptada en este trabajo.

Cálculo de la varianza del coeficiente de regresión

$$S_b = \frac{S_{yx}}{\sqrt{\sum x^2}}$$

$$\sqrt{\sum x^2}$$

$$S_{yx}^2 = \frac{\sum d y x^2}{n - 2}$$

$$\sum d y x^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2}$$

$$\sum d y x^2 = 3535 - \frac{(-665)^2}{2113}$$

$$\sum d y x^2 = 3535 - \frac{442\,225}{2113}$$

$$\sum d y x^2 = 3535 - 209 = 3326$$

$$S_{yx}^2 = \frac{3326}{52} = 64.0$$

$$S_{yx} = \sqrt{64.0} = 8.0$$

$$S_b = \frac{8.0}{\sqrt{2113}} = \frac{8.0}{45.96} = 0.174$$

$$S_b^2 = 0.0303$$

Prueba de "t" para el coeficiente de regresión

$$t = \frac{b}{S_b}$$

$$t = \frac{0.315}{0.174} = 1.81$$

$$t_{0.05 \text{ y } 52 \text{ g.1}} = 2.001$$

$$t_{0.10 \text{ t } 52 \text{ g.1}} = 1.680$$

Se concluye que el coeficiente de regresión es significativo solamente a un nivel de probabilidad de 0.015 a 0.10.

Cálculo de la ecuación de regresión de muestra

$$Y = b (X - \bar{x}) + \bar{y}$$

$$Y = b X - b\bar{x} + \bar{y}$$

$$Y = 13 + 0.315 (14) - 0.315 X$$

$$Y = 13 + 4.410 - 0.315 X$$

$$Y = 17.410 - 0.315 X$$

(Ecuación de regresión (Gráfica 3))

Cuadro No. 10- Cálculo de los valores de Y en función de X, para construir la línea de regresión.

<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
1	17.10	9	14.56
2	16.78	10	14.26
3	16.47	11	13.95
4	16.15	12	13.63
5	15.84	13	13.31
6	15.52	14	13.00
7	15.21	15	12.68
8	14.89	16	12.37

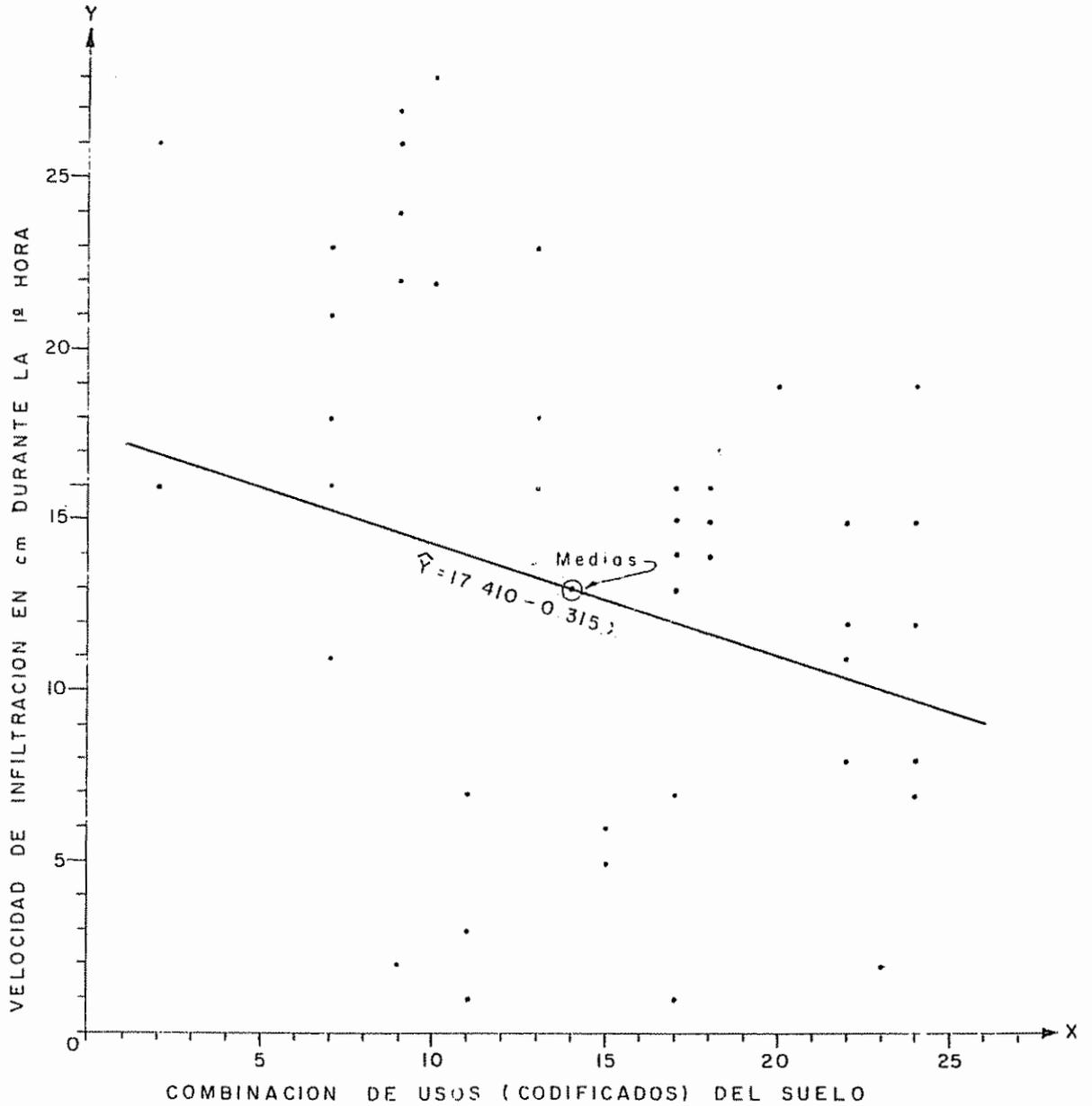
(Continúa Cuadro No. 10)

\hat{X}	\hat{Y}	X	Y
17	12.05	22	10.48
18	11.74	23	10.16
19	11.42	24	9.85
20	11.11	25	9.53
21	10.79	26	9.22

Con el objeto de comprobar los resultados obtenidos, se procedio a verificar los mismos cálculos, pero en función de las desviaciones de la permeabilidad observada en el campo - (Y) y la permeabilidad ajustada (\hat{Y}) que se obtuvo a partir - de la ecuación de regresión de la muestra. Estos cálculos se reportan en el Cuadro No. 11:

Cuadro No. 11 - Cálculo de las desviaciones de regresión con base en la permeabilidad observada y la ajustada con la ecuación de regresión.

Parcela No.	Y	\hat{Y}	$\frac{d y x}{\hat{Y} - Y}$	d y x ²
1	19	9.9	9.1	82.81
2	2	14.6	-12.6	158.76
3	2	14.6	-12.6	158.76
4	2	14.6	-12.6	158.76
5	2	14.6	-12.6	158.76
6	6	12.7	- 6.7	44.89
7	5	12.7	- 7.7	59.29
8	15	11.7	3.3	10.89



Gráfica 3- Línea de regresión de la permeabilidad, de acuerdo con la compactación del suelo por la perturbación causada debido a diferentes factores.

(Continuación del Cuadro No. 11)

Parcela No.	Y	\hat{Y}	$\frac{d Y X}{Y - \hat{Y}}$	$d \dot{y} x^2$
9	25	11.1	13.9	193.21
10	14	11.7	2.3	5.29
11	16	11.7	4.3	18.49
12	19	11.1	7.9	62.41
13	23	15.2	7.8	61.62
14	18	15.2	2.8	7.84
15	24	14.6	9.4	88.36
16	15	10.5	4.5	20.25
17	22	14.3	7.7	59.29
18	28	14.3	13.7	187.69
19	17	15.2	1.8	3.24
20	16	15.2	0.8	0.64
21	7	12.1	- 5.1	26.01
22	16	12.1	3.9	15.21
23	14	12.1	1.9	3.61
24	13	12.1	0.9	0.81
25	12	12.1	- 0.1	0.01
26	15	12.1	2.9	8.41
27	1	12.1	-11.1	123.21
28	2	10.2	- 8.2	67.24
29	2	10.2	- 8.2	67.24
30	2	10.2	- 8.2	67.24
31	15	10.5	4.5	20.25

(Continuación del Cuadro No. 11)

Parcela No.	Y	\hat{Y}	$\frac{d y x}{Y - \hat{Y}}$	$d y x^2$
32	8	10.5	2.5	6.25
33	12	10.5	1.5	2.25
34	23	13.3	9.7	94.09
35	16	13.3	2.7	7.29
36	7	13.9	- 6.9	47.61
37	1	13.9	-12.9	166.41
38	11	10.5	0.5	0.25
39	18	13.3	4.7	22.09
40	27	14.6	12.4	153.76
41	26	14.6	11.4	129.96
42	22	14.6	7.4	54.76
43	0	13.9	-13.9	193.21
44	0	13.9	-13.9	193.21
45	3	13.9	-10.9	118.81
46	18	15.2	2.8	7.84
47	21	15.2	5.8	33.64
48	11	15.2	- 4.2	17.64
49	16	16.5	- 0.5	0.25
50	26	16.5	9.5	90.25
51	7	9.9	- 2.9	8.41
52	15	9.9	5.1	26.01
53	8	9.9	- 1.9	3.61
54	12	9.9	2.1	4.41

$$d y x^2 = 3322.50$$

Cálculo de la varianza de coeficiente de regresión en función de las desviaciones respecto a Y o línea de ajuste.

$$S^2_b = \frac{Sy \cdot x^2}{\sum x^2}$$

$$Sy = \frac{Sy \cdot x}{\sqrt{\sum x^2}}$$

$$Sy \cdot x^2 = \frac{\sum dy \cdot x^2}{n - 2}$$

$$Sy \cdot x^2 = \frac{3323}{52} = 63.90$$

$$Syx = \sqrt{63.90} = 7.99$$

$$Sb = \frac{7.99}{\sqrt{2113}} = \frac{7.99}{45.96} = 0.174$$

$$Sb^2 = (0.174)^2 = 0.0303$$

Con la varianza anterior se comprueba que no existe diferencia numérica entre la varianza calculada en función de la suma de cuadrados y la varianza calculada por medio de las desviaciones respecto a la línea de regresión y por lo tanto los cálculos están correctos.

Relación de permeabilidad entre usos simples y combinados

En función de los datos contenidos en los Cuadros 7 y 8 se formuló el Cuadro 12 en el cual se considera como X₁ (eje de las "equis") a los valores codificados para el uso simple y como X₂ (eje de las "eyes") a los valores de permeabilidad

media correspondiente a los empleos combinados. Por ejemplo para P'' con valor "X₁" de 9, ocurren cantidades de infiltración media (X₂) de 1, 2, 2, 3, 5 y 12 cm y así sucesivamente para los demás valores de X₁.

Cuadro No. 12- Cálculo de los coeficientes de regresión y de correlación entre la codificación de usos simples "X₁" y las infiltraciones medias correspondientes a los usos combinados "X 2"

X ₁	X ₂	x	y	xy	x ²	y ²
9	1	4	-13	-52	16	169
9	2	4	-12	-48	16	144
9	2	4	-12	-48	16	144
9	3	4	-11	-44	16	121
9	5	4	-9	-36	16	81
9	12	4	-9	-8	16	4
8	2	3	-12	-36	9	144
8	3	3	-11	-33	9	121
8	12	3	-2	-6	9	4
8	12	3	-2	-6	9	4
7	12	2	-2	-4	4	4
7	15	2	-1	2	4	1
7	22	2	8	16	4	64
6	2	1	-12	-12	1	144
6	5	1	-9	-9	1	81
6	12	1	-2	-2	1	4
6	14	1	0	0	1	0
6	15	1	1	1	1	1
6	19	1	5	5	1	25
6	22	1	8	8	1	64
6	25	1	11	11	1	121
6	25	1	11	11	1	121
5	12	0	2	0	0	4
5	14	0	0	0	0	0
5	15	0	1	0	0	1
5	18	0	4	0	0	16
5	22	0	8	0	0	64
4	14	-1	0	0	1	0
4	19	-1	5	-5	1	25
3	12	-2	-2	4	4	4

$$b_{x_2 x_1} = \frac{\sum x y}{\sum x^2};$$

$$b_{x_2 x_1} = \frac{-554}{290} = - 1.9103$$

$$b = -1.9103$$

Este valor indica que por cada unidad que aumente la codificación de usos simples, le corresponde una disminución de - 1.91 cm en la permeabilidad media, tomando en cuenta la combinación de usos arreglada conforme al Cuadro No. 12.

Línea de regresión que ajusta los valores observados.

$$\hat{Y} = \bar{x}_2 + b_{x_2 x_1} (x_1 - \bar{x}_1);$$

$$\hat{Y} = 14 + b (x_1 - \bar{x}_1)$$

$$\hat{Y} = 14 + b x_1 - b \bar{x}_1$$

$$\hat{Y} = 14 + (-1.91 x_1) - (-1.91 \bar{x}_1)$$

$$\hat{Y} = 14 - 1.91 x_1 + (1.91) (5)$$

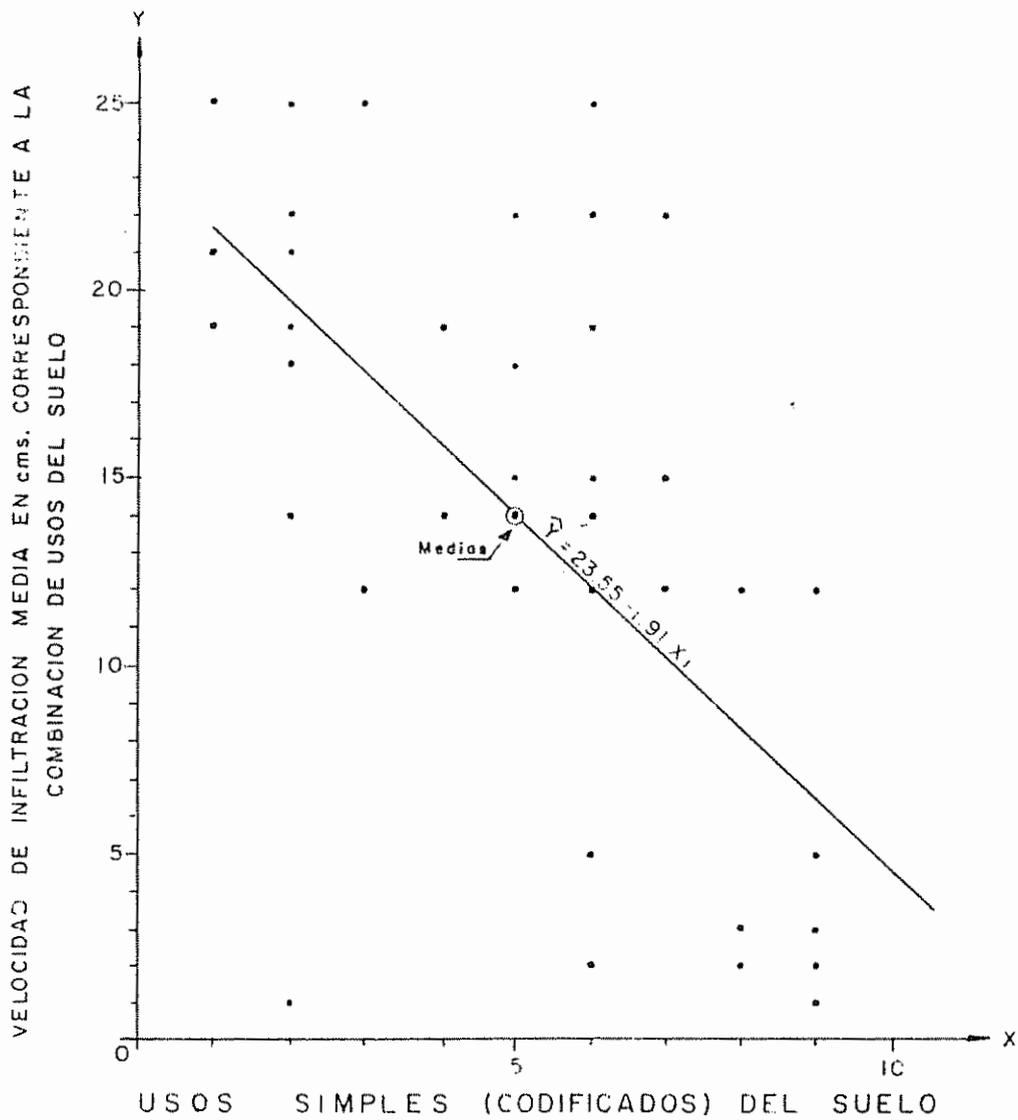
$$\hat{Y} = 14 + 9.55 - 1.91 x_1$$

$$\hat{Y} = 23.55 - 1.91 x_1$$

Ecuación de la línea de regresión.

Cuadro No. 13- Cálculo de valores de \hat{Y} en función de x_1 para determinar la línea de regresión.

x_1	\hat{Y}
1	21.64
2	19.73
3	17.82
4	15.91
5	14.00
6	12.09
7	10.18
8	8.27
9	6.36
10	4.45



Gráfica 4- Línea de regresión entre la permeabilidad media correspondiente a los usos combinados del terreno y los valores de codificación simple de uso del suelo.

Suelos

El estudio de los suelos se enfocó hacia dos aspectos, - es decir, se efectuaron análisis de carácter químico y físico.

Los resultados del análisis químico indican (Apendice I) que se trata de suelos muy pobres en nitrógeno, fósforo y materia orgánica; pero ricos o muy ricos en calcio y potasio.

Esto se deduce por comparación de los datos del estudio de laboratorio de las muestras con los índices interpretativos de elementos que usa la Secretaría de Agricultura y Ganadería y que se indica a continuación.

INDICES DE NUTRIENTES

Cuadro No. 14- Índices para interpretar los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en el suelo.

<u>INTERPRETACION</u>	<u>E L E M E N T O S</u>			
	<u>Notrógeno nitríco.</u>	<u>Fósforo</u>	<u>Potasio</u>	<u>Calcio</u>
	<u>Kg/Ha</u>	<u>Kg/Ha</u>	<u>Kg/Ha</u>	<u>Kg/Ha</u>
Muy bajo	22.46	5.61	56.15	449.2
Bajo	44.92	11.23	112.30	898.4
Moderado	67.38	22.46	168.45	1347.6
Alto	89.84	44.92	224.60	1796.8
Muy alto	112.30	89.84	280.75	2246.0
Extra rico	+ 112.30	+ 89.84	+ 280.75	+2246.0

Cuadro No. 15- Patrones para interpretar la riqueza de materia orgánica en el suelo.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

INTERPRE-
TACION

DIFERENTES TEXTURAS

	Arenas	Migajón arenoso	Franca	Migajón arcilloso	Arcilla
Pobre	menos de 0.7%	menos de 0.9%	menos de 1.1%	menos de 1.4%	menos de 2.0%
Medio	0.7 a 1.0%	0.9 a 1.4%	1.1 a 2.0%	1.4 a 2.5%	2.0 a 3.0%
Rico	mas de 1.0%	mas de 1.4 %	mas de 2.0 %	mas de 2.5 %	mas de 3.0 %

Por lo que se refiere a la reacción del suelo, los terre nos son ácidos en su mayoría, neutros en algunos casos y con menos frecuencia ligeramente alcalinos, de acuerdo con los -- patrones que se usan oficialmente en México y que se mencionan a continuación.

INDICES DE INTEPRETACION DE pH

- Neutro - - - - - 7.0
- Ligeramente alcalino - - 7.0 a 7.5
- Alcalino --- - - - - 7.6 a 8.5
- Fuertemente alcalino - - 8.6 a mayor
- Ligeramente ácido- - - - 6.5 a 7.0
- Acido- - - - - 6.4 a 5.5
- Fuertemente ácido- - - - menor de 5.4

El origen volcánico reciente de estos suelos da como resultado que predomine la textura franca y arenosa; sin embargo, hubo algunas muestras francamente arcillosas. Las textu-

ras se clasificaron de acuerdo con la clave siguiente:

INDICE DE TEXTURAS

	Arcilla
Suelos pesados	Migajón arcilloso
	Arcillas limosas
	Migajón arcillo-limoso
	Franco
Suelos medianos	Migajón limoso
	Arcilla arenosa
	Migajón areno-arcilloso
	Arena
Suelos ligeros	Migajón arenoso

El color que presentan los suelos en los diferentes horizontes, se tomaron en seco y de acuerdo con la escala de Munsell corresponden a las claves siguientes:

INDICES DE COLORACION

<u>HORIZONTE</u>	<u>COLOR</u>	<u>CLAVE</u>
A	GRIS	10 YR 6/1
B	CAFE CLARO	10 YR 6/3
B	CAFE	10 YR 5/3
C	GRIS CLARO	10 YR 7/2

Drenaje

El drenaje interno es siempre deficiente, debido a la -- presencia de una capa de tepetate (cenizas compactadas) a diferentes profundidades de la superficie. La textura franco-- arenosa y la topografía accidentada del área combinados con - la desaparición de la cubierta vegetal, ha permitido que la - zona esté sujeta a la erosión, en diferentes grados, según pue de verse en el espesor de los horizontes que muestra la Fig.4 y el Apéndice I. Esta erosión, causada por los arrastres del material suelto que efectúa el agua de lluvia, ha alcanzado - proporciones alarmantes en muchas áreas, ya que el suelo ha - desaparecido aflorando el tepetate considerado como roca madre.

Tomando en cuenta las condiciones edáficas en que ha quedado la zona en estudio, se observó que los procesos de regeneración natural o artificial de las especies forestales son - sumamente difíciles, debido al desgaste erosivo sufrido por - el suelo, a las condiciones de la roca madre y al propio clima seco del lugar.

Vegetación

Por lo que se refiere al estado de la vegetación arbórea y arbustiva, se encontraron las siguientes especies: Pinus -- rudis; Pinus montezumae, P.teocote, P.leiophylla, Juniperus de ppeana, Buddleia americana, Arctostaphylus sp., Crataegus mexicana, Quercus sp y Alnus acuminata. La especie dominante en - la comunidad estudiada es el Pinus rudis. La sigue en impor-- tancia el Juniperus deppeana y las otras especies sólo tienen escasa representación

El estudio de la vegetación herbácea constituyó un problema muy difícil. Se encontraron en total 108 especies diferentes, de las cuales muchas no se pudieron clasificar, a pesar de la valiosa ayuda recibida del Laboratorio de Botánica de la Escuela Nacional de Agricultura. La lista completa de dicha vegetación se presenta en el Apéndice II de este trabajo.

Las diferentes especies y número de plantas encontradas en cada parcela, tanto de vegetación herbácea como arbórea, como consecuencia de la situación originada por los diversos factores de disturbio, se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 16- Relación entre uso del suelo y número de plantas por parcela.

Parcela.	Uso	Hierbas.	Arboles	Parcela.	Uso	Hierbas.	Arboles.
1	C'P'I'	59		16	C'I'P'E	31	1
2	P''	43		17	C'PE	100	
3	P''	122		18	C'PE	132	
4	P''	0		19	IP'	719	
5	P''	244	1	20	IP'	334	
6	P'E	174		21	I'P''	178	
7	P'E	511		22	CIP'E	80	
8	C'P' E	142		23	CIP'E	304	
9	C'IP'E	211	9	24	CIP'E	55	6
10	C'P'E	87		25	CIP'E	286	
11	C'P'E	238		26	C'I'P'E	1045	
12	C'IP'E	460		27	I'P''	60	13
13	IP'E	237		28	I'P'E	113	
14	IP'	153		29	I'P'E	63	1
15	IPE	27	1	30	I'P'E	102	

(Continuación del Cuadro No. 16)

Parcelas.	Uso	Hierbas	Arboles	Parcelas.	Uso	Hierbas.	Arboles.
31	C'I'P'E	80		43	IP''	433	
32	C'I'P'E	181		44	IP''	14	3
33	C'I'P'E	139		45	IP''	143	2
34	CIPE	150	2	46	IP'	168	3
35	CIPE	108	1	47	IP'	216	
36	IP''	81		48	IP'	169	
37	IP''	190		49	IP	105	2
38	C'I'P'E	376		50	IP	72	17
39	CIPE	370	2	51	C''I'P''	129	
40	IPE	550		52	C''I'P''	108	
41	IPE	68	1	53	C''I'P''	55	
42	IPE	137	5	54	C''I'P''	210	

Es importante hacer notar que a pesar de la existencia de un buen número de árboles que podían producir semillas, la ausencia de renuevos de pino es absoluta.

Restauración

En el año de 1950, se estableció una parcela de reforestación de 1 hectárea plantada por el sistema Gradoni en el sitio estudiado, kilómetro 64 de la carretera México-Veracruz. El terreno se encontraba en estado de erosión muy avanzada. Los resultados de sobrevivencia de planta en junio de 1964 fueron los siguientes:

<u>Pinus sp</u>		<u>Hojosas varias</u>	
Vivas	1170	Vivas	201
Perdidas	534	Perdidas	299
	<u>1704</u>		<u>500</u>

Sobrevivencia	68.6%	Sobrevivencia	40.2%
Pérdidas	31.4%	Pérdidas	59.8%

En el mismo año, se estableció una parcela de 1/2 hectárea en el sitio denominado Puente del Emperador, Puebla, - para observar las posibilidades del método de plantación Gra doni en terrenos muy degradados y completamente erosionados. El último conteo de sobrevivencia efectuado en junio de 1964, arrojó los siguientes resultados:

<u>Pinus sp</u>		<u>Hojosas varias</u>	
Vivos	750	Vivas	380
Muertas	<u>290</u>	Muertas	<u>312</u>
Total	1040	Total	692
Sobrevivencia	72.1%	Sobrevivencia	54.9%
Pérdidas	27.9%	Pérdidas	45.1%

En los años de 1959, 1961, 1962 y 1963 se hicieron plan taciones experimentales en climas y terrenos muy similares a los que sirven de base para la Tesis, por los sistemas de ce pa Española y Cepa común, con el propósito de incluirlos como parte de este trabajo. Sin embargo, la información no tu vo la exactitud de los lotes anteriores, debido a la gran su perficie, desde el punto de vista experimental, que se refo restó y a problemas que se presentaron e interfirieron con - la sobrevivencia de la planta. Los resultados globales ob-- tenidos se indican a continuación.

°
Cuadro No. 17- Supervivencia lograda en los diferentes sitios donde se hicieron pruebas de restauración.

Sitio	Estado	Superficie	Supervivencia
Calpulalpan	Tlaxcala	1.0 Ha.	55 %
Puente Emperador	Puebla	0.5 Ha.	64 %
San Miguel	México	3.5 Ha.	70 %
La Esperanza	"	2.0 Ha.	72 %
San Cayetano	"	10.0 Ha.	63 %

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Uso del suelo y permeabilidad

En la literatura consultada no se encontró ningún trabajo que se hubiera efectuado para determinar la influencia de diferentes factores combinados en la permeabilidad del agua en el suelo. Este hecho aunado a la falta de un registro exacto sobre el tiempo e intensidad de los usos del suelo, dieron lugar a muchas dificultades para interpretar los datos obtenidos en el campo.

La codificación utilizada en los cálculos está basada en promedios de campo; sin embargo, en algunos casos los usos combinados no tuvieron igual número de repeticiones en la superficie estudiada. Esta desigualdad en repeticiones afectó a los promedios calculados, de cuyo ordenamiento creciente se infirió la codificación utilizada; bajo la suposición inicial de que existe una relación directa entre una perturbación intensa y la permeabilidad, con tendencia descendente; es decir, a mayor cantidad de incendios, pastoreo, cortas irracionales y agricultura menos agua pasa a través del suelo.

Se hizo la hipótesis de que los usos simples actuaban en forma acumulativa, afectando a la infiltración según la escala de valores codificados y el tiempo de uso transcurrido; sin embargo, al efectuar el cálculo del coeficiente de correlación entre la codificación de usos simples y las infiltraciones medias correspondientes a los usos combinados, se encontró que existe entre ellas un grado de asociación de 64.27 %, -

lo cual significa una correlación media entre las variables consideradas. Esto hace pensar que la magnitud de la correlación, seguramente está afectada por: La influencia que ejerció en la infiltración el muestreo que tuvo diferentes repeticiones en cada uso; la falta de seguridad en la historia de los usos, y los disturbios de la vegetación forestal original que dió lugar a diferentes tipos de vegetación secundaria. No obstante, en los resultados del presente trabajo, se puede -- comprobar que si existe la tendencia lineal descendente entre la perturbación intensa y la permeabilidad, aunque desgraciadamente sin haber sido posible establecer la magnitud de la regresión y de las correlaciones, dentro de límites de confianza significantes, por los múltiples factores que se mencionaron con anterioridad.

El Soil Survey Manual (80) reporta un cuadro aproximado de valores de permeabilidad en la forma siguiente:

Cuadro No. 18- Escala de valores de permeabilidad de agua en el suelo, expresada en pulgadas y centímetros por hora.

<u>BAJA</u>	<u>PULGADAS</u>	<u>CENTIMETROS</u>
1 - Muy baja	Menos de 0.05	menos de 0.13
2 - Baja	0.05 a 0.20	0.13 a 0.51
<u>MODERADA</u>		
3 - moderadamente baja	0.20 a 0.80	0.51 a 2.03
4 - moderada	0.80 a 2.50	2.03 a 10.70
5 - Moderadamente rápida.	2.50 a 5.00	6.35 a 10.70

BAJA

PULGADAS

CENTIMETROS

RAPIDA

6 - Rápida

5.00 a 10.00 12.70 a 25.40

7 - Muy rápida

10.00 en adelante 25.40 en adelante

De acuerdo con los datos de campo obtenidos por el autor, se encontró la escala completa de permeabilidad contenidas en el Cuadro anterior. Esta variabilidad encontrada en un sólo sitio puede atribuirse a los diferentes grados de perturbación que ha sufrido el área. Desde luego que los resultados también pueden estar influenciados por otros factores no considerados como ya se indicó.

Suelos

Los suelos forestales de esta zona presentan pocas variaciones en cuanto a la interpretación agronómica de su contenido en nitrógeno, fósforo y materia orgánica, ya que la utilización a que han estado sometidos desde hace quizá cientos de años, también son las mismas. En efecto, de conformidad con los resultados analíticos del Apéndice I, se puede observar que sólo los suelos de las parcelas 8, 39, 42, 43, 44, 47 y 49 son ricos en materia orgánica y corresponden a sitios cubiertos de bosques o dedicados a la agricultura (Cuadro 14). Por lo que se refiere al nitrógeno nítrico, los suelos son invariablemente escasos en este elemento, pues únicamente en las parcelas 4, 25, 26, 27 y 28 se alcanzaron valores interpretados como bajos y el resto son muy pobres; los sitios de contenido

bajo de nitrógeno, estuvieron sujetos a disturbio de pastoreo muy antiguo, pero a cultivos agrícolas, incendios y explotaciones recientes (Cuadro 14). El fósforo también es escaso en los suelos de la zona en estudio; en efecto, solo las parcelas 6, 15, 16, 20, 23, 25, 26, 27, 30 dieron resultados de contenido bajo y medio; sujetos al aprovechamiento de pastoreo antiguo y agricultura, incendios y explotaciones mas o menos recientes (Cuadro 14). Por lo que se refiere al espesor del perfil del suelo y los nutrientes en estudio, solamente el nitrógeno nítrico apareció con el grado de bajo en las parcelas 4 y 29 (Apéndice I) cuyo espesor fue cero, por estar aflorando el tepetate debido a la erosión; el resto de sitios con nutrientes aceptables tienen un perfil poco o nada erosionados. Estos resultados parecen normales de acuerdo con los antecedentes del área, o sea que nunca se han agregado abonos comerciales; en cambio ha habido monocultivo y otros factores de desgaste químico continuo por muchos años. Probablemente esta pobreza de suelos en materia orgánica, nitrógeno y fósforo, tan indispensables para el desarrollo de las plantas en general, constituye un factor que impide la regeneración natural de las especies forestales.

Por lo que hace al potasio y al calcio, los resultados indican índices de medio, alto, muy alto y extrarrico, excepto en las parcelas 11, 27, 32, 33, 36, 40, 41 y 47 (para el potasio) y parcelas 8, 16, 19, 38, 44, 45, 46, 50 y 52 (para el calcio). Lo anterior probablemente se debe al origen del ma-

terial que ha formado los suelos, a lo reciente de éstos y desde luego al clima templado y seco de la región que no favorece un fuerte intemperismo y lixiviación de las bases de cambio. Se cree que la riqueza de estos elementos puede ser muy favorable para la regeneración de algunas especies del género Pinus.

El pH varió entre los límites de ácido, ligeramente ácido y en contadas ocasiones ligeramente alcalino. Estos resultados están dentro de lo esperado en la zona, o sea ácidos en general donde el suelo conserva sus rasgos originales de riqueza en materia orgánica, ligeramente ácidos en terrenos sin cubierta arbórea y alcalinos donde aflora la roca madre, debido a la total erosión del suelo.

El espesor del perfil del suelo fue muy fácil de determinar, mediante la observación directa en diversos taludes erosionados hasta el tepetate o roca madre. Cuando no fué posible la determinación directa, se empleo una barrera de subsuelo, la cual al irse introduciendo indicaba la presencia del

tepetate.

Por lo que hace a los horizontes, su diferenciación se hizo tomando como base la coloración impartida al suelo por el contenido de materia orgánica. En efecto, de acuerdo con la Fig. 4, el horizonte A presenta una coloración gris. Esto puede deberse a que el perfil se observó en un lugar de avance de la erosión poblado de vegetación herbácea y probablemente muy lixiviado.

El horizonte B es de color café claro y el B₁ café, posiblemente debido a la acumulación de material mineral fino y algo de materia orgánica. El horizonte C invariablemente es gris claro, ya que está compuesto por arenas y cenizas volcánicas en distintos grados de compactación.

El espesor del suelo original en la zona alcanzaba hasta 2 m, según se pudo observarse en algunos relictos que permanecen sin erosión protegidos por pequeños manchones de árboles, Fig. 3. En consecuencia, la cantidad de tierra arrastrada ha sido fantástica. En esta erosión ha intervenido básicamente el agua y la pendiente, pero también actúa la erosión eólica, inclusive en algunos sitios donde hay vegetación arbórea.

El proceso de la acción erosiva se debe a la existencia de un suelo de poca cohesión, terreno accidentado, pastoreo y otras perturbaciones que prácticamente eliminan toda la vegetación herbácea, incluyendo sus raíces, en la época de la prolongada sequía que se presenta anualmente en el lugar. En esta forma, cuando llegan las lluvias y la época de vientos ---

fuertes, el suelo está suelto y desprovisto de toda protección, facilitando los procesos erosivos. En consecuencia, se trata de una zona donde con gran facilidad se puede destruir la cubierta vegetal y erosionar el suelo, pero difícilmente se logra la restauración de estos recursos.

Vegetación

El estudio de las diferentes especies y la representación numérica de individuos encontrados en cada parcela, permite inferir que en los bosques de la zona ecológica en estudio con un desarrollo y espesura más o menos normal, el número de especies e individuos de plantas herbáceas y arbustivas es relativamente reducido. A medida que cualquier factor va perturbando el bosque, el número de especies e individuos del estrato herbáceo-arbustivo también va en aumento, alcanzando un máximo cuando se ha destruido toda la cubierta arbórea, pero el suelo se conserva sin manifestar procesos erosivos avanzados; cuando el terreno forestal principia a deteriorarse, el número de especies e individuos comienza también a disminuir. Si la destrucción del suelo llega hasta la erosión total de los horizontes A y B, la vegetación herbácea y arbustiva desaparece casi completamente.

En términos del dinamismo vegetal, las observaciones anteriores nos permiten hacer las siguientes suposiciones:

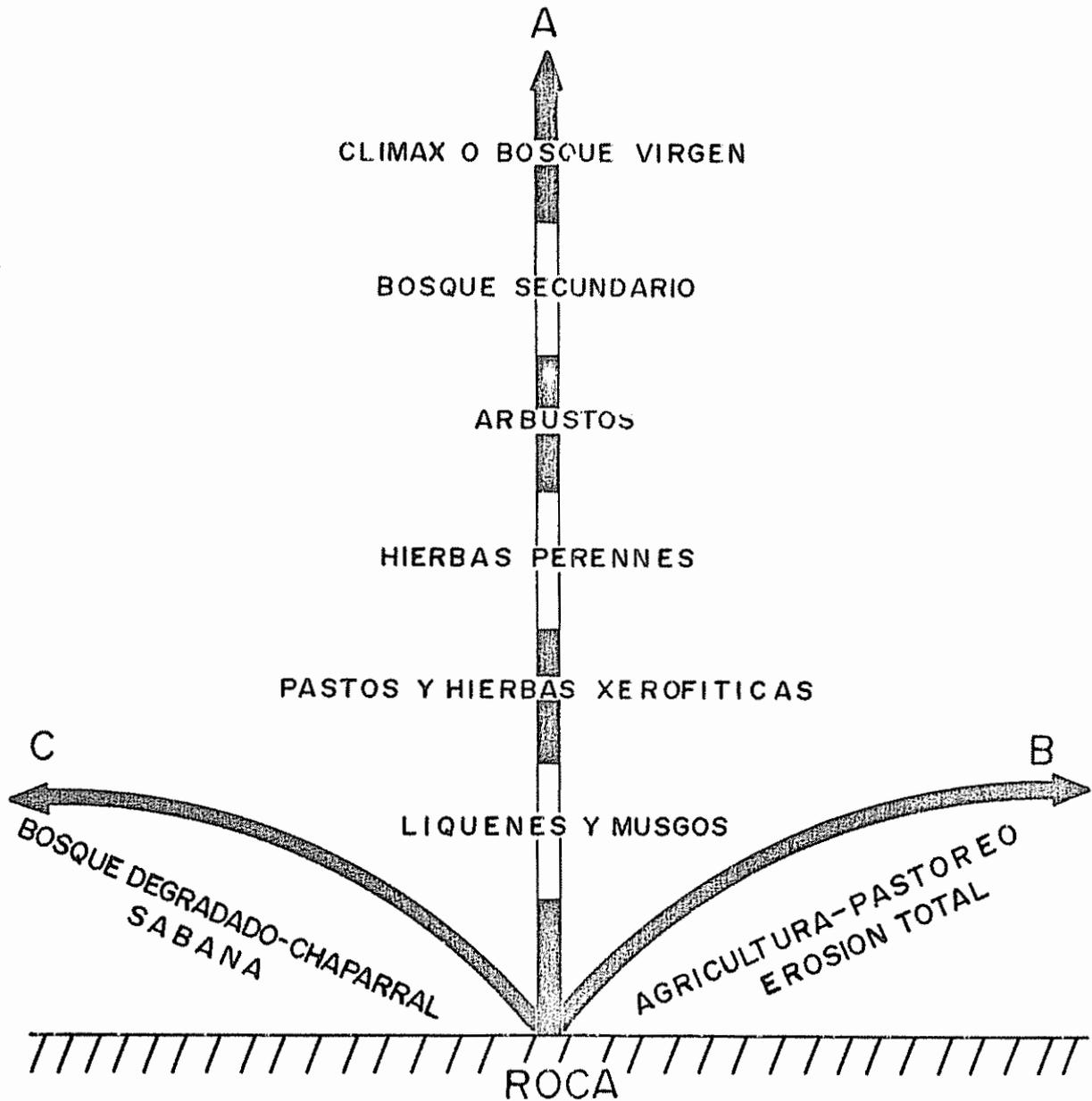
- 1- Cuando los bosques representantes del clima de un lugar son poco alterados, la sucesión vegetal no se manifiesta con intensidad y la comunidad permanece en -

equilibrio biológico aparente, reproduciéndose las especies en los claros o huecos que dejan los árboles viejos al morir.

- 2- Si la perturbación del bosque alcanza proporciones -- que hagan desaparecer la cubierta arbórea, la suce---sión de plantas arbustivas y herbáceas se vuelve sumamente activa, mientras el suelo se mantenga sin deterioros físicos y químicos muy pronunciados.
- 3- Si el suelo se altera hasta procesos avanzados de erosión, la sucesión vegetal se hace cada vez más lenta-- hasta parecer relativamente estática cuando aflora la roca madre.
- 4- Al destruirse la capa de suelo fértil y disminuir la-- permeabilidad del agua de lluvia, las reservas de nutrientes y humedad se ven seriamente afectadas, dando como resultado que la regeneración de las especies forestales sea muy difícil, ya que la vegetación arbórea es más exigente que la herbácea en cuanto a elementos de vida del medio ambiente. Desde luego debe admitirse que los fuegos frecuentes, el pastoreo desordenado y los cultivos agrícolas también desempeñan un papel-- muy importante en la falta de regeneración de las especies forestales.

De las cuatro fases del dinamismo vegetal señaladas, se deduce que la restauración forestal ya sea en forma natural o artificial, depende directamente del grado en que se encuen--tre la sucesión vegetal. En otras palabras, en sitios poco -

alterados es fácil mantener las especies deseables que se --
necesiten; en cambio las dificultades y costos de restaura--
ción aumentan hasta hacerse técnicamente difíciles y económi--
camente prohibitivos en sitios totalmente erosionados. (Grá--
fica 5).



Gráfica 5- Direcciones hipotéticas de la dinámica vegetal en el sitio en estudio: A-Etapas de una sucesión correctamente dirigida, B y C sucesiones desviadas.

Restauración

Sistema Gradoni- Con base en experiencias anteriores se ha determinado que en muchos sitios con terrenos forestales erosionados de cierta pendiente, las reforestaciones naturales y artificiales no progresan en la forma deseada. En efecto, alrededor de la ciudad de México y cerca de la ciudad de Pachuca, Hidalgo, se efectuaron plantaciones desde hace 30 años. El método usado para colocar las plantas en su lugar definitivo, fue el sistema de cepa común. Los árboles de eucalipto y cedro blanco plantados, en la mayoría de los casos prendieron y aun viven, pero su crecimiento es muy raquítico. Además se observó que los procesos erosivos hasta la fecha no se han detenido. No se ha formado capa de suelo y la sucesión vegetal tiene una evolución muy lenta. En vista de las enormes superficies erosionadas con que cuenta México y otros países Americanos, se pensó en experimentar un método más seguro para restaurar áreas erosionadas en las pendientes. Por sus características el método Gradoni resultó ser ideal, ya que cumple con las tres funciones básicas siguientes:

- 1- Detiene de inmediato la erosión y facilita la acumulación de partículas de suelo.
- 2- Permite almacenar cierta cantidad de agua en las zanjas. Esta humedad es aprovechada por las pequeñas plantas en la época de sequías. En lugares de escasa precipitación esta ventaja es muy importante.
- 3- Al remover el suelo se acelera considerablemente la -

sucesión vegetal, con el consiguiente cambio de microclima. Estos cambios favorables permiten la sustitución de unas especies por otras con dirección hacia -- las plantas climax del lugar.

No obstante las ventajas evidentes de este método, es muy importante señalar que el costo es elevado. En las condiciones de los sitios en que se aplicó, se hicieron 1 500 metros lineales de cepa por hectárea. El costo aproximado por metro fue de \$1.00 o sea que, para abrir las zanjas de una hectárea se requiere un costo de 1 500 pesos mexicanos. A este costo hay que agregar los gastos de producción, transporte y colocación de la planta. Por otra parte, hay que hacer mención que para las condiciones actuales de México, cualquier sitio restaurado por este sistema debe quedar sujeto a vigilancia permanente por un período de unos 5 años, a fin de evitar que los factores bióticos que destruyeron la vegetación original, destruyan con mayor facilidad la reforestación.

La sobrevivencia a los 5 años de efectuada la plantación fue relativamente baja. Esto se debió a que el terreno se encontraba en muy malas condiciones físicas y químicas. Es decir, toda la capa de terreno había sido arrastrada y solo quedó el subsuelo, consistente en una capa de cenizas volcánicas compactadas (tepetate) de espesor no determinado. Desde el punto de vista químico, esta capa de cenizas clásticas, resultaron ricas en potasio y calcio, pero muy pobres en nitrógeno, fósforo y materia orgánica, elementos estos últimos indispensables para el crecimiento vegetal. Por otra parte, la riqueza-

de potasio y calcio probablemente favoreció tanto al prendimiento como al desarrollo de las plantas. El pH resultó en general ácido (y ligeramente ácido), tal y como corresponde a los terrenos de un bosque de coníferas y hojosas de clima templado.

Otro factor de mucha importancia en los resultados de la sobrevivencia, se cree que fue el origen de la planta usada.- Toda esta planta se obtuvo del vivero de Coyoacán ubicado en la ciudad de México. Este lugar tiene condiciones ecológicas generales, bastante diferentes a los dos sitios donde se hicieron las plantaciones experimentales. Esta anomalía se acenutuó más por el desconocimiento del propio origen de las semillas. A este respecto se pudo averiguar que la semilla del pino usado en mayor proporción (Pinus douglasiana), fue cosechada en una parte cálida del estado de Jalisco. El resto de las especies como el eucalipto, casuarina, acacias y táxcate, se recolectaron en el Valle de México. En general el porcentaje de sobrevivencia fue mayor en la parcela del "Puente del Emperador", que la de Calpulalpan. Se estima que ésto se debió a que la temperatura y la precipitación son más altas en Puente del Emperador que en Calpulalpan. Debido al éxito prometedor del método, se aplicó en mayor escala en San Miguel y la Esperanza del estado de México, donde el sistema presentó las mismas características de costo y sobrevivencia que en los casos de Calpulalpan y Puente del Emperador, con la salvedad que en los sitios a que nos referimos, se empleo planta ecológicamente adecuada.

Sistema español y cepa común

Estos dos sistemas se aplicaron en el campo de San Cayetano y en el sitio llamado San Miguel cerca de la ciudad de Toluca estado de México. Los resultados de los dos métodos no acusaron diferencia, puesto que los sitios donde se hizo la reforestación tiene una precipitación de 1 000 mm y el método Español se recomienda para lugares secos o sea con una precipitación inferior a 500 mm. En San Cayetano, la plantación por el sistema de cepa común fue muy atacada por una gran infestación de gallina ciega (Phylophaga rubella) que existe en ese lugar; en cambio, la planta puesta por el sistema Español sufrió menor daño. En consecuencia, los resultados fueron oscurecidos por la presencia de este factor que no se había previsto.

En San Miguel y la Esperanza, sitios muy erosionados y con pendiente de 15%, los dos procedimientos Español y cepa común arrojaron resultados similares de sobrevivencia. Igualmente, los procesos erosivos continuaron en la época de lluvia, retardando la velocidad de la sucesión vegetal.

Consecuentes con lo anterior, las observaciones hechas sobre el sistema Español, no son concluyentes y se necesita efectuar otros experimentos, donde haya más escasez de lluvia, se presenten heladas más severas, la competencia de malas hierbas sea más fuerte y los factores bióticos en general perturben con mayor intensidad el crecimiento de la plantación. Solamente con más resultados en estas condiciones, se

puede juzgar la bondad de este método, tan recomendado por algunos autores, en sitios poco favorables para las reforestaciones por el sistema de cepa común.

C O N C L U S I O N E S

Por primera vez, de conformidad con la información obtenida, se trataron de determinar los efectos de las perturbaciones intensas causadas por la agricultura, el pastoreo, los incendios y aprovechamientos irracionales sobre los terrenos forestales. El estudio pretendió dar alguna información sobre los puntos básicos siguientes:

- a) - Efectos de factores destructivos sobre la permeabilidad del agua en el suelo.
- b) - Degradación física y química del suelo.
- c) - Alteraciones de la vegetación.
- d) - Métodos de restauración de las áreas degradadas.

De acuerdo con los datos de campo promedio de cada uso, se estableció una codificación para determinar el coeficiente de regresión entre usos simples y combinados con la permeabilidad. En esta forma se determinó que por cada unidad de aumento en años de uso del suelo, la permeabilidad disminuye en 0.315 cm por hora. Sin embargo, al efectuar la comprobación de este resultado, se encontró que el coeficiente de regresión solamente es significativo a un nivel de probabilidad de 5 a 10%. Se atribuye la baja significancia de los resultados a que los datos de la historia sobre la perturbación de los terrenos fueron sumamente deficientes, el muestreo sistemático quizá no es el más adecuado para este tipo de problemas y sobre todo a la probable influencia que ejercen otros factores

en la permeabilidad del agua en el suelo.

Queda demostrado que el disturbio intenso de los terrenos forestales provoca su compactación y destruye o altera la cubierta vegetal. Este doble efecto hace que disminuya la infiltración del agua y aumenten los procesos de erosión. Por otra parte, los terrenos sometidos a aprovechamientos intensos por mucho tiempo, se empobrecen de algunos elementos nutritivos indispensables para el desarrollo de la vegetación.

Para restaurar terrenos erosionados con cierta pendiente, es indispensable aplicar un procedimiento que detenga el movimiento de la tierra, que capte la humedad de las lluvias y - que acelere los procesos de sucesión natural. Estos requisitos los llena adecuadamente el sistema Gradoni, de conformidad con los resultados obtenidos y consignados en el presente trabajo.

El sistema de cepa española no se aplicó en forma sistematizada, pero los datos logrados son prometedores para reforestar terrenos poco erosionados, con pendientes suaves y de escasa precipitación pluvial. Como México cuenta con áreas - extensas de estas características, se ve la necesidad de experimentar más el método, para aplicarlo en reforestaciones en gran escala.

El método de cepa común es económico y fácil de aplicar, pero desafortunadamente en terrenos inclinados no detiene los procesos de arrastre del suelo y la erosión continúa manifestándose durante muchos años después de efectuada la plantación.

R E S U M E N

Se tomaron datos sobre 54 parcelas distribuidas sistemáticamente en un bosque de Pinus, con el fin de determinar el efecto del pastoreo intensivo, fuegos frecuentes sin control, agricultura nómada y cortas irracionales sobre la permeabilidad del suelo, la composición florística, los procesos erosivos y el empobrecimiento químico del suelo.

Los resultados obtenidos permitieron determinar que existe una relación directa entre el empleo intenso del suelo y la disminución de la infiltración del agua. Por otra parte, estas perturbaciones destruyen o alteran la cubierta vegetal, aceleran los procesos de erosión física y química y a medida que se hace más prolongada/alteración^{la}, aumentan las dificultades para restaurar los suelos al cultivo forestal.

Con base en la información del grado de disturbio que sufren los bosques, como consecuencia del uso incorrecto de los terrenos forestales, se iniciaron experimentos tendientes a encontrar métodos económicos y eficaces para restaurar, mediante plantaciones, los terrenos degradados. Con este propósito se establecieron parcelas en diferentes sitios, en donde se obtuvieron los resultados siguientes:

<u>SISTEMA</u>	<u>LUGAR</u>	<u>SUPERFICIE</u>	<u>SOBREVIVENCIA</u>
Gradoni	Calpulalpan	1 Ha.	55 %
Gradoni	Puente Emperador	1/2 Ha.	64 %
Cepa española	San Cayetano	2 Ha.	65 %

<u>SISTEMA</u>	<u>LUGAR</u>	<u>SUPERFICIE</u>	<u>SOBREVIVENCIA</u>
Cepa común	San Cayetano	8 Ha.	60 %
Gradoni	La Esperanza	2 Ha.	72 %
Gradoni	San Miguel	4 Ha.	70 %

Por lo que hace a la restauración artificial de terrenos forestales muy erosionados, este trabajo cuenta con observaciones hechas durante varios años; sin embargo, todavía quedan algunas dudas que aclarar sobre la eficiencia del sistema de cepa española en sitios más apropiados a las características del método.

S U M M A R Y

Data were taken on 54 plots systematically distributed in a pine forest, in order to determine the effect of overgrazing, frequent uncontrolled burnings, nomadic agriculture, and irrational fellings, on soil permeability, plant composition, erosive processes, and on the chemical deterioration of the soil.

Results obtained served to determine that there is a direct relation between the intense use of soil and the decrease of water permeability. On the other hand, these perturbations destroy or alter the vegetation layer, accelerate the chemical and physical processes of erosion and the more the alteration extends, the difficulties to restore soils for forest cultivation increase.

Based on the information obtained about the amount of forest disturbance as a result of the intensive use of forest lands, experiments were initiated in order to find successful and economical methods that could restore degraded soil by means of reforestation. For this purpose, plots were established in different places, where the following results were obtained:

SYSTEM	PLACE	AREA	SURVIVAL
Gradoni	Calpulalpan	1 Ha.	55%
Gradoni	Puente Emperador	1/2 Ha.	64%
Spanish Stool	San Cayetano	2 Ha.	65%
Common Stool	San Cayetano	8 Ha.	60%
Gradoni	La Esperanza	2 Ha.	72%
Gradoni	San Miguel	4 Ha.	70%

In relation to the artificial restoration of very eroded forest lands, this item has been studied for several years; nevertheless, there still are some doubts that need be cleared about the efficiency of the spanish method in places that fit the characteristics of this method.

LITERATURA CONSULTADA

- 1 - ALLEN, SHIRLEY W. An introduction to American Forestry. 2d. ed. New York, McGraw-Hill Book Co., 1950. 413 p.
- 2 - ALLIS, JOHN A. & KELLY, LUDWIG L. Runoff from small watersheds. Soil Conservation 23(8):164-166. 1958.
- 3 - AVILA, H. MARIO. Plantaciones en suelos degradados de Chapingo. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. Tesis sin publicar. 1962, 68 p.
- 4 - BARD, GILY E. Secondary succession on the Piedmont of New Jersey. Ecological Monographs 22(3):195-215. 1952
- 5 - BELTRAN, ENRIQUE. Los recursos naturales de México. I. Estado actual de las investigaciones forestales. México, D.F. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, 1955. 125 p.
- 6 - - - - -El árbol, el bosque y el hombre. México, D.F., Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. 1954, 29 p.
- 7 - BENNETT, H. H. & OTROS. Las condiciones de la tierra en Venezuela y sus relaciones con la agricultura y el bienestar humano, por la Misión de Conservación del Suelo (E.E. U.U.) enviada a Venezuela. Caracas, División de Conservación de Suelos, Dirección Forestal, Ministerio de Agricultura y Cría, 1942. 198 p.
- 8 - BHADRAN, C.A.R. Principles of reforestation of degraded areas and rehabilitation planting, Indian Forester 83(7): 409-415. 1957.
- 9 - BORJA, GUSTAVO Y OTROS. Estudio ecológico y económico de las zonas áridas del norte de México. INIE. Coyoacán 21, D.F. México. 1962. 168 p.
- 10 - BORMANN, F.H. The statistical efficiency of sample plot size and shape in forest ecology. Ecology 34(3):474-487. 1953.
- 11 - BOYYOUCUS, G. J. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of Soils. Agronomical Journal 43:434-438. 1951.
- 12 - BRAMBLE, WILLIAM C. & ASHLEY, ROGER H. Natural revegetation of spoil banks in central Pennsylvania. Ecology 36(3): 417-423. 1955.

- 13 - BRAUN - ELANQUET, J. Sociología vegetal; estudio de las comunidades vegetales. Versión española por Antonio P.L. Digilio y Marta M. Grassi. Buenos Aires, Acme Agency, 444 p.
- 14 - BROOKS, R. L. The regeneration of mixed rain forest in Trinidad. Caribbean Forester 2(4):164-173. 1941.
- 15 - BROWN, DOROTHY. Methods of surveying and measuring vegetation. Great Britain. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops Bulletin No. 42. 1954. 223 p.
- 16 - BROWN, A.A. & OTHERS. Fire, friend and enemy. In U.S. Department of Agriculture. Trees, the yearbook of Agriculture 1949. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1949. pp. 477-532.
- 17 - BUDOWSKI, GERARDO. Tropical Savannas, a sequence of forest felling and repeated burnings. Turrialba 6(1-2):23-33.1956.
- 18 - CAIN, STANLEY A. Fundamentos de Fitogeografía. Traducida por Felipe Freier. Buenos Aires. Acme Agency. 1951. 659 p.
- 19 - CASTILLO, A. y J.B. Conservación de suelos. Mérida, Venezuela. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Forestal. Boletín 1(2):26-29. 1954.
- 20 - COMISION FORESTAL LATINOAMERICANA Y FAO. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales, Centro y Sur América. Centro Tropical de Investigaciones - Forestales. Río Piedras, Puerto Rico. 1960.
- 21 - COOK, O. F. Vegetation affected by agriculture. Bureau of Plant Industry Bulletin No. 145. 1909. 30 p.
- 22 - CRUZ LOPEZ, CANDIDO. Estudio agrológico regional del Estado de Tlaxcala, México, D.F.. Talleres Gráficos de la Nación. 1949. 156 p. (Sobretiro de la revista "Ingeniería Hidráulica en México).
- 23 - DAS, E. S. Problems of erosion in the Punjab and their extent. Indian Forester 83(10):585-587. 1957.
- 24 - DEL MORAL, CAMILO. Apuntes para la cátedra de silvicultura. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura. 1941. 217 p.
- 25 - DIAZ DEL CASTILLO, BERNAL. The true history of the conquest of Mexico. New York, Robert McBride, 1927. 562 p.

- 26 - EARLE, J. B. Land use changes in the Southeast. U. S. Soil Conservation Service. Soil Conservation 22(5):117-119. 1956.
- 27 - ELWELL, HARRY M., DANIEL HARLEY A. & FENTON, F.A. The effects of burning pasture and woodland vegetation. Oklahoma Agricultural Experiment Station Bulletin No.B-247. 1941. 14 p.
- 28 - EVANS, FRANCIS C. & DAHL, EILIF. The vegetation structure of an abandoned field in southeastern Michigan and its relation to environmental factors. Ecology 36(4):685-706. 1955.
- 29 - FRANCOIS, T. El pastoreo y los montes. FAO - Estudios de Silvicultura y Productos Forestales No. 4. 1953. 187 p.
- 30 - GILL, TOM. La crisis de la tierra en México. Traducido - del inglés por Gonzalo Blanco. Washington, D.C. Charles Lathrop Pack Forestry Foundation, 1951. 76 p.
- 31 - GLEASON, CLARK H. Reconnaissance methods of measuring erosión. Journal of Soil and Water Conservation 12(3): 105-107. 1957.
- 32 - GLOVER, H. M. Soil conservation in parts of Africa and the Middle East. Empire Forestry Review 33(3):239-243. 1954.
- 33 - GOOR, A. Y. Método de plantación en zonas áridas. FAO Estudios de silvicultura y productos forestales No. 6. 1956
- 34 - GORRIE, R. MACLAGAN. The Ceylon Soil Conservation Act. Empire Forestry Review 31(4):315-317. 1952.
- 35 - GUPTA, A. C. Soil erosion and silt problems and the role of Forestry in soil conservation. Indian Forester 83(4): 249-252. 1957.
- 36 - HAWLEY, RALPH C. & STICKEL, PAUL W. Forest protection. 2d. ed. New York, John Wiley & Sons, 1948. 355 p.
- 37 - HAWLEY, RALPH C. & SMITH, DAVID M. The practice of silviculture. 6th. ed. New York, John Wiley & Sons. 1954. 525 p.
- 38 - HAYES, EARL J. Pines for profit. U. S. Soil Conservation Service. Soil Conservation 22(9):197-198. 216. 1957.
- 39 - HOLDRIDGE, LESLIE R. La agricultura y la dasonomía en Costa Rica competencia o co-existencia?. Comunicaciones de - Turrialba No. 56. 1955. 5 p. (mimeografiado).

- 40 - - - - - Curso de ecología vegetal. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Programa de Cooperación Técnica, 1953. 47 p. (mimeografiado).
- 41 - HUGUET DEL VILLAR, EMILIO. Geobotánica. Barcelona, España, Editorial Labor, S.A. 1929. 339 p.
- 42 - HUNT, KENNETH. Kenya's Forest Department clothes bare hills. Empire Forestry Review 35(3):313-316. 1956.
- 43 - HURSH, C. R. Research in forest-stream-flow relations. Unasyuva 5(1):3-9. 1951.
- 44 - IHSAN-UR=RAHMAN KHAN, MUHAMMAD. Reclamation of degraded lands in the Punjab. Empire Forestry Review 35(1):64-71. 1956.
- 45 - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y FAO. Seminario y Viaje de Coníferas Latinoamericanas. INIF. Coyoacán 21, DF. México. 1962. 229 p.
- 46 - JACKSON, M. L. Soil Chemical analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Yersy. U.S.A. 1958.
- 47 - JEPSON, HANS G. Prevention and control of gullies. U. S. Department of Agriculture Farmers' Bulletin No. 1813. 1939.
- 48 - KITTREDGE, JOSEPH. Forest influences; the effects of woody vegetation on climate, water, and soil with applications to the conservation of water and the control of floods and erosion. New York, McGraw-Hill Book Co., 1948. 394 p.
- 49 - - - - -. Influences of pine and grass on surface runoff and erosion. Journal of Soil and Water Conservation 9(4):179-185. 1954.
- *50 - LAMPRECHT, HANS, Unos puntos sobre el principio del rendimiento sostenido en la Ley Forestal y de Aguas Venezolana. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Forestal. Boletín 3(10):9-34. 1956.
- 51 - LAUNCHBAUGH, JOHN L. Vegetational changes in the San Antonio prairie associated with grazing, retirement from grazing and abandonment from cultivation. Ecology Monographs 25(1):39-57. 1955
- 52 - LEWIS, A. B. Aprovechamiento de la tierra en zonas tropicales. FAO- Cuaderno de Fomento No. 17. 1952. 12 p.
- *53-- LINDENMUTH, A. W. & NELSON, R. M. Medición del peligro de los incendios forestales en los Estados Unidos. Unasyuva 5(2):69-72. 1951

- 54 - LUTZ, HAROLD J. & CHANDLER, ROBERT F. Forest soils. New York, John Wiley & Sons, 1946. 514 p.
- 55 - LYON, T. LYTTLETON & BUCKMAN, HARRY O. Edafología; naturaleza y propiedades del suelo. Traducido de la 4a. ed. en inglés por Víctor S. Nicollier, Buenos Aires, Acme Agency, 1947. 479 p.
- 56 - MADERA. En Enciclopedia Universal ilustrada europeo-americana. Madrid, Espasa-Calpe, 1930. vol. 31, p. 1333.
- 57 - MARSEL, RAUL J. Instructivo para ensayo de suelo. México, D.F., Talleres Gráficos de la Nación, 1948. 210 p.
- 58 - Meiklejohn, JANE. The effect of bush burning on the microflora of a Kenya upland soil. Journal of Soil Science 6 (1):111-118. 1955
- 59 - MIRANDA, F. Y HERNANDEZ X., E. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. México, D.F. Boletín de la Sociedad Botánica de México No. 28:29-179 pp. 1963.
- 60 - MUNSEL SOIL COLOR CHARTS. Color Company Inc. Baltimore, Maryland, U. S.A. 1954. 4 p + 7 cart.
- 61 - ODUM, EUGENE P. Ecology. Athens, Georgia, U.S.A. Holt, Rinehart and Winston, Inc. 1963. VI - 152 p.
- 62 - OOSTING, HENRY J. The study of plant communities; and introduction to plant ecology. 2d. ed. San Francisco, W. H. Freeman & Co., 1956. 440 p.
- 63 - ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Conservación de suelos; un estudio internacional. FAO Estudios Agrícolas No. 4 • 1949. 216 p.
- 64 - ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El programa español de repoblación forestal. Unasyuva 12(1):3-8. 1958.
- 65 - ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Silvicultura tropical. FAO. Estudios de Silvicultura y productos forestales No. 13, 1959. 195p.
- 66 - OSBORN, FAIRFIELD. Our plundered planet. Boston, Little, Brown & Co., 1948. 217 p.
- 67 - PEECH, M. & ENGLISH, L. Rapid microchemical soil tests. Soil Science 57(3):167-195. 1944.
- 68 - READ, R. A. Effect of livestock concentration on surface-soil porosity within shelterbelts. U. S. Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station Research Notes No. 27. 1956. 4 p.

- 69 - RICE, ELROY L. & KELTING, RALPH W. The species-area curve. Ecology 36(1):7-11. 1955.
- 70 - ROBERTSON, W. A. Note on soil conservation work in Algiers. Empire Forestry Review 29(1):40-43. 1950.
- 71 - ROSS, R. Ecological studies on the rain forest of Southern Nigeria. III. Secondary succession in the Shasha Forest Reserve. Journal of Ecology 42(2): 259-282. 1954.
- 72 - SCHIMPER, A.F. W. Plant-geography upon a physiological basis. Oxford, Clarendon Press, 1903. 839 p.
- 73 - SCHREUDER, E. J. Informe al Gobierno de Honduras sobre la silvicultura hondureña en 1952-54. Roma, FAO, 1955. 93 p. (Programa Amplio de Asistencia Técnica, Informe FAO/ETAP. No. 375).
- 74 - SHOW, S. B. & CLARKE, B. Métodos de lucha contra los incendios forestales, FAO. Estudios de Silvicultura y Productos Forestales, No. 5. 1953. 131 p.
- 75 - STAMM, ALFRED J. & HARRIS, ELWIN E. Chemical processing of wood. New York, Chemical Publishing Co., 1953. 595 p.
- 76 - STEINBRENNER, E.C. Effect of grazing on floristic composition and soil properties of farm woodlands in southern Wisconsin. Journal of Forestry 49:906-910. 1951.
- 77 - TOUMEY, JAMES W. & KORSTIAN, CLARENCE F. Foundations of silviculture upon an ecological basis. 2d. ed. New York, John Wiley & Sons, 1947. 468 p.
- 78 - TROUP, R.S. Silvicultural systems. 2d. ed. Oxford, Clarendon Press, 1952. 216 p.
- 79 - TSUJI, SHOZO. Japan works to control erosion. U.S. Soil Conservation Service. Soil Conservation 21(7):149-150. 1956.
- 80 - U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Survey Manual. Agriculture handbook No. 18. 503 p. 1951.
- 81 - U. S. SOIL CONSERVATION SERVICE. Manual de conservación de Suelos. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1947. 332 p. (Publicación TC-243).
- 82 - VARNEY, GILBERT L. Factors affecting runoff from forest land under extreme climatic conditions. Journal of Soil and Water Conservation 11(3):132-136. 1956.
- 83 - VOGT, WILLIAM, La población de Venezuela y sus recursos naturales. Caracas, Ministerio de Agricultura, Departamento de Divulgación Agropecuaria, 1949. 124 p.

- 84 - - - - - . Road to survival. New York, William Sloane Associates, 1948. 335 p.
- 85 - WALKLEY, A. Critical examination of rapid determinig organic carbon in soils. Soil Science. 63:251-264. 1947.
- 86 - WARMING, AUGENIUS. Oecology of plants; and introduction to the study of plant communities. Oxford, Clarendon Press, 1909.
- 87 - WEAVER, J. E. & CLEMENTS, F. E. Ecología vegetal. Traducido de la segunda edición en Inglés por Angel L. Cabrera. Buenos Aires, Acme Agency, 1944, 667 p.
- 88 - WILLIAMS, D.A. Soil and water for the future. U.S. Soil Conservation Service. Soil Conservation 21(5):115-119. 1955.
- 89 - WRIGHT, W. FORRES. Protección contra el fuego de los territorios rurales de Nueva Zelandia. Unasyuva 6(1): 4-12. 1952

Muest.	Perfil cm	Horizontes A B	Color	Textura	pH	% m.o	n.nitr. kgs/Ha	Fósforo kgs/Ha	Potasio kgs/Ha	Calcio kgs/Ha
1	61	43 18	café	mig-arc.	6.2	1.61	22.46	2.87	226.0	1577.0
2	0	0 0	café	arcilla	6.7	0.31	22.46	1.61	266.2	1434.1
3	0	0 0	café	arcilla	7.4	0.34	22.46	3.26	465.4	2246.0
4	0	0 0	café	arcilla	6.8	0.20	44.92	4.27	621.1	2246.0
5	0	0 0	café	arc-aren.	7.2	0.27	22.46	4.45	465.4	1246.6
6	25	10 15	café	arcilloso	5.4	2.60	22.46	5.99	331.0	1877.0
7	29	20 9	gris	arcilloso	6.0	0.61	22.46	3.84	232.2	1934.1
8	141	74 67	gris	arcilla	5.6	4.04	22.46	3.66	126.3	22.4
9	146	27 119	gris	arcilloso	6.9	1.30	22.46	2.82	379.5	2246.0
10	47	30 17	café	arenoso	6.3	0.02	22.46	1.61	252.7	1074.0
11	125	38 87	café	arc-aren.	6.2	1.30	22.46	5.38	111.7	1672.0
12	51	33 18	café	mig-arc.aren.	5.8	1.37	22.46	3.44	320.8	1534.0
13	123	54 69	café	mig-arc.aren.	6.0	2.19	22.46	2.87	267.8	1937.1
14	83	42 41	café	mig-aren.	5.5	1.30	22.46	1.51	186.9	1374.2
15	93	71 22	café	mig-arc.	7.5	1.37	22.46	9.58	366.2	1877.0
16	41	18 23	café	arcilla	6.0	1.02	22.46	8.05	229.2	196.0
17	81	40 41	café	arcilla	6.4	0.64	22.46	5.7	127.3	912.5
18	57	28 29	café	mig-arc-aren.	6.4	0.88	22.46	0.13	149.9	1267.0
19	26	9 17	café	mig-arc-aren.	6.7	0.67	22.46	3.72	278.7	491.7
20	101	44 57	café	mig-arc-aren.	6.5	0.96	22.46	8.28	209.6	1339.7

Muest.	Perfil cm	Horizontes		Color	Textura	pH	% m.o	n.nitr. kgs/Ha	Fósforo kgs/Ha	Potasio kgs/Ha	Calcio kgs/Ha
		A	B								
21	75	33	42	café	mig-arc-aren.	6.5	0.88	22.46	3.92	158.46	1076.0
22	66	30	36	café	mig-arc-aren.	6.4	0.81	22.46	6.17	101.41	1785.0
23	65	23	42	café	mig-arc-aren.	6.2	1.38	22.46	15.87	176.74	1732.0
24	64	34	30	café	mig-aro-aren.	6.3	0.71	22.46	6.36	167.26	1047.0
25	51	36	14	café	mig-aro-aren.	6.4	1.35	44.92	23.74	123.92	2028.0
26	78	49	29	café	mig-arc-aren.	6.0	1.13	44.92	11.41	144.99	1542.0
27	52	39	13	café	mig-arc-aren.	6.2	0.22	44.92	18.21	222.96	2246.0
28	0	0	0	café	mig-aro-aren.	7.2	0.28	44.92	8.81	104.62	2246.0
29	11	11	0	café	arcilla	6.7	0.42	22.46	6.36	114.10	2246.0
30	44	21	23	café	arcilla	6.3	1.35	22.46	11.12	123.92	2246.0
31	40	24	16	gris	mig-aro-aren.	6.3	0.89	22.46	0.88	119.63	1975.4
32	36	26	10	gris	mig-arc-aren.	6.0	0.55	22.46	1.22	85.63	1812.7
33	53	27	26	café	mig-arc-aren.	6.8	1.30	22.46	2.04	91.45	1493.5
34	66	37	29	gris	mig-aro-aren.	6.2	0.75	22.46	0.57	137.95	1198.4
35	53	30	23	gris	mig-arc-aren.	6.2	0.34	22.46	1.34	153.83	1665.7
36	48	28	20	gris	mig-arenoso	6.2	0.61	22.46	0.27	91.54	1413.7
37	8	8	0	café	mig-arc-aren.	6.5	1.02	22.46	1.53	196.85	2246.0
38	12	12	0	café	mig-arc-aren.	6.3	0.68	22.46	0.27	202.27	986.1
39	42	16	26	café	mig-aro-aren.	6.1	2.05	22.46	1.34	247.22	1075.5
40	75	37	38	café	mig-arc-aren.	6.0	1.78	22.46	5.03	106.56	2246.0

Continuación del Apéndice I.

- 95 -

Muest.	Perfil om	Horizontes A B	Color	Textura	pH	% m.o	n.nitr. kgs/Ha	Fósforo kgs/Ha	Potasio kgs/Ha	Calcio kgs/Ha
41	42	16 26	café	mig-arc-aren.	6.6	0.61	22.46	0.44	106.56	1302.0
42	67	17 50	café	mig-arc-aren.	5.8	2.05	22.46	0.74	141.82	1975.0
43	54	22 32	café	mig-arc-aren.	5.8	2.05	22.46	1.70	158.01	1713.0
44	29	21 8	café	mig-arc-aren.	5.9	2.74	22.46	1.22	167.0	22.5
45	34	13 21	café	mig-arenoso	6.8	1.23	22.46	1.05	356.5	22.5
46	41	34 7	café	mig-arenoso	5.9	1.24	22.46	1.18	176.6	22.5
47	44	13 31	café	mig-arc-aren.	6.2	2.05	22.46	1.48	108.5	1491.3
48	34	8 26	café	mig-arc.-aren.	6.3	1.79	22.46	1.02	176.6	1671.3
49	25	17 8	café	mig-arc-aren.	5.8	3.79	22.46	1.18	320.8	1934.1
50	80	63 17	gris	arcilla	6.0	2.20	22.46	1.65	158.4	22.5
51	25	15 10	café	arcilla	6.2	1.51	22.46	1.98	208.2	1719.9
52	33	13 20	café	mig-arc-aren.	5.8	1.39	22.46	1.48	118.8	717.0
53	36	16 20	café	arcilla	6.0	0.35	22.46	1.18	301.2	1299.9
54	32	9 23	café	arcilla	6.3	0.82	22.46	1.65	245.6	1134.2

APENDICE II

LISTA DE PLANTAS ENCONTRADAS EN EL SITIO ESTUDIADO CON SU NOMBRE

Género	Especie	Familia	Nombre vulgar
1- <u>Pinus</u>	<u>rudis</u>	Pinaceae	Pino
2- <u>Pinus</u>	<u>teocote</u>	Pinaceae	Pino
3- <u>Pinus</u>	<u>leiophylla</u>	Pinaceae	Pino chino
4- <u>Pinus</u>	<u>montezumae</u>	Pinaceae	Pino
5- <u>Quercus</u>	sp	Fagaceae	Encino
6- <u>Buddleia</u>	<u>americana</u>	Loganiaceae	Tepozán
7- <u>Prunus</u>	<u>capulí</u>	Rosaceae	Capulín
8- <u>Crataegus</u>	<u>mexicana</u>	Rosaceae	Tejocote
9- <u>Alnus</u>	<u>acuminata</u>	Betulaceae	Aile
10- <u>Juniperus</u>	<u>deppeana</u>	Pinaceae	Táxcate
11- <u>Arctostaphylos</u>	sp.	Ericaceae	Madroño
12- <u>Lupinus</u>	sp.	Papilionaceae	Desconocido
13- Desconocido	desconocido	desconocida	Desconocido
14- <u>Ambrosia</u>	<u>artemisiaefolia</u>	Compositae	Estafiate
15- Desconocido	desconocida	desconocida	Desconocido
16- <u>Eryngium</u>	<u>comosum</u>	Umbelliferae	Desconocido
17- <u>Muscaria</u>	<u>caespitosa</u>	Saxifragaceae	Desconocido
18- Desconocido	desconocida	desconocida	Yerba sencil
19- <u>Castilleja</u>	<u>minor</u>	Scrophulariaceae	Desconocido
20- Desconocido	desconocida	desconocida	Desconocido
21- <u>Desmodium</u>	<u>ciliare</u>	Papilionaceae	Pega ropa
22- <u>Convolvulus</u>	sp.	Convolvulaceae	Desconocido

Género	Especie	Familia	Nombre vulgar
23- <u>Sisyrinchium</u>	<u>angustifolium</u>	Iridaceae	Desconocido
24- <u>Alchemilla</u>	<u>pratensis</u>	Rosaceae	Desconocido
25- Desconocido	desconocida	desconocida	Flor de Oro
26- <u>Peperomia</u>	<u>umbilicata</u>	Piperaceae	Culandrillo
27- <u>Loe</u>	<u>plingis</u>	Caryophyllaceae	Hierba nube
28- <u>Juncus</u>	sp.	Juncaceae	Pasto chomelí
29- <u>Bidens</u>	sp.	Compositae	Rocilla
30- <u>Diodia</u>	<u>tares</u>	Rubiaceae	Ocotillo
31- <u>Argemone</u>	<u>mexicana</u>	Papaveraceae	Amapola Cima rrona.
32- <u>Verbena</u>	<u>bipinnatifida</u>	Verbenaceae	Pedorróna
33- <u>Oenothera</u>	sp	Onagráceae	Amapolita
34- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Zacate blandito
35- <u>Trifolium</u>	sp	Papilionaceae	Trébol
36- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Yerba pasto
37- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Borraja
38- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Zacatón
39- <u>Pectis</u>	sp.	Compositae	Pericón
40- <u>Oxalis</u>	sp.	Oxalidaceae	Zocoyol
41- <u>Amaranthus</u>	sp.	Amaranthaceae	quintonil
42- Desconocido	Desconocida	Desconocida	chinito
43- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Papa cimarróna
44- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
45- <u>Gnaphalium</u>	sp.	Compositae	Gordolobo
46- <u>Desmodium</u>	sp.	Papilionaceae	Frijolillo

+

Género	Especie	Familia	Nombre vulgar
47- <u>Gaura</u>	sp.	Onagraceae	Desconocido
48- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
49- <u>Dalea</u>	sp.	Papilionaceae	Retama
50- <u>Arenaria</u>	sp.	Coryophyllaceae	Desconocido
51- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Lechuguilla
52- <u>Diodia</u>	sp.	Rubiaceae	
53- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
54- <u>Dalea</u>	sp.	Papilionaceae	Limoncillo
55- <u>Euphorbia</u>	sp.	Euphorbiaceae	Desconocido
56- <u>Oenothera</u>	sp.	Onagraceae	Desconocido
57- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Ojo de gallo
58- <u>Gentiana</u>	sp.	Gentianaceae	Guanenepile
59- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Jihuite cenizo
60- <u>Asclepias</u>	sp.	Asclepiadaceae	Guajolote
61- <u>Erigeron</u>	sp.	Compositae	Margarita
62- <u>Eupatorium</u>	sp.	Compositae	Flor de Campo
63- <u>Muscaria</u>	sp.	Saxifragaceae	Desconocido
64- <u>Ranunculus</u>	sp.	Ranunculaceae	Pata de León
65- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
66- <u>Eryngium</u>	sp.	Umbelliferae	
67- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
68- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
69- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
70- <u>Commelina</u>	sp.	Commelinaceae	Oreja de lobo
71- <u>Tradescantia</u>	sp.	Commelinaceae	Yerba de pollo

Género	Especie	Familia	Nombre vulgar
72- <u>Malva</u>	<u>rotundifolia</u>	Malvaceae	Malva cimarrona
73- <u>Encelia</u>	<u>mexicana</u>	Compositae	Acahuite amarillo
74- <u>Erodium</u>	<u>cicutarium</u>	Geraniaceae	Alfilerillo
75- <u>Bouvardia</u>	<u>ternifolia</u>	Rubiaceae	Linda tarde
76- <u>Brassica</u>	<u>campestris</u>	Cruciferae	Navo de pájaro
77- <u>Lopezia</u>	sp.	Onagraceae	Perilla
78- <u>Baccharis</u>	sp.	Compositae	Escobilla
79- <u>Cuphea</u>	sp.	Lythraceae	Yerba del cancer.
80- <u>Diplotaxis</u>	sp.	Cruciferae	Jaramao
81- <u>Solanum</u>	<u>andrieuxi</u>	Solanaceae	Juanita
82- <u>Dichondra</u>	<u>argentea</u>	Convolvulaceae	Oreja de Ratón
83- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
84- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
85- <u>Bromus</u>	<u>ciliaris</u>	Gramineae	Zacate
86- Desconocido	desconocido	Commelinaceae	Plantanillo
87- <u>Castilleja</u>	sp.	Scrophulariaceae	Romerillo
88- <u>Dalea</u>	sp.	Papilionaceae	Cordón de San José.
89- <u>Bidens</u>	sp.	Compósitae	Sn. Nicolás
90- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Manzanillo
91- <u>Pectis</u>	sp.	Compositae	Anicillo
92- <u>Oxalis</u>	sp.	Oxalidaceae	Xocoyol Huihuil
93- <u>Gnaphalium</u>	sp.	Compositae	Simonillo
94- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Linaza

Género	Especie	Familia	Nombreyulgar
95- <u>Pellaea</u>	sp.	Polypodiaceae	Helecho macho
96- <u>Medicago</u>	sp.	Paçilionaceae	Carretillo
97- <u>Zephyranthes</u>	sp.	Ameryllidaceae	Flor de mayo
98- <u>Chenopodium</u>	sp.	Chenipodiaceae	Hepazote de Zorrillo
99- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Techichi
100- <u>Cosmos</u>	sp.	Compositae	Mirasol
101- <u>Bidens</u>	sp.	Compositae	Acahuite blanco
102- Desconocido	Desconocida	Descorocida	Desconocido
103- <u>Senecio</u>	sp.	Compositae	Zarzali
104- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Nechipuli
105- <u>Sisyrinchium</u>	sp.	Iridaceae	Gallito o cordoncillo
106- <u>Arenaria</u>	sp.	Coryphyllaceae	Amarga
107- <u>Plantago</u>	sp.	Plantaginaceae	Sanguinaria
108- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
109- <u>Euphorbia</u>	sp.	Euphorbiaceae	Desconocido
110- <u>Chenopodium</u>	sp.	Chenopodiaceae	Quelite cenizo
111- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido
112- <u>Asplenium</u>	sp.	Polypodiaceae	Helecho.
113- <u>Eryngium</u>	sp.	Umbelliferae	Lengua de vaca
114- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Clalayote
115- <u>Milla</u>	sp.	Liliaceae	Gallito o estrellita
116- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Gramma
117- Desconocido	Desconocida	Desconocida	Desconocido