

PROPUESTA PARA EL ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL DE UN PROYECTO DE REFORESTACION EN UN AREA DE LA CUENCA DEL RIO CHIXOY, REFERIDA A LOS ASPECTOS DE SUELO Y VEGETACION

José Rodolfo Albizúrez Palma¹

PRESENTACION

El presente artículo es una versión corregida del original denominado "Propuesta de Tecnología para el Establecimiento y Desarrollo de Proyectos de Reforestación en la Cuenca del Río Chixoy", y contiene algunas modificaciones sugeridas por colegas de la Facultad de Agronomía.

INTRODUCCION

El presente informe corresponde a una actividad realizada en forma conjunta entre el Centro Universitario del Norte (CUNOR) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) de la ciudad de Cobán, actividad referida a un

1 Ingeniero Agrónomo, Ex-Director del Centro Universitario del Norte —CUNOR— y Profesor de los Cursos de Edafología y Riego, y Supervisor del Programa E.P.S.. La investigación fue realizada en colaboración con estudiantes y personal docente del CUNOR y el apoyo técnico del Instituto Nacional de Forestación —INAFOR—, Instituto de Ciencia y Tecnología —ICTA— y DIRENARE.

estudio efectuado en una pequeña área del proyecto de reforestación "Pueblo Viejo" en la Cuenca del Río Chixoy o Negro, específicamente en el lugar donde estará ubicada la presa del Proyecto Hidroeléctrico Chixoy.

Con el estudio se pretende plantear algunas alternativas de manejo de reforestación del área estudiada, así como sugerir un modelo a seguir en el establecimiento y desarrollo de futuras áreas de reforestación en la cuenca del Río Chixoy en particular, y en general en cualquier lugar donde se requiera esta práctica. En este último caso, se pretende inducir la metodología a seguir al iniciar proyectos de reforestación, especialmente en lo referente a los estudios previos de suelo y vegetación que deben realizarse, información ésta básica para establecer el manejo de los proyectos.

Desde luego, el aporte que este estudio ofrece es mínimo, dada la magnitud del problema de la deforestación en nuestro país, pero pretende ser un aporte serio, y los criterios que se expresan deberán ser evaluados y sujeto a críticas. Esto implica que no pretendemos imponer criterios al respecto de este tema.

Creemos importante mencionar, que parte de la información que en este documento se aporta, proviene de experiencias en otros países, e incluso es posible que las deducciones que de esta información se expongan, ya hayan sido planteadas en otros documentos y a otros niveles. Sin embargo, para las condiciones de investigación en esta región, esa información no se ha manejado o no se conoce. Esta situación la comprobamos con los problemas que se nos presentaron al recabar información básica, incluso a nivel Nacional..

OBJETIVOS

Los objetivos que el Centro Universitario del Norte se planteó al desarrollar esta actividad, son los siguientes:

GENERAL:

Integrar, aplicar y ampliar los conocimientos de los estudiantes del

curso de Edafología de la carrera de Técnico en Producción Agrícola del CUNOR, por medio de la realización de un trabajo práctico y real, en el aspecto de reforestación en el Proyecto Pueblo Viejo, Chixoy.

ESPECIFICOS:

- a) Plantear alternativas de manejo de proyectos de reforestación en el área en estudio.
- b) Plantear un modelo a seguir en el establecimiento y desarrollo de futuras áreas a reforestar.
- c) Prestar un servicio a la Institución INAFOR.

ANTECEDENTES

De acuerdo a lo planteado por Técnicos del INAFOR, del proyecto de reforestación de la Cuenca del Río Chixoy, criterio compartido por el CUNOR, se carece en nuestro país de información básica para el establecimiento y desarrollo de proyectos de reforestación, especialmente en lo referente al planeamiento técnico y científico de la actividad; se tiene además poca experiencia en el aspecto tecnológico de manejo de una plantación, específicamente en lo relativo a la fertilización de especies forestales.

En el fondo, creemos que esta problemática es consecuencia de la falta de investigación propia (local), en este campo, lo que impide la generación de tecnología forestal aplicable a nuestra realidad.

Es importante indicar que esta situación no es fácil de corregir, especialmente si tomamos en cuenta que este tipo de investigación debe desarrollarse a largo plazo, que debe contarse con información básica para desarrollar la investigación y que es costosa.

La situación planteada ha conducido, en ocasiones, a que los proyectos de reforestación no se desarrollen en forma adecuada, o que

simplemente fracasen, lo que en última instancia implica una baja eficiencia en la inversión que se hace, inversión ésta que por lo general es alta.

Finalmente, queremos exponer que una limitación muy específica que debe agregarse a las ya planteadas, es la falta de bibliografía relacionada con aspectos forestales en general, y en particular con aspectos tecnológicos de manejo de plantaciones artificiales, especialmente en el aspecto de fertilización. Para el caso de este documento en particular, esta situación provocará que algunos de los criterios que se expongan sean deducidos o tomados de experiencias foráneas.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Debido a lo planteado, creemos que la realización de estudios como el que presentamos en esta ocasión, y que pretendan inducir el ensayo y desarrollo de tecnología en el aspecto de manejo de plantaciones artificiales forestales, son aportes valiosos para la solución de la problemática planteada; sin embargo, el valor que estos estudios puedan tener, depende básicamente de la evaluación y crítica de los criterios que en ellos se expresen, por medio de su aplicación a la realidad.

En otro sentido, creemos que este estudio tiene importancia, si nos referimos a la problemática especial que plantea el grado de deforestación que se observa en el lugar en estudio, en particular, y en general, en toda la cuenca del Río Chixoy, especialmente en el departamento del Quiché.

Esta situación adquirirá características especiales cuando entre a operar el Proyecto Hidroeléctrico, si pensamos que ese alto grado de deforestación implica a su vez un alto grado de erosión, aspecto éste que incidirá en forma determinante en la duración de la presa de la Hidroeléctrica, a causa del azolve de la misma.

En consecuencia, el establecimiento y desarrollo de proyectos de

reforestación y de conservación de suelos en la cuenca del río Chixoy, adquiere especial importancia bajo dos puntos de vista: la conservación de los recursos suelo y agua, y el aumento en la vida útil de la presa del Proyecto Hidroeléctrico Chixoy.

GENERALIDADES DE LA ZONA EN ESTUDIO

1. Ubicación

El área en estudio está ubicada en el Municipio de Uspantán, Departamento del Quiché, el margen derecho del Río Chixoy o Negro, en el sentido de la corriente: específicamente su ubicación es al noroeste del túnel de la presa del proyecto Hidroeléctrico Chixoy, y al este del lugar conocido como Los Encuentros, información ésta deducida de la hoja cartográfica "Los Pajales", escala 1:50000 del I.G.N.

Su localización geográfica por medio de coordenadas es la siguiente: $15^{\circ}16'$ latitud norte y $90^{\circ}31'$ longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich; su altura promedio sobre el nivel del mar es de 1,100 metros.

La distancia del área en estudio respecto a las poblaciones Pueblo Viejo y Los Encuentros (deducida de la hoja cartográfica Los Pajales) es de 1,750 metros, y de 1,250 metros respectivamente.

2. Descripción del Area

El área bajo estudio tiene una extensión superficial de 4.55 Has., la topografía es quebrada con pendientes que oscilan entre 34 y 57 por ciento.

En la actualidad no tiene ningún uso específico, y sólo pequeñas áreas son utilizadas para pastoreo de ganado bovino.

3. Ecología

De acuerdo a los datos de la estación metereológica "Chixoy" del INSIVUMEN (ver anexo), y en relación a la precipitación pluvial, se observa que los meses más lluviosos son los de junio y septiembre con 191.7 mm. y de 183.9 mm. respectivamente, y los meses de menor lluvia los de enero y febrero con 19.9 mm. y 16.2 mm. respectivamente. La precipitación total anual es de 1140.9 mm. con un total de días de lluvia de 146.

La temperatura media anual es de 24.2°C., siendo los meses más calurosos los de abril y mayo con 25.9°C. y 26.7°C. respectivamente y los más "fríos", diciembre y enero con 22.1°C y 21.7°C. respectivamente.

La humedad relativa media anual es de 75 o/o, siendo los meses más húmedos los de junio, julio, octubre y noviembre con 80 o/o, y los más secos abril y mayo, con 63 y 69 por ciento respectivamente.

De acuerdo al sistema de clasificación de clima de Thornthwaite (3), el clima es semicálido, con invierno benigno y semiseco, y con vegetación natural característica de pastizal.

En el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdrige (2), la región pertenece al bosque húmedo subtropical (templado).

4. Suelos

De acuerdo a la Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala (7), la zona pertenece a la serie de suelos Chixoy, poco profundos y desarrollados sobre roca caliza fracturada.

REVISION DE LITERATURA

Esta sección se incluye con el fin de indicar alguna información

básica que pudo recabarse y que fundamente la discusión de resultados.

1. Los Suelos y el Bosque

Por lo general, los suelos ubicados en zonas deforestadas, y debido al uso que de ellos se ha hecho al practicar la tala inmoderada de árboles, y someterlos a la agricultura intensiva y al pastoreo, se deterioran a tal grado de presentar características físicas y químicas deficientes. Lo expuesto implica que, para la planificación de la actividad forestal, es importante un estudio del suelo que permita conocer el estado del mismo. Al respecto es importante citar lo dicho por Pesson et al (6) "... la explotación forestal es una actividad que por diversas razones, implica una débil intervención sobre el medio; el cultivo del bosque es poco remunerativo y, en consecuencia las inversiones deben ser limitadas; el suelo está ocupado durante docenas de años por una población vegetal perenne que dificulta las intervenciones. Los forestales tratan de escoger una especie adaptada al suelo antes que adaptar el suelo a la especie elegida. De aquí la gran atención que tienen que dedicar a las propiedades físicas y químicas del suelo".

De acuerdo a lo planteado, y también según lo expuesto por Pesson et al, un suelo para uso forestal debe tener tales condiciones físicas que permita que el mismo:

- a) Contenga una cantidad suficiente de agua en cualquier época del año.
- b) Favorezca al sistema radicular de tal forma que no sufra problemas de encharcamiento prolongado.
- c) Favorezca un enraizamiento profundo que permita que el árbol resista las ráfagas del viento.

Para el caso de lo indicado en el inciso "a", implica la existencia de texturas finas y/o un alto contenido de materia orgánica. Específicamente creemos que lo deseable para el caso de la textura, es que sean suelos francos con un total de humedad utilizable de 12 o/o en peso seco, franco arcillosos con un 14 o/o, arcillo-arenosos con 16 o/o y arcillosos con 18 o/o, información ésta indicada por Grassi (4).

En relación al contenido de materia orgánica, éste deberá ser alto (más del 4 o/o) si nos basamos en el método de análisis de materia orgánica de Walkey y Black (1).

Si las anteriores condiciones no se presentan en el suelo, deberán realizarse prácticas agronómicas y culturales que permitan mejorar la capacidad de retención de humedad del mismo. Al respecto, Pesson *et al* mencionan como prácticas para mejorar o aprovechar en mejor forma el agua útil, el uso del subsolado para aumentar la profundidad del suelo, remoción del suelo para evitar el consumo de agua por parte de la vegetación herbácea, aumento de la infiltración y lucha contra la erosión, utilización de las aguas crecidas en épocas en las que la agricultura no se practica, utilización de cortinas rompevientos en regiones áridas, plantación profunda para facilitar el contacto de las raíces con el agua freática, y elección de especies resistentes a las sequías.

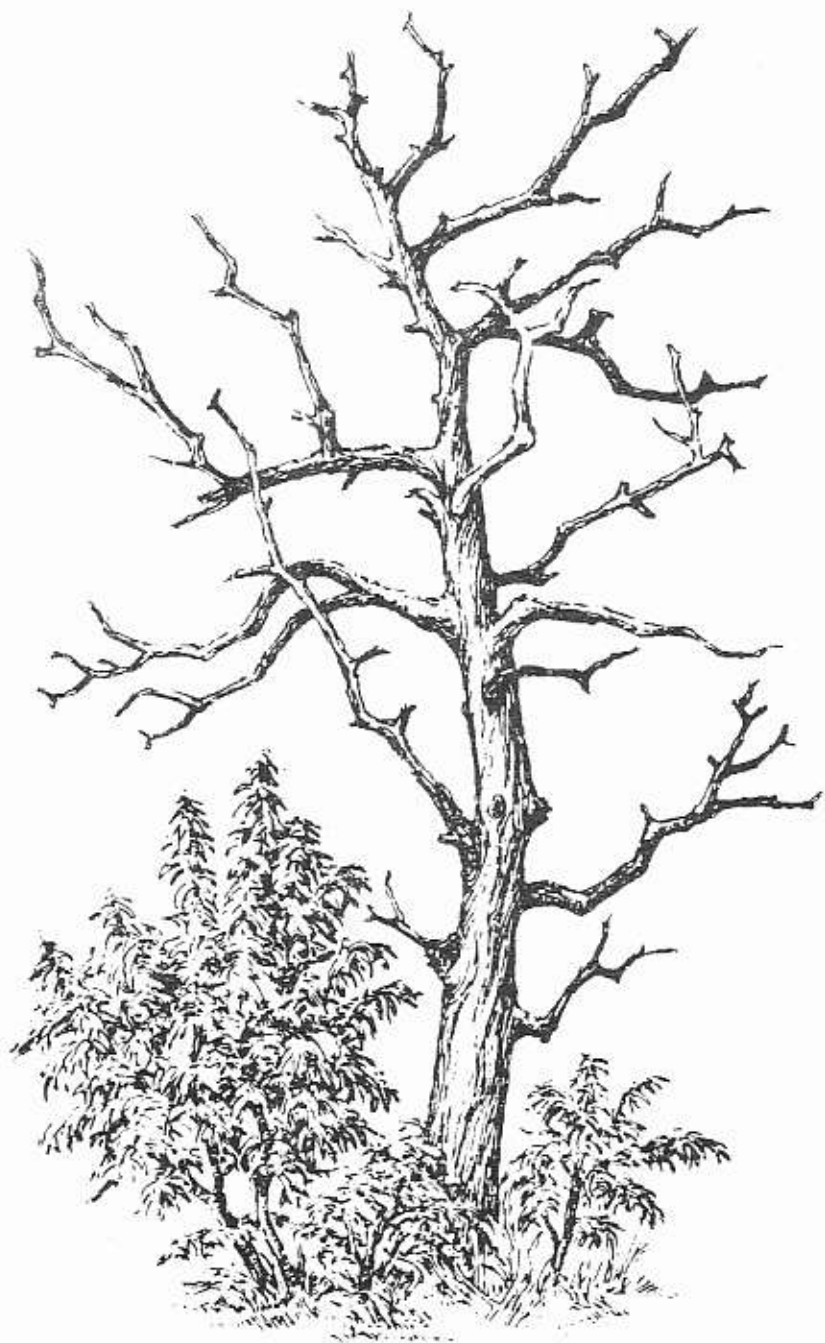
En relación al problema de encharcamiento del sistema radicular y el de la resistencia de las especies forestales al viento, no nos referiremos a ellos, ya que éstos son poco comunes en el área en estudio.

En lo que respecta a las propiedades químicas, los problemas que pueden presentarse para el caso de las especies forestales, son las deficiencias de nutrientes y la presencia de elementos y sales tóxicas.

Refiriéndonos al problema de deficiencias de nutrientes, conviene citar lo dicho por Pesson *et al* (6): "...un suelo forestal tiene una fertilidad media cuando contiene:

- 0.06 por 1000 de P_2O_5 (extraído con $SO_4H_2 + NaOH$) (60 p.p.m. de P_2O_5 y 26.4 p.p.m. de fósforo elemental, N.A.)

- 0.1 (suelo arenoso) a 0.4 (suelo arcilloso) de m.e. de K por cada 100 gr; 0.05 a 0.20 por 1000 de K_2O extraído con acetato de amonio."



Respecto al calcio y magnesio, los citados autores indican que para el caso del primero: "...es deseable un nivel de calcio intercambiable que oscile entre 0.5 y 1 m.e. por cada 100 gramos", y para el caso del magnesio indican como contenido medio: "...alrededor de 0.2 m.e. de magnesio".

Para el caso del nitrógeno, en el presente estudio tomaremos como base el criterio del laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, en sentido de considerar a este elemento como deficiente en toda la república.

Con respecto a la presencia de elementos y sales tóxicas, los mismos autores mencionan, entre los primeros, al aluminio y al manganeso; además también se refieren a la presencia de calizas en concentraciones altas como dañinas, especialmente en el caso de las coníferas. Con respecto a las sales solubles, estos autores mencionan, de acuerdo a las experiencias de los soviéticos, como problemáticas, dosis de 0.01 a 0.02 por 100 de CO_2 soluble, 0.03 a 0.08 por 100 de C_1 y 0.3 a 0.05 por 100 de SO_4 .

Refiriéndonos específicamente a la fertilización, es importante indicar que la dosis y el tipo de producto a usar para el caso de las especies forestales, plantea un problema especial, debido básicamente a que el consumo de nutrientes por parte de la planta es variable de acuerdo a la etapa de desarrollo, al año y a la época. Al respecto, es importante citar lo indicado por Pesson et al: "En los casos en los que un envejecimiento de la masa (boscosa, N.A.) entraña una variación del tipo de estación, la fertilización puede ser distinta en una masa adulta y en una repoblación. En efecto, al momento de la siembra de las plantas jóvenes, el suelo está bien trabajado, removido, expuesto a las radiaciones solares y la materia orgánica se mineraliza activamente. Por el contrario, en las masas viejas más cerradas, cuyo suelo se mantiene más frío y puede haberse instalado una vegetación con efectos tóxicos sobre la microflora, el humus puede estar más o menos degradado lo que de hecho, cambia las condiciones de estación".

Otro aspecto a considerar en la fertilización de especies forestales, es el referente a los beneficios que la misma puede producir. Para el caso de plantaciones jóvenes, y específicamente en plantaciones artificiales, se observa, según los autores ya citados: "...un incremento

anual en el crecimiento que puede alcanzar un 60 o/o y a veces incluso un 100 o/o; agregan además: "...Al crecer más rápido las plantas los tratamientos tendientes a eliminar la competencia pueden ser menos intensos... En definitiva se obtiene más de prisa una población capaz de sobrevivir por sí misma sin una protección demasiado costosa".

Básicamente, lo que se persigue es formar o reconstruir en el menor tiempo posible un sistema capaz de funcionar como tal, siendo este sistema cerrado, tal como en realidad funcionan estos en su forma natural. Al respecto, los mismos autores ya mencionados indican: "...El bosque vive pues, en un ciclo casi cerrado, restituyendo cada año al suelo los 2/3 o 3/4 de los elementos tomados".

También es importante mencionar, en relación a estos mismos aspectos, que la exportación de madera no significa extracción de minerales, ya que la misma es pobre en ellos. La mayor parte de elementos que la planta consume del suelo se encuentran concentrados en hojas y ramas, y luego son restituidos por medio de restos orgánicos.

Ampliando el tema sobre fertilización de especies forestales, Gros (5), indica las siguientes particularidades de la fertilización forestal:

- a) El enorme volumen de tierra que exploran las raíces y que aumenta con la longevidad de los árboles.
- b) La microrrización muy intensa del sistema radicular, lo cual asegura un mejor uso de los nutrientes del suelo. Al respecto es oportuno presentar la siguiente cita tomada de Gros (5):
"Recordemos que se conocen con el nombre de "Microrrizas" las asociaciones entre algunos hongos y las extremidades de las raíces de los árboles (quedando éstas rodeadas por un verdadero manguito de micelio de los hongos), que llevan a cabo una verdadera simbiosis, la cual permite al árbol una movilización más completa de las reservas del suelo y, por lo tanto, la posibilidad de crecer normalmente en un suelo que está ya muy empobrecido".
- c) El pequeño consumo de Nitrógeno, Fósforo, Potasio de las exportaciones, siempre que se dejen en el suelo los restos orgánicos.

- d) La posibilidad de que los árboles dispongan de los elementos fertilizantes almacenados en la cubierta vegetal, depende de la velocidad con que se realiza el ciclo biológico de la materia orgánica. Al respecto, es importante recordar que la velocidad con que ese ciclo se realice, depende de algunas condiciones que pueden afectarlo, como lo son una excesiva acidez, lixiviación y bajas temperaturas.
- e) La aplicación de abonos en la agricultura nos es una práctica anual. Al inicio de la plantación se requiere de un abonado de "iniciación", según lo denomina Gros, el cual puede durar algunos años, especialmente en lo que se refiere a la aplicación de nitrógeno. Más tarde se realizaría el abonado "de consumación", el cual se practicaría a intervalos más o menos largos de tiempo, y con el fin de aumentar el volumen de madera a producir.
- f) En los primeros años las plantaciones jóvenes ocupan el terreno de escasa manera.
 Bajo este punto de vista, un abonado en toda la superficie del terreno favorece el desarrollo de vegetación indeseable, lo que conduce a indicar que la aplicación del producto debe ser localizada, ya sea en hoyos, bandas o en líneas.
 Lo planteado por Gros respecto al papel que juegan las micorrizas en la fertilización forestal, consideramos que es importante ampliarlo, con el criterio de Pesson et al. Estos autores indican que: "...las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio de las plantas con micorrizas son superiores a las que presentan las mismas plantas, creciendo en los mismos suelos, pero sin hongos simbióticos. Los primeros contienen 75 por 100 de K, 86 por 100 de N y 230 por 100 más P que los testigos".
 Este fenómeno es explicado por los mismos autores en la siguiente forma:
1. La superficie de absorción del sistema radicular aumenta.
 2. El hongo actúa como intermediario; específicamente el hongo funciona como "almacenador" de nutrientes y los restituye poco a poco.
 3. El papel solubilizador del hongo.
 4. El hongo proporciona defensas contra el "Damping-Off" y otras enfermedades; esto significa que el hongo reduce la posibilidad de instalarse, a hongos patógenos.

En el caso concreto de aplicación de este fenómeno en plantaciones artificiales, el interesado deberá asegurarse de la existencia de micorrizas en sus plantas o provocar que el fenómeno se dé.

Una forma de aporte de estos hongos, es utilizando tocones en descomposición procedentes de otras áreas plantadas con especies similares; también el fenómeno puede provocarse incorporando, en los hoyos para siembra, turba infectada o broza, siempre cuidando que estos materiales provengan de lugares plantados con especies similares.

A nivel de semillero, y según Pesson et al, deberá evitarse el uso de fungicidas y herbicidas ya que estos: "...provocan grandes daños en la microflora del suelo (incluyendo las micorrizas). Estos productos químicos modernos (dimetil bromato, clordano, cloropicrina...), son verdaderos 'atilas' que acaban con todos los hongos".

Respecto a la forma, tipo y dosis de fertilizantes a usar en las repoblaciones, Gros (5) indica que la aplicación de abonos fosfatados y potásicos, y el uso del encalado (si fuera necesario), deberá aplicarse antes de la plantación; el nitrógeno se aplica posteriormente debido a la movilidad de este elemento, sin tomar en cuenta que las raicillas son sensibles al contacto con el nitrógeno mineral.

Refiriéndose específicamente a la forma y dosis de fertilizante a usar, el autor ya citado indica, hablando específicamente de la aplicación en hoyos (que creemos es lo más conveniente para el área que se pretende trabajar), que puede utilizarse de 70 a 100 grs. de fosfato molido ó 40 a 60 grs. de escorias, y de 20 a 30 grs. de sulfato de potasa por hoyo, mezclando el abono íntimamente con la tierra, o colocándolo en el fondo del mismo en forma circular, tapando con un poco de tierra para evitar el contacto abono-raíz.

Indica además dicho autor, que deben observarse las siguientes precauciones: "...situar el abono en el hoyo unas semanas, por lo menos, antes de la plantación, emplear preferentemente sulfato de potasio (no el cloruro), y utilizar abonos poco solubles."

En el caso de suelos con excesivas deficiencias de fósforo y potasio, conviene realizar una aplicación posterior que podría coincidir con la del nitrógeno.

Para el caso de la aplicación del nitrógeno, continúa indicando Gros: "Se realizará preferentemente, en el transcurso del segundo año, después de la plantación, al pie de la planta... puede aplicarse por pie, unos 10 a 12 grs. de nitrato amónico de alta graduación; 8 a 10 grs. de urea ó 15 a 20 grs. de sulfato amónico..."

Si las plantaciones languidecen, puede repetirse la aplicación de nitrógeno al pié durante los dos o tres años siguientes, haciéndolo después al voleo, sobre la superficie, usando una dosis de 50 a 80 unidades de nitrógeno por Ha.

2. La Vegetación

Este aspecto, y según como ya es reconocido por muchos autores, y en general por los técnicos vinculados a la actividad forestal, es básico tomarlo en cuenta, principalmente en lo referente a la escogencia de las especies. En este sentido estas especies podrán ser "criollas" con la ventaja que esto representa en cuanto a adaptación, o foráneas, media vez sean previamente probadas bajo las condiciones reales a las que deberán someterse.

Sea cual fuere la especie a utilizar, es conveniente que éstas sean estudiadas lo más ampliamente posible, desde el punto de vista botánico y fisiológico, así como determinar, hasta donde sea posible, el consumo de nutrientes de las especies en cada etapa de su crecimiento y desarrollo. Esto para el caso de nuestro país es una actividad básica y prioritaria.

Desde luego, que estos aspectos son sumamente amplios y profundos, y requieren de estudios e investigaciones costosas y a largo plazo, pero dada su importancia, deben abordarse.

Sin embargo, y a falta de información propia, debe recurrirse a experiencias y estudios foráneos, los cuales en muchos casos son sumamente valiosos. Tal es el caso de la información que a continuación presentaremos.

La información a la que nos referimos es un artículo titulado "Arma secreta contra la deforestación", aparecido en una revista de la AGA, artículo presentado por Noel Vietmeyer (8).

El señor Vietmeyer, en su artículo, se refiere al uso de leguminosas arbóreas como alternativa para la reforestación. El autor indica algunas características de estas plantas, referidas a la reforestación; así, indica que estas son en general pioneras en una tierra recién roturada, y que son también pioneras en la sucesión vegetal. Agrega además que algunas especies son de rápido crecimiento (una ventaja en la tarea de reforestación, N. de A.) y que de ellas pueden obtenerse algunos productos.

Otras características importantes, mencionadas por el autor para este tipo de plantas, son las siguientes:

"Muchas especies arbóreas tienen un carácter duro e irreprimible que conviene a una amplia gama de suelos, climas, altitudes y medios ambientes. Como otras especies pioneras, son precoces y crecen rápidamente para imponerse y ocupar el espacio de sus competidoras vegetales".

A causa de estas características, estas especies son fáciles de plantar y de cultivar.

Otra característica más de este tipo de vegetación, y la cual es de más amplio conocimiento, es la referente a la capacidad que tienen las leguminosas de fijar nitrógeno atmosférico por medio de las bacterias instaladas en los nódulos de las raíces. Esta característica, en algunas de estas plantas, según el citado autor, provoca la producción de "...un tal excedente de nitrógeno sobre todo en forma de proteína en sus hojas, que pueden constituir excelentes plantas para forraje y el suelo a su alrededor se enriquece en nitrógeno mediante la descomposición de las hojas caídas".

Refiriéndose concretamente a nombres de especies de leguminosas para uso en reforestación, el autor cita cinco de ellas, a las que denomina "Cinco especies mágicas", las cuales mencionamos a continuación.

En primer lugar, se refiere a la especie *Leucaena leucocephala* con,

las siguientes cualidades: rápido crecimiento (bajo condiciones de clima tropical favorable, a los 6 meses después de plantada podría alcanzar el doble de altura de una persona); producción de madera con una corteza delgada y de color claro (en Filipinas 1 hectárea de esta planta produce al año de 30-50 m³ de madera); su fibra es de calidad aceptable para producir papel, y de su madera puede obtenerse pulpa en buena cantidad; puede suministrar follaje (en Hawai y Australia se han reportado ganancias de peso comparables a las del ganado alimentado con los mejores pastos; tiene cualidades combustibles (leña y carbón); finalmente puede ser utilizado como abono, si se recoge el follaje rico en nitrógeno, y si se coloca alrededor de los cultivos; éstos responden con un aumento en la cosecha comparable al obtenido con un abono comercial.

Otras de las especies mágicas que el autor menciona en su artículo, son las siguientes, las cuales describiremos en forma general:

- **Acacia auriculiformis**: originaria de Nueva Guinea; en experiencias en esos lugares, estos árboles crecieron en 2 años, 6 metros de altura, bajo condiciones de suelos poco fértiles y erosionados.
- **Acacia mangium**: en lugares adaptables, ha mostrado crecimiento tan rápido como los 23 metros (diámetro 23 cms.) en 9 años; en lugares con suelos tan degradados y que habían sido abandonados, esta especie ha superado a cualquier otro competidor.
- **Calliandra Callothyusus**: un árbol pequeño transportado desde Guatemala hasta Indonesia, donde en la actualidad han sido sembradas 30,000 Has. produciendo leña; tiene uso ornamental, dado el hermoso color de sus flores; crece muy rápidamente (a los 6-9 meses alcanza una altura de 2.5 a 3.5 metros); es brotón, y al rebrotar, alcanza la altura de 3 metros a los 6 meses; hasta los 15 años más o menos, el árbol puede ser cortado anualmente con un rendimiento de madera de 35 a 65 m³/Ha; la madera es pequeña, pero densa, tiene buena combustión y puede usarse como combustible en los hogares, en caleras y en ladrilleras, y para secadoras de copra o tabaco.
- **Sesbania grandiflora**: árbol originario de Asia; en forma similar a la leucanea, tiene varios usos, entre ellos como comida, forraje,

abono vegetal, pulpa y papel; en experiencias en Australia del Norte, ha alcanzado alturas de 8.3 metros en el primer año; su madera es blanca y blanda, no muy útil para tablonos, pero sí para combustible; las hojas jóvenes, las ramas y las hojas son utilizadas como alimento.

Un aspecto común para las 5 especies mencionadas, aparte de las descritas, es que todas han sido probadas con fines de reforestación, obteniéndose magníficos resultados en un relativamente corto lapso de tiempo. Esta cualidad es importante, especialmente en nuestro país, en donde el problema de la deforestación en algunas áreas es tan grave, que requiere de soluciones rápidas y eficientes, las cuales pueden ser presentadas por estas especies.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en 4 fases: de gabinete inicial, de campo, de laboratorio y de gabinete final.

En la fase de gabinete inicial se recabó información general sobre el área, en entrevistas sostenidas con técnicos de INAFOR, y por medio de visitas a la zona de estudio. Básicamente la información recabada fue la relativa a topografía, suelos, clima y vegetación.

En la fase de campo se distribuyeron los puntos de muestreo, en un número de doce, donde se construyeron las calicatas. En realidad, para el área, dado su reducido tamaño, no era necesario construir ese número de calicatas; sin embargo, se hizo así con el fin de llenar el objetivo docente de que todos los estudiantes participaran en el trabajo. Luego de construidas las calicatas, se realizó la toma de datos en el campo y la toma de muestras. Los datos tomados fueron los siguientes: textura, estructura, consistencia, color, contenido de materia orgánica, carbonatos, concreciones, factores inhibitorios, zona de restricción, profundidad, pendiente, relieve y uso de la tierra. Como materiales y equipo se usó pala de muestreo, hoja de campo, planchitas de porcelana, ácido clorhídrico 1:10, cinta métrica, agua destilada, bolsas plásticas y etiquetas.

Finalmente, en la fase de campo, se realizó la medición del área, se hizo un levantamiento topográfico de nivelación y se tomaron pendientes, utilizando un teodolito, clinómetro, altímetro, cinta métrica y estadal.

En la fase de laboratorio se realizó el secado, tamizado y homogenizado de las muestras. La cantidad total de muestras se dividió en tres partes: una para el laboratorio del CUNOR, otra para el laboratorio de DIRENARE y otra para el laboratorio del ICTA.

Los análisis realizados en el CUNOR fueron: textura por medio de método de Bouyoucos, clasificándose las fracciones de acuerdo al sistema del U.S.D.A., materia orgánica por medio del método de porcentaje de carbono orgánico de Walkery y Black, densidad aparente por medio de la relación peso-volumen, método de la probeta.

En el laboratorio de DIRENARE se realizaron los siguientes análisis: color por medio del método de la Tabla Munsell, capacidad de campo y punto de marchitez permanente por medio de membrana de presión, cationes intercambiables por medio de extracción con acetato de amonio (pH 7) y determinados por espectrofotometría, y capacidad total de intercambio de cationes por medio de extracción con cloruro de sodio (pH 2.5) y destilación por semimicro Kjeldhal.

En el laboratorio del ICTA se realizaron los análisis de fósforo y potasio, por medio del método de Carolina del Norte, y pH por medio de potenciómetro.

Finalmente en la fase de gabinete final, se ordenó, tabuló y se interpretó toda la información obtenida, para proceder a elaborar el informe final.

RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION

1. Análisis Físicos de Suelo

Los resultados obtenidos de los análisis físicos son los siguientes:

CUADRO No.1
ANÁLISIS FÍSICOS

Estudio de Suelos Pueblo Viejo

Fecha: Noviembre de 1981.

Punto	Prof. (cms.)	Textura*	Estructura*	Consistencia *		Color *		Densidad* (gr/c.c.)	% E.P.*	Retención de Humedad **		% Peso Seco
				Seco	Húmedo	Seco	Húmedo			1/3	15	
1	0-8	Fr. Ar. A.	Bloque	Duro	Firme	Pardo obscuro	Pardo grisáceo obscuro	0.96	47	33.01	23.09	(9.92)
	8-28	Fr. Ar. A.	Bloque	Duro	Firme	Pardo amarillento	Pardo amarillento obscuro	1.211	48	26.81	19.70	(7.11)
2	0-7	Fr. Ar. A.	Granular	Suelto	Friable	Pardo	Pardo obscuro	1.028	45	34.42	23.10	(11.32)
	7-21	Fr. Ar. A.	Prismática	Poco duro	Suelto	Pardo obscuro	Pardo obscuro	1.031	46	28.68	23.71	(4.97)
	21-27	Fr. Ar. A.	Prismática	Suelto	Suelto	Pardo	Pardo obscuro	1.015	47	36.01	30.37	(5.64)
3.	0-16	Fr. A.	Semibloque	Poco duro	Suelto	Pardo grisáceo obscuro	Pardo muy obscuro	1.123	44	36.60	32.97	(3.63)
	16-36	Fr. Ar. A.	Bloque	Duro	Friable	Pardo grisáceo obscuro	Pardo grisáceo obscuro	0.921	47	34.11	29.58	(4.53)
	36-62	Franco	Laminar	Duro	Friable	Pardo	Pardo obscuro	0.965	46	36.01	32.63	(3.38)
4	0-2	Franco	Prismática	Suelto	Suelto	Pardo obscuro	Pardo muy obscuro	1.013	40	26.91	22.86	(4.05)
	2-16	Fr. Ar. A.	Prismática	Suelto	Suelto	Pardo	Pardo obscuro	0.942	46	32.54	28.00	(4.54)
	16-37	Fr. A.	Prismática	Suelto	Suelto	Pardo grisáceo obscuro	Pardo obscuro	0.221	42	35.27	31.59	(3.68)
-5	0-20	Fr. A.	Bloque	Duro	Firme	Pardo grisáceo obscuro	Pardo muy obscuro	1.192	43	32.70	26.82	(3.88)
	20-55	Fr. A.	Bloque	Muy duro	Muy firme	Pardo grisáceo obscuro	Pardo grisáceo obscuro	1.168	43	32.36	29.70	(2.66)
6	0-6	Fr. Ar. A.	Prismática	Suelto	Suelto	Pardo	Pardo obscuro	0.775	45	44.70	33.41	(11.29)
	6-15	Fr. Ar. A.	Prismática	Suelto	Suelto	Pardo amarillento obscuro	Pardo amarillento obscuro	0.984	45	36.45	24.29	(12.16)
	15-18	Fr. Ar. A.	Prismática	Suelto	Suelto	Pardo amarillento	Pardo amarillento obscuro	1.048	48	33.32	22.75	(10.57)
7	0-11	Fr. A.	Laminar	Poco duro	Friable	Pardo grisáceo obscuro	Pardo muy obscuro	0.934	43	27.89	23.90	(3.99)
	11-31	Franco	Laminar	Poco duro	Friable	Pardo	Pardo obscuro	1.024	45	30.50	25.18	(5.32)

Estudio de Suelos Pueblo Viejo ...2

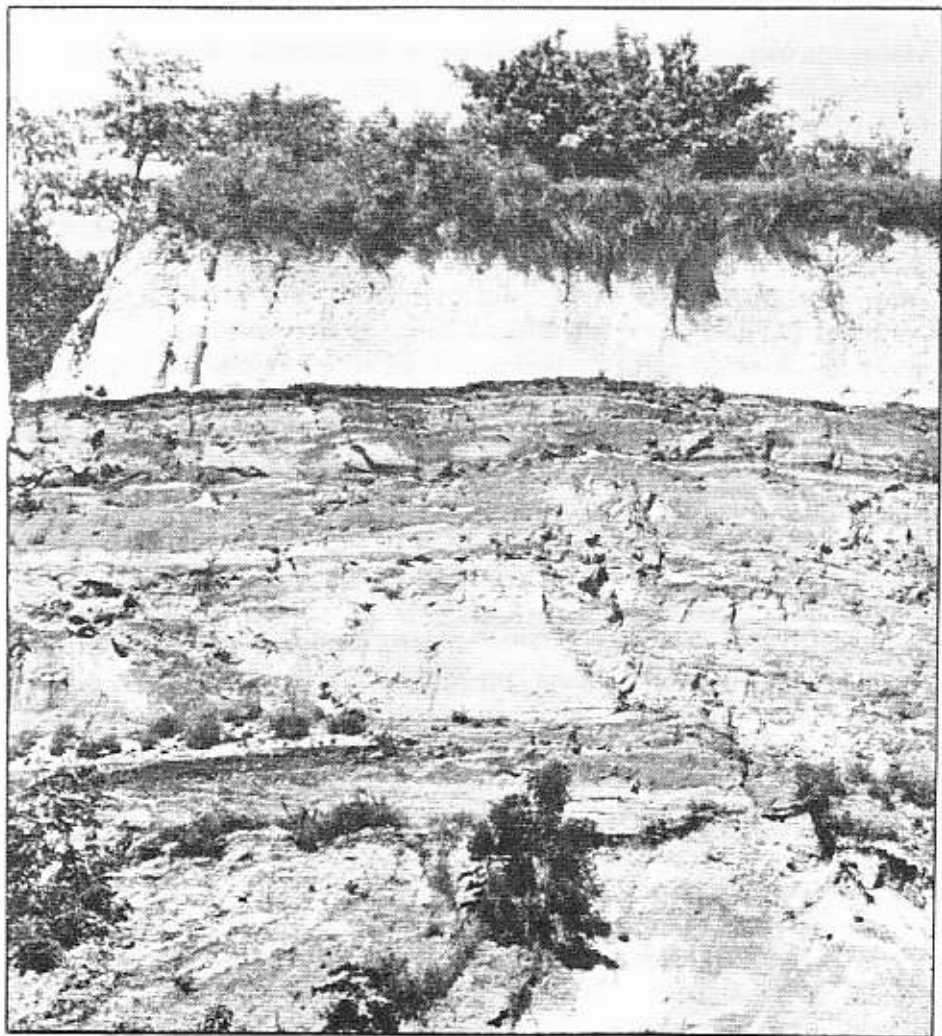
Punto	Prof. (cm.)	Textura*	Estructura*	Consistencia *		C o l o r **		Densidad* (gr/c.c.)	% E.P.*	Retención de Humedad **		% Peso Seco
				Seco	Húmedo	Seco	Húmedo			1/3	15	
8	0-16	Fr. Ar. A.	Bloques angulares	Suelto	Suelto	Pardo grisáceo oscuro	Pardo muy obscuro	0.875	47	44.66	38.33	(6.33)
9	0-5	Fr. Ar. A.	Granular	Poco Duro	Muy Friable	Pardo obscuro	Pardo muy obscuro	1.095	46	27.16	23.30	(4.86)
	5-26	Fr. Ar.	Scribloque	Duro	Friable	Pardo grisáceo oscuro	Pardo grisáceo obscuro	1.950	45	27.54	24.12	(3.42)
	26-35	Franco	Laminar	Duro	Friable	Pardo grisáceo oscuro	Pardo grisáceo muy oscuro	1.092	53	26.91	21.33	(5.58)
10	0-5	Fr. Ar. A.	Bloque	Poco Duro	Suelto	Pardo obscuro	Pardo muy obscuro	1.090	46	29.42	23.26	(6.16)
	5-13	Fr. A.	Bloque	Poco Duro	Suelto	Pardo obscuro	Pardo muy obscuro	1.076	44	27.67	23.36	(4.31)
11	0-30	Fr. A.	Bloque	Poco Duro	Muy Friable	Pardo grisáceo oscuro	Pardo grisáceo obscuro	1.116	45	28.30	24.54	(3.76)
	30-43	Fr. A.	Bloque	Poco Duro	Friable	Gris Olivo	Gris Olivo obscuro	1.241	44	18.20	13.88	(4.32)
12	0-20	Fr. Ar. A.	Bloque	Poco Duro	Muy Friable	Gris Olivo oscuro	Negro	0.914	47	39.70	35.15	(4.55)
	20-30	Fr. Ar. A.	Bloquea	Poco Duro	Muy Friable	Gris Olivo	Gris Olivo obscuro	1.231	43	27.52	22.46	(5.06)

* Datos Laboratorio CINDE

** Datos Laboratorio DIEBARE

Tal como se observa, la mayor parte de las texturas encontradas (tanto superficialmente como internamente), son del tipo franco arcilloso arenoso, seguida en su orden por los suelos francos arenosos y los francos. En general, estas texturas las podemos clasificar como de tipo grueso, tal como de hecho fue confirmado en las pruebas de campo.

Respecto a la estructura, ésta en su mayoría es en bloques (débilmente desarrollados por lo general), existiendo también en pocos casos las de tipo prismático y laminar, y escasamente la granular. Este tipo de estructuras nos inducen a pensar que estos suelos no han sido,



posiblemente nunca, roturados, lo que implica su no utilización para la agricultura.

Respecto a la consistencia en seco, ésta en su mayoría es del tipo poco duro o suelto, aunque existen pequeñas áreas con consistencia duro o muy duro; en húmedo la consistencia es del tipo suelto, friable o muy friable y sólo en pequeñas áreas existen del tipo firme o muy firme.

Analizando las tres características ya indicadas: textura, estructura y consistencia, podemos indicar que las mismas favorecen un adecuado desarrollo radicular, especialmente en la etapa inicial de desarrollo de las especies forestales.

En relación a la profundidad (respecto al lecho rocoso), y de acuerdo al criterio expuesto por Mazariegos para Guatemala (1), los suelos en estudio son poco profundos o muy superficiales. Esta situación podría provocar problemas en el desarrollo radicular en una etapa más avanzada de crecimiento de la planta; sin embargo, tal como lo indica Simmos, Táramo y Pinto (7), y fue confirmado en el campo, el material madre de estos suelos es roca caliza fracturada, e incluso muy fracturada, según fue comprobado. Esto indica que el probable problema del desarrollo radicular, se podría reducir dada la posible poca resistencia que estas rocas opondrían al desarrollo radicular. Incluso, nosotros pensamos que exactamente lo que hace falta en este lugar, para que el suelo se desarrolle, es la vegetación; suponemos que el desarrollo de ese suelo se interrumpió cuando se eliminó la vegetación natural de la zona.

Al realizar un resumen preliminar de lo dicho hasta ahora, podríamos indicar que debe procurarse un desarrollo inicial de la planta, con técnicas que sugeriremos más adelante, para que se forme un sistema radicular vigoroso (a lo cual contribuiría la textura, estructura y consistencia); ya en este estado de desarrollo, creemos que la planta podrá seguir dicho desarrollo, favorecida por la presencia de la caliza fracturada.

Continuando con la discusión de las características físicas, nos referiremos al color. Este, tanto en húmedo como en seco, es predominantemente pardo (claro u obscuro), combinado en ocasiones

con gris (claro u oscuro) y con el amarillento. Sin embargo, existe un área muy pequeña en el extremo este del proyecto, que presenta un color olivo combinado con gris, o solamente negro.

Esta presencia del color pardo, podría indicar en general, que las condiciones físicas no son del todo desfavorables, aunque la presencia del color gris (por lo general combinado) podría indicar la existencia de problemas de drenaje interno, que en todo caso creemos serían mínimos.

La última característica física a la que nos referiremos, es a la retención de humedad de los suelos, deducida de los datos capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Los valores que presentan estos datos son bajos, lo cual, tal como era de esperarse, es lógico dada la existencia de texturas gruesas; esto coincide con los valores de porcentaje de espacio poroso, característica ésta de este tipo de texturas.

Analizando más detalladamente los valores de retención de humedad, tenemos que la media para el área es de 5.75 o/o de peso seco, con un valor mínimo de 2.66 o/o y un máximo de 12.16 o/o. Si convertimos el dato de porcentaje medio de suelo seco, a porcentaje en volumen, nos daría un valor de 5.98 o/o; este dato podría interpretarse en el sentido de que estos suelos en general, retienen 5.98 cms. por metro de profundidad. Refiriendo este dato a la profundidad media de los suelos en estudio (34 cms.), tendríamos que estos retienen 2.03 cms. de humedad.

En definitiva la capacidad de retención de humedad del suelo en estudio, es baja.

Si comparamos toda la información hasta ahora discutida, con las condiciones físicas que según Pesson et al un suelo debe tener para uso forestal, tendríamos lo siguiente:

- En lo referente a que exista un aporte suficiente de humedad en cualquier época del año, esta condición no se dá en los suelos en estudio, especialmente en la época seca.

Este es un problema que debe abordarse al iniciar un proyecto de

reforestación en cualquier área que se tenga planificado trabajar en la zona.

Entre las formas de corregir esta situación, podríamos indicar las siguientes:

- Usar cantidades adecuadas de materia orgánica (compost) en cada bolsa que se use en el vivero para la siembra de las semillas (esto de hecho ya se practica en la actualidad en el proyecto).
- En el área donde se realizará la plantación definitiva, abrir agujeros de dimensiones adecuadas (30 x 30 x 30 cms.) y rellenar éstos a la hora del trasplante, con una proporción de 1/2 de suelo original y 1/2 de compost.
- Cuando la plantación se encuentre lograda, y en un estado de desarrollo satisfactorio, construir en cada mata una terraza individual (como especie de platéo, pero más técnico). Esta práctica contribuirá, agregado a lo anterior, a que el suelo retenga más humedad, al evitar el lavado del área cercana a la planta.

En relación al problema del encharcamiento de la zona radicular, creemos que para las condiciones del suelo en estudio, este problema no se presentaría, ya que los mismos tienen una adecuada infiltración, lo que implica buen drenaje interno, y además tampoco existirían problemas de drenaje externo, al ser, el área, de topografía quebrada.

Por último, en relación a la resistencia al viento, creemos que este problema no se presentaría si se logra un adecuado desarrollo radicular al utilizar las prácticas ya indicadas.

En resumen, creemos que lo conveniente en cuanto a las características físicas es proporcionar a la planta un medio artificial que le permita un desarrollo inicial adecuado para que al cabo del tiempo sobreviva por sí misma.

2. Análisis Químicos de Suelo

Los resultados de los análisis químicos realizados se presentan en el siguiente cuadro:

Estudio de Suelos Pueblo Viejo

Fecha: Noviembre de 1981.

Punto	Prof. (cms.)	Contenido Orgánica (+)	Mat. (%)	pH (***)	Cationes Intercambiables** (Meq/100 grs.)				C. T. l. Meq/100 grs. (**)	Suma de Bases**	% Sat. de Bases(**)	Nutrientes (***) (Microgramos/ml)	
					Ca	Mg	Na	K				Fósforo	Potasio
1	0-8	5.53 - A	(+) 7.8	7.8	6.27	17.71	0.40	0.41	27.69	24.79	89.53	3.50	97
	8-28	3.72 - M			1.83	20.08	0.40	0.10	23.31	22.41	96.14		
2	0-7	5.30 - A	6.9	6.9	4.28	15.86	0.36	0.21	25.77	20.71	80.36	2.25	50
	7-21	1.74 - B			2.92	22.23	0.34	0.12	31.58	25.61	81.10		
	21-27	2.09 - M			3.02	29.07	0.34	0.09	38.40	35.52	84.69		
3	0-16	5.80 - A	0.5	0.5	5.92	38.02	0.32	0.36	48.10	44.62	92.77	3.00	75
	16-36	2.98 - M			2.30	38.34	0.40	0.16	43.18	41.20	95.41		
	36-62	2.09 - M			1.93	38.15	0.37	0.12	41.11	40.57	98.69		
4	0-2	5.22 - A	6.9	6.9	4.44	27.97	0.32	0.28	36.43	33.01	90.61	3.50	62
	2-16	2.75 - M			2.01	31.97	0.30	0.11	36.71	34.69	93.68		
	16-37	2.32 - M			2.03	39.10	0.38	0.11	42.10	41.62	98.86		
5	0-20	5.07 - A	7.2	7.2	4.04	35.37	0.33	0.15	29.52	39.89	100.00	3.00	27
	20-55	3.02 - M			2.09	37.59	0.34	0.09	43.31	40.11	92.61		
6	0-6	1.12 - B	7.1	7.1	7.38	22.27	0.76	1.37	37.31	31.78	85.18	10.00	310
	6-15	4.41 - A			3.29	20.05	0.48	0.25	28.67	24.07	86.96		
	15-18	1.36 - B			2.06	26.29	0.47	0.12	30.65	28.94	94.42		
7	0-11	3.48 - M	7.2	7.2	2.99	29.77	0.50	0.11	33.56	33.37	93.43	2.25	28
	11-31	4.84 - A			1.92	28.55	0.66	0.15	34.07	31.28	91.81		
8	0-36	4.08 - A	7.2	7.2	6.66	38.17	0.69	2.51	53.76	48.03	89.34	5.50	443
9	0-5	5.03 - A	7.3	7.3	4.76	27.71	0.60	0.22	35.61	33.48	93.68	3.00	50
	5-26	1.90 - B			4.71	29.62	0.66	0.15	30.85	35.04	100.00		
	26-35	1.47			1.50	32.55	0.85	0.12	32.32	35.02	100.00		
10	0-5	5.34 - A	7.3	7.3	4.01	19.44	1.12	0.33	33.53	24.90	74.26	2.25	98
	5-51	3.36 - M			2.59	28.99	0.83	0.28	34.28	32.69	95.36		
11	0-30	3.14 - M	7.3	7.3	2.26	26.03	0.74	0.11	23.78	29.14	100.00	2.25	29
	30-45	1.01 - B			1.42	18.64	0.72	0.05	19.63	21.23	100.00		
12	0-20	2.94 - M	7.4	7.4	3.48	40.72	0.76	0.10	50.19	45.06	89.78	2.25	19
	20-30	1.36 - B			1.82	33.69	0.70	0.05	33.36	36.26	100.00		

* Datos Laboratorio CUNOR

** Datos Laboratorio DIRENARE

*** Datos Laboratorio ICTA

+ Nomenclatura Materia Orgánica:

A - Alto contenido

M - Mediano contenido

B - Bajo contenido

Analizando estos resultados, observamos que la cantidad de materia orgánica oscila, en general, entre mediano a bajo, aunque existen áreas más o menos significativas con alto contenido.

Esta condición, en general, nos indica que la aplicación de materia orgánica en el área en estudio es necesaria, tal como ya fue indicado.

En relación a los cationes intercambiables, observamos como dato muy evidente, el alto contenido de magnesio (promedio 30.26 meq/100 grs., el 87 o/o de las bases). Con esta información podemos indicar, en forma preliminar, y sin asegurarlo plenamente, que el tipo de roca existente en la zona es magnesita.

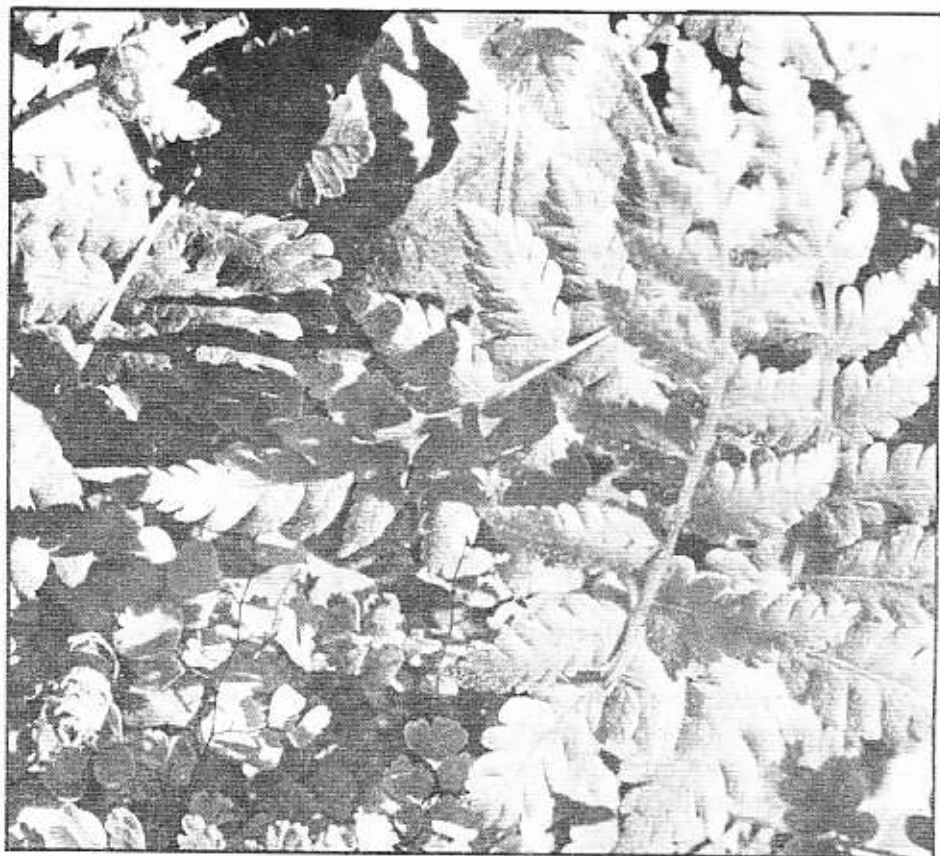
En contenido de bases le siguen en su orden el calcio, el sodio y el potasio. Refiriéndonos a la capacidad total de intercambio de cationes, el promedio, en el área en estudio, es de 34.96 meq/100 grs.

En lo que respecta al dato de porcentaje de saturación de bases, este es, tal como era de esperarse, alto (promedio 92.45 o/o).

Respecto al pH, el valor promedio para el área es de 7.2 (ligeramente alcalino). Esta información chequea con la anterior; o sea, un alto porcentaje de saturación de bases, corresponde a un pH alcalino.

En relación al contenido de fósforo como nutriente, el valor medio para el área en estudio es de 3.56 microgramos/ml. (como fósforo elemental), el cual se encuentra por debajo del valor medio de fertilidad de un suelo forestal indicado por Pesson et al (26.4 p.p.m. o microgramos/ml.); esto nos conduce a indicar que estos suelos son deficientes en fósforo, desde el punto de vista de la fertilización forestal.

Referente al potasio como nutriente, el contenido medio para el área es de 107 p.p.m. (dato del ICTA). Si comparamos este dato con el valor medio dado por Pesson et al (0.1 meq/100 grs., equivalente a 39 p.p.m. de K elemental. N. del A.), diríamos que estos suelos, en general, no son deficientes en potasio. Este dato puede comprobarse con el del laboratorio de DIRENARE, que reporta que en solamente tres casos (11 o/o) de los 28 análisis realizados, el contenido de potasio es menor a 0.1 meq/100 grs.



3. Vegetación

Creemos que la argumentación presentada por Vietmeyer (8) en la revisión de literatura presentada, respecto al uso de leguminosas con fines de reforestación, son válidas, esencialmente en lo referente a sus características de rápido crecimiento, sus usos y su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico.

En este sentido, podrían utilizarse cualquiera de las cinco "Especies Mágicas" mencionadas por el autor, pero especialmente la *Calliandra Callothyrsus* por ser originaria de Guatemala, lo que representa una ventaja en cuanto a adaptación.

Además, también puede utilizarse la *Leucaena* (yaje), que de hecho es usada en la actualidad en el proyecto de reforestación de

Chixoy. En este sentido, creemos que los trabajos de esta Institución van bien encaminados al utilizar este tipo de especies.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que de este trabajo pueden obtenerse, son las siguientes:

1. Las condiciones físicas del suelo en estudio, en relación a su uso forestal, son:
 - Textura gruesa
 - Baja capacidad de retención de humedad
 - Buena infiltración
 - Suelos poco profundos
 - Suelos sueltos, lo cual permitiría buena aireación y desarrollo adecuado hasta el lecho rocoso
 - Existencia de un lecho rocoso a poca profundidad, constituido por roca caliza fracturada, característica esta última que puede reducir el posible problema del desarrollo radicular de la planta, media vez ésta esté lograda, y haya obtenido un desarrollo radicular adecuado.
2. Las características químicas del suelo en estudio, indican lo siguiente:
 - El porcentaje de saturación de bases es alto.
 - El pH es alcalino, lo que coincide con el dato de alto porcentaje de saturación de bases.
 - De acuerdo al criterio de Pesson et al, los suelos son deficientes en fósforo y con buen contenido de calcio, magnesio y potasio.
3. En relación a la vegetación, se considera adecuado el uso de leguminosas para uso forestal, tales como las recomendadas por Vietmeyer, especialmente debido a su rápido crecimiento, sus usos y su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico.

Estos suelos no son aptos para el uso de coníferas debido a las

condiciones de alcalinidad que presentan.

4. Se considera que toda la información proporcionada en los incisos anteriores, deberá integrarse en prácticas que favorezcan un desarrollo adecuado de la planta, por lo menos hasta los 2 ó 3 años.

RECOMENDACIONES

Como principales recomendaciones para la aplicación de lo indicado en este documento, se presentan las siguientes, con la necesaria aclaración de que lo que se recomiende deberá estar sujeto a críticas y a ensayos. Además, estas recomendaciones las damos básicamente para la etapa crítica de desarrollo de las plantas, que consideramos es en los primeros años.

1. Es conveniente la utilización de plantas leguminosas con fines de uso forestal, recomendando inocular las semillas y usar, con el fin de asegurar la infección con bacterias fijadores de nitrógeno.
2. Procurar que la tierra que sea usada para el llenado de bolsas en el vivero y en la mezcla con tierra original en el hoyo de trasplante, provenga de zonas en las que se usen especies similares; esto con el fin de provocar la micorrización de las raíces, lo que contribuirá al mejor uso y reserva de nutrientes.
3. Con el fin de mejorar la capacidad de retención de humedad de los suelos, se recomienda mezclar compost y tierra original de la zona en una proporción de 1:1 en un agujero de 30 x 30 x 30 cms. Esta incorporación de materia orgánica contribuirá a mejorar la capacidad de intercambio de cationes del suelo, lo cual a su vez contribuirá a mejorar la retención de nutrientes.
Esta práctica también contribuirá a que la planta tenga un desarrollo inicial adecuado, y un sistema radicular vigoroso que le permitirá subsistir en mejor forma.
4. Cuando la planta haya logrado un adecuado desarrollo, se recomienda construir en cada mata, terrazas individuales; esta práctica reducirá la erosión en el área y contribuirá a mejorar la retención

de humedad del suelo.

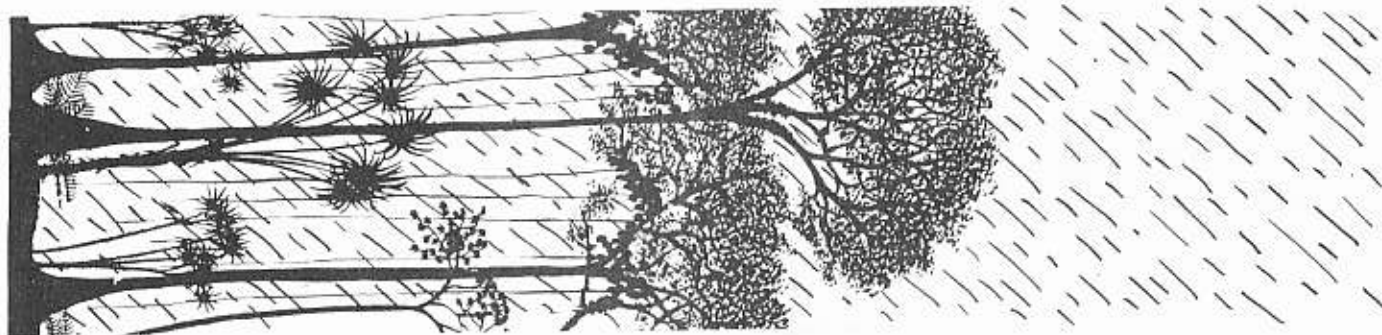
5. Consideramos que los suelos son deficientes en nitrógeno y en fósforo, se recomienda la siguiente fertilización:
 - Primeramente se realizará la fertilización con fósforo (del tipo poco soluble), según lo recomendado por Gros (5):
70 - 100 grs. de fosfato molido (poco soluble) ó 40 - 60 grs. de escorias (fósforo poco soluble) en un hoyo de 30 x 30 x 30 cms., (el mismo que se usará para el trasplante y para la mezcla tierra-compost), mezclando íntimamente el fertilizante con la combinación tierra-compost ya indicada. Esta fertilización deberá hacerse 2 a 3 semanas antes del trasplante.
 - La fertilización con nitrógeno se hará también según lo recomendado por Gros (5), al segundo año después de la plantación, al pie de la planta; la cantidad a usar será de 10-12 grs. de nitrato amónico (de alto grado), 8 a 10 grs. de Urea ó 15 a 20 grs. de sulfato amónico.
6. Si se logra la inoculación de las semillas, y la instalación de la bacteria (si se usan leguminosas), no se considera necesaria la aplicación posterior de nitrógeno.
7. Dado a que los suelos de la zona en estudio son de reacción alcalina, no se recomienda el uso de coníferas, especialmente pino, a menos que se hayan ensayado estas especies bajo estas condiciones.
8. Media vez se logre la estabilización del sistema bosque, deberá planificarse el posible uso que se le dé a los productos del mismo, a fin de no provocar desequilibrios en el sistema; esto es especialmente importante si se piensa extraer forraje (si se utilizan leguminosas) o leña.
9. Creemos que debido a las difíciles condiciones topográficas del lugar, el riego resultaría una práctica difícil de concretar y antieconómica; insistimos en que lo básico es aplicar las prácticas ya indicadas, tendientes a mejorar la capacidad de retención de humedad del suelo; a fin de que la planta sea capaz de resistir la época seca.

DATOS CLIMATICOS^(*)

Estación: Chixoy
 Latitud: 15°27'
 Longitud: 90°40'
 Elevación: 1100 metros

	Ene.	Feb.	Marzo	Abr.	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Precipitación Pluvial (mm.)	19.9	16.2	27.7	45	106.4	191.7	116.9	157.3	183.9	161.5	86.3	27.6	1140.9
Temperatura Media (°C)	21.7	22.5	25.0	25.9	26.7	25.3	24.6	24.6	25.1	23.9	23.1	22.1	24.2
Humedad Relativa (%)	75	72	71	68	69	76	80	79	79	80	80	78	75

(*) INSIVUMEH, Datos 1970-79.





BIBLIOGRAFIA

1. Albizúrez Palma, José Rodolfo. **Estudio Semidetallado de suelos del Valle de Cubulco, Guatemala:** Universidad de San Carlos, Centro Universitario del Norte, 1980. 42 pp. (Mimeografiado).
2. De la Cruz, A. René. **Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdrige.** Guatemala: INAFOR, 1976. 24 pp.
3. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. **Atlas Nacional de Guatemala.** Guatemala: Instituto Geográfico Nacional, 1972, s.p.
4. Grassi, Carlos J. **Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos.** Venezuela: Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, 1968. 96 pp. (Mimeografiado).
5. Gros, André. **Abonos, Guía práctica de fertilización.** Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1971. 525 pp.
6. Pesson, P., et al. **Ecología Forestal.** Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1978. 393 pp.
7. Simmons, Charles S., José Manuel Táramo y José Humberto Pinto. **Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala.** Guatemala: Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura, 1959. 1000 pp.