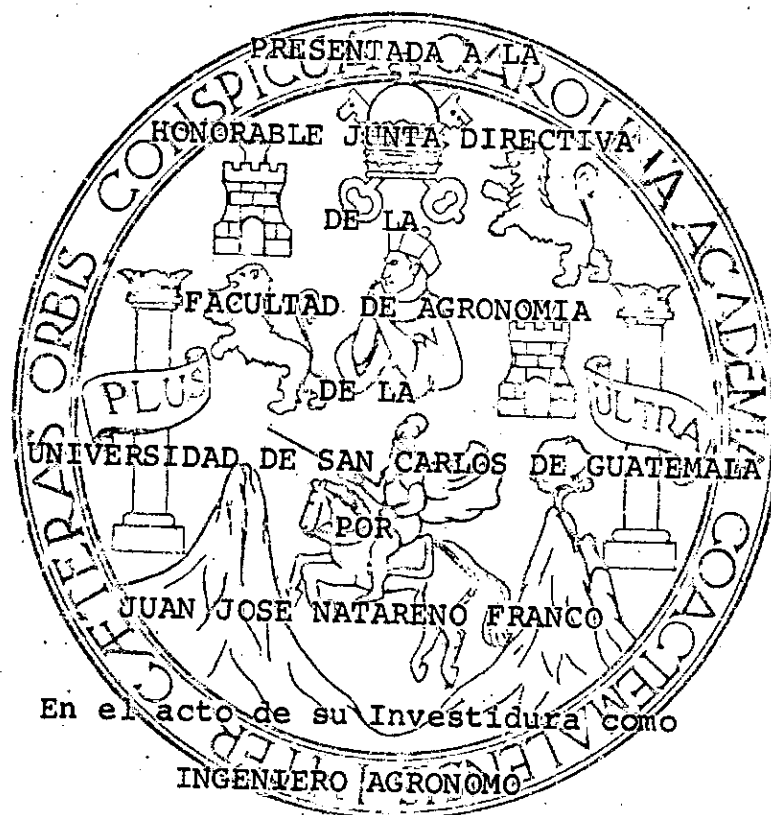


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

CARACTERIZACION Y MODELO DE LA SUCESION ECOLOGICA DE UNA REGION DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA BAJO ATAQUE SEVERO POR GORGOJO (Dendroctonus sp.) DEL PINO (Pinus sp.)

TESIS



En el grado académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, mayo de 1981

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

01
T(560)

c 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR EN FUNCIONES

LIC. LEONEL CARRILLO R.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Vocal 1o.:	Ing. Agr. Orlando Arjona
Vocal 2o.:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Nestor Fernando Vargas
Vocal 4o.:	Prof. Carlos Orozco
Vocal 5o.:	P.A. Roberto Morales
Secretario a.i.:	Ing. Agr. Negli R. Gallardo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL

PRIVADO

Decano en funciones:	Ing. Agr. Orlando Arjona
Examinador:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Examinador:	Ing. Agr. Ricardo Miyares
Examinador:	Ing. Agr. Rolando Aguilera
Secretario:	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo



Referencia	_____
Asunto	_____

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

28 de abril de 1981.

Doctor
Antonio A. Sandoval S.
Decano de la Facultad de Agronomía
Presente.

Estimado Doctor Sandoval:

Tengo el agrado de adjuntarle la tesis de graduación del estudiante Juan José Natareno Franco, titulada "CARACTERIZACION Y MODELO DE LA SUCESSION ECOLOGICA DE UNA REGION DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA BAJO ATAQUE SEVERO POR GORGOJO (Dendroctonus sp.) DEL PINO (Pinus sp.), la cual fue elaborada bajo mi asesoría por asignación del Decanato.

Estimo que dicho trabajo que forma parte del Programa de Investigación que sobre gorgojo del pino realiza la Subárea de C.C. Biológicas, reúne los requisitos para su aprobación como tesis y representa un significativo esfuerzo para promover un mejor conocimiento de la interacción de la vegetación del altiplano occidental de Guatemala.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. César Castañeda
ASESOR

CC/eov.



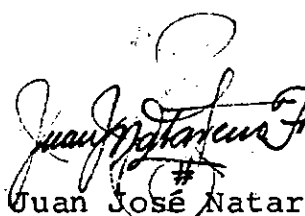
Guatemala,
28 de abril de 1981.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, constituye para mí un alto honor, someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado "CARACTERIZACION Y MODELO DE LA SUCESION ECOLOGICA DE UNA REGION DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA BAJO ATAQUE SEVERO POR GORGOJO (Dendroctonus sp) DEL PINO (Pinus sp.)

Ultimo requisito para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas'

Respetuosamente,



P.A. Juan José Nataré Franco

ACTO QUE DEDICO

A LA PATRIA:

A MIS PADRES:

Julio Natareno R.

Consuelo Franco de Natareno

A MI ESPOSA:

Betty

Al ser que me abrirá las puertas
al mundo maravilloso de ser padre.

A MIS HERMANOS:

Thelma,

Julio

A MI FAMILIA

En general.

TESIS QUE DEDICO

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la Facultad de Agronomía

Al Instituto Técnico de Agricultura

Al Programa de Becas del Ministerio de Agricultura

RECONOCIMIENTO

Al Ing. Agr. César Castañeda S. por su propuesta y asesoramiento para la realización del presente estudio.

Al P.A. Don Rodolfo Lambour, por su constante apoyo y estímulo durante mi carrera profesional.

A la Srita. Elsy Vásquez, por su eficiente trabajo mecanográfico.

A todas las instituciones y personas que colaboraron para la ejecución de esta tesis.

CONTENIDO

- i. Resumen

- I. INTRODUCCION

- II. OBJETIVOS

- III. REVISION BIBLIOGRAFICA

- IV. MATERIALES Y METODOS

- V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

- VI. CONCLUSIONES

- VII. RECOMENDACIONES

- VIII. CITAS BIBLIOGRAFICAS

- IX. APENDICES

RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de caracterizar y preparar un modelo de la sucesión ecológica de una región del altiplano occidental de Guatemala, en la que aprovechamiento irracional y el ataque del gorgojo del pino en sus comunidades, se encuentran disturbando el proceso.

El área se determinó como un Mosaico ecológico en el que se siguió la metodología de estudio de comparaciones lado por lado, que consiste en estudiar diferentes comunidades vegetales contemporáneas, que están ocurriendo en diferentes sitios, con disturbación progresiva o regresiva en la sucesión ecológica, así como áreas de desarrollo normal, pero todas bajo condiciones ambientales similares. Se consideró como tal, al área triangular cuyos vértices geográficos son los municipios de Nahualá, Totonicapán y Salcajá, del altiplano occidental del país. En cada comunidad seral, se determinó las especies existentes y su grado de dominancia en términos de valor de importancia a través de los parámetros: densidad, cobertura y frecuencia.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: se estimó una secuenciación de ocho comunidades serales en el proceso de sucesión ecológica de la región, a las que se nombró con el género de la especie dominante en cada comunidad: etapa de Solanum, etapa de Stipa, etapa de Baccharis, etapa de Alnus Joven, etapa de Alnus Maduro, etapa de Pinus y etapa de Cupressus. Las etapas de Festuca, Solanum y Stipa son de condición herbácea, la etapa de Baccharis es la única de condición arbustiva y las etapas de Alnus Joven y Maduro, de Pinus y de Cupressus son de condición arbórea.

La etapa de Festuca es la comunidad pionera del proceso

.. de sucesión, la especie dominante en la comunidad es Festuca dertonensis y se establece entre los 3 meses y 2 años de iniciado el proceso, en áreas en donde la vegetación existente ha sido anulada por algún factor del medio, permanece por 1.5 a 2 años como dominante. La etapa de Solanum tiene como especies dominantes a Solanum hartwegii y Circium subcoriaceum, se establece a los 2 a 4 años de iniciado el proceso y tiene una dominancia de 1 a 2 años. La etapa de Stipa presenta como dominante a Stipa ichu, se establece a los 3 o 4 años de iniciado el proceso y permanece como comunidad seral 4 a 5 años. En la etapa de Baccharis la especie Baccharis vaccinioides es la dominante en la comunidad y es la etapa arbustiva bajo la cual se establecen los prenuncios de las etapas arbóreas subsiguientes, se establece a los 10 a 12 años de iniciado el proceso y se mantiene durante unos 8 a 12 años después de su establecimiento. La etapa de Alnus Joven se caracteriza porque la especie dominante: Alnus jorullensis se encuentra bajo altas densidades de población y diámetros no comerciales, en áreas claramente definidas; se establece a los 20 a 25 años luego de iniciado el proceso y domina por espacio de 12 a 25 años. En la etapa de Alnus Maduro sigue siendo Alnus Jorullensis la especie dominante, pero la selección, por la competencia de luz y espacio entre sus componentes, ha disminuido las densidades y los diámetros son ya, de valor comercial; se establece la etapa, a los 30 años de iniciado el proceso y domina durante un período de 40 años aproximadamente. La etapa de Pinus, es una comunidad en la cual existe una asociación de especies del género Pinus, siendo la especie dominante: Pinus rudis, altamente preferida por el gorgojo del Pino para su ataque, y presentándose también la especie Pinus ayacahuite que muestra tolerancia al ataque del gorgojo, la etapa se establece a los 80 a 90 años de iniciado el proceso y domina durante 140 a 150 años.

La etapa de Cupresus, es la comunidad considerada como climax del proceso de sucesión, la especie Cupressus lucitánica es la dominante de la comunidad; la etapa se establece alrededor de los 200 años de iniciado el proceso y se constituye en la comunidad menos dinámica del proceso sucesional de la región.

I. INTRODUCCION:

Las comunidades vegetales de la región del Altiplano occidental de Guatemala, están siendo objeto, en sus comunidades forestales, de un manejo inadecuado y, específicamente en Pinus sp. de un ataque severo de un insecto conocido como Gorgojo del Pino (Coleoptero, Scolytidae), principalmente del género Dendroctonus (E.W. Clark, 1973) (13).

Esta plaga se ha presentado en esas áreas propiciada por la incesante deforestación de Pinus y sobre todo, del casi absoluto aprovechamiento irracional de sus componentes. Todo esto ha motivado que la población del insecto, considerado como un habitante natural del bosque, es decir, como un miembro constante de la comunidad biótica del ecosistema referido, desarrollando una función en dicha biocenosis, haya aumentado su población en forma alarmante, convirtiéndose en un disturbador del proceso de desarrollo natural de la comunidad vegetal en esas regiones, en este caso, se trata de un disturbador de la Sucesión Ecológica, de tipo biológico (1,2 ,4).

El hombre, como producto de las condiciones socio-económicas en el campesinado nacional, principalmente indígena (minifundio, analfabetismo, etc.), ha intervenido desfavorablemente en el proceso de sucesión, provocando una Sucesión Retrógrada. (4).

Grandes áreas bajo parasitismo por el gorgojo del pino no han sucumbido a la fecha y aún cuando en algunas áreas la regeneración natural juega un papel preponderante en la supervivencia del bosque, el hombre ha intervenido "aprovechando" indiscriminadamente los individuos de la comunidad.

El gorgojo del pino es problema cuando los ataques se incrementan hasta proporciones epidémicas. En Guatemala se han reportado ataques serios en los siguientes períodos: Período comprendido de 1928 a 1932, entre 1950 y 1955 y de 1964 a 1970. (16). El brote actual se inició en San Juan Ixcay, teniendo a la fecha una duración de 8 años (citado por Medina, 1980) (16).

Grandes áreas de los departamentos citados, son utilizados como espacios abiertos de pastoreo, principalmente ovino; y algunas otras con condiciones marginales para la agricultura, son utilizados para producciones agrícolas, principalmente de trigo, ocasionalmente maíz y haba y, raras veces, papa. Desde luego, la producción es escasa y estrictamente de subsistencia.

La Secretaría de Planificación Económica en un estudio efectuado en 1978, (11) dice: "La frontera agrícola se ha expandido con base a un proceso de destrucción de bosques, estableciéndose áreas supuestamente agrícolas de baja productividad que luego son abandonadas o convertidas en pastizales extensivos". "La estructura de la tenencia de la tierra, también ha afectado el uso de los suelos, ya que en las fincas multifamiliares, el sub-uso ha sido lo más común frente al sobreuso característico del minifundio. En este último caso se han creado problemas especiales sobre todo en los departamentos de el Quiché, Totonicapán, Quezaltenango y Huehuetenango. A nivel nacional, se sabe que la erosión del suelo causada por el agua está afectando unas 77,525 Kms² y que los bosques de Coníferas se siguen destruyendo, con lo cual se exponen más los suelos de las cuencas hidrográficas".

Ante este cuadro, se pretende con el presente estudio, lograr una caracterización y con ella, preparar un modelo del

Proceso de desarrollo o Sucesión Ecológica en una región del altiplano occidental, bajo ataque severo de gorgojo del pino y aprovechamiento irracional del bosque (deforestación, pastoreo intensivo, etc.). Ello permitirá coadyuvar al más amplio conocimiento sobre el desarrollo de esas comunidades vegetales del país y la manera como han sido afectadas por el medio, principalmente biológico; todo, para tener un marco de referencia ecológica, que nos permita inferir qué ha pasado en la biocenosis, y qué podemos esperar de ella en un futuro.

El esquema así obtenido será determinante, en la toma de decisiones respecto del recurso forestal del altiplano occidental del país y específicamente respecto a los bosques de pino, actualmente disturbados por la presencia del gorgojo descortezador.

El presente estudio es parte de la investigación que impulsa la subárea de Ciencias Biológicas, del Area de Ciencias de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

I. OBJETIVOS:

- II.1. Determinar la composición vegetal de las diferentes comunidades serales que intervienen en el proceso de Sucesión Ecológica del área.
- II.2. Determinar aproximadamente el tiempo que abarca cada etapa del proceso.
- II.3. Establecer un modelo que indique qué comunidades sustituyen a las otras.
- II.4. Establecer una relación histórico-social sobre el aprovechamiento de los recursos suelo-bosque y su incidencia en el proceso de Sucesión.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA:

III.1. EL ECOSISTEMA:

Una comunidad precisa de plantas y animales, junto con el medio ambiente que los controla, se denomina Ecosistema (2, 18).

Un ecosistema representa el más alto nivel de integración dentro de los sistemas ecológicos; consiste en numerosos sistemas individuales y sistemas individuales y sistemas de poblaciones. Toda vez que no importa cuales fueron sus ligas genéticas, los individuos y comunidades funcionan como partes de un todo: un ecosistema, la unidad básica en Ecología (1, 2).

Los ecosistemas pueden ser de cualquier dimensión y cualquiera que sea su tamaño, un ecosistema opera como una unidad total, ambas partes, la física y la biológica están entrelazadas en sus funciones que es difícil describir el sistema con sólo separarlo en categorías nítidamente clasificadas, de acuerdo con los papeles que dichas partes realizan en la maquinaria.

Realmente todos los organismos desempeñan dos papeles: como partes del centro vivo del sistema y, como partes de su propio medio ambiente; sin embargo, para entender los ecosistemas es preciso analizar la estructura y función de sus diversos componentes y su proyección en el tiempo y en el espacio (2).

III.2. EL MEDIO AMBIENTE:

Un medio ambiente ocupa un espacio tridimensional

y se extiende a lo largo del tiempo. Pero esto no significa que el medio ambiente sea uniforme a través del tiempo y el espacio. Por el contrario, el medio ambiente natural casi siempre muestra gradientes verticales y laterales en su dimensión espacial, y en su dimensión temporal refleja ciclos y cambios acumulativos, lentos o rápidos, tales como la erosión o la sedimentación, etc. Por lo tanto, lo mejor es considerar espacio y tiempo, más bien como dimensiones del medio ambiente que como factores o componentes de él.

Un medio ambiente resulta ser un todo complejo de muchos componentes o factores que interactúan no solamente con los organismos, sino entre ellos mismos (23).

Como resultado de ello, es difícil aislar una parte del medio y cambiarla, sin afectar a otras partes del medio ambiente. Sin embargo, si queremos entender las estructuras y funcionamiento de un medio, debemos subdividirlo de una manera abstracta para saber qué estudiar.

Algunos ecólogos dividen el medio ambiente en dos partes: El medio físico y el medio biológico (1,4). En cierta forma esto es un tanto artificial, puesto que el medio actúa como un sistema complejo único, y los efectos que otros organismos producen en el medio, generalmente se expresan y perciben por medio de los factores físicos.

TABLA I
COMPONENTES AMBIENTALES

FACTORES FISICOS	FACTORES BIOLOGICOS
Energía:	Plantas Verdes
-radiación	Plantas no Verdes
-temperatura	-desintegradores
-flujo de calor	-parásitos
Agua	-simbiontes
Fuego	Animales
Topografía	Hombre
Sustrato geológico	
Suelo	

FUENTE: W.D. Billigs. Las Plantas y el Ecosistema (2).

III.3. COMUNIDAD:

Siendo la comunidad, una unidad esencialmente funcional, la extensión del área por ella ocupada, el número de seres vivientes (animales y plantas) en ella incluidas y su organización, varían según las circunstancias que influyen sobre las relaciones o interacciones entre plantas y animales en el ecosistema, y de éstos, respecto al medio ambiente (4).

Las diferentes especies de animales y vegetales realizan funciones en el complejo ecológico, ese papel, constituye lo que se llama Nicho Ecológico (1).

Los vegetales y animales que viven en cualquier zona natural, constituyen un conjunto, en el cual cada individuo encuentra tolerable el ambiente y halla en

el, la satisfacción de sus necesidades más indispensables (2).

Las comunidades típicas se conservan más o menos en equilibrio pero los miembros que las integran nunca se equilibran completamente entre sí, o con el ambiente físico (4).

III.3.1. COMUNIDAD VEGETAL:

En un ecosistema, la comunidad vegetal tiene 3 papeles principales. Primero, la vegetación es la gran modificadora del ambiente (reduce la radiación solar, aminorando las temperaturas extremas, transfiere humedad del suelo al aire por transpiración, agrega humus al suelo y, en cientos de otros sentidos transforma al medio ambiente). Así, indirectamente determina las clases de organismos que pueden vivir en el ecosistema (2,18).

En segundo lugar, y aún más importante, la vegetación es la fijadora de energía para todo el ecosistema. La energía de la radiación no les sirve a los animales, incluyendo desde luego, al hombre; hasta que es captado por la clorofila de la vegetación y convertida en la energía química de las moléculas de alimento, de cuyas ligaduras todos los organismos pueden obtener energía. Las partes vivas del ecosistema viven de esta energía y funcionan por ella (2).

El tercer papel que juega la vegetación en un ecosistema se refiere a la "provisión" de minerales necesarios empleados por los organismos vivientes de un ecosistema (2).

III.4. SUCESION ECOLOGICA:

Las modificaciones que afectan temporalmente al ambiente son debidas a las variaciones de las influencias climáticas y fisiográficas y también a las actividades de los seres vivos que en él se encuentran. Estas modificaciones pueden originar cambios en el hábitat y sobre las especies dominantes de la comunidad, lo suficientemente importantes para determinar la sustitución de la comunidad existente por otra nueva, o para producir importantes fluctuaciones en la abundancia de ciertas especies vegetales y/o animales dentro de la misma comunidad. La existencia de una sucesión relativamente definida de las comunidades dentro de un área, se conoce como Sucesión Ecológica (23, 18).

Los seres vivos modifican su propio hábitat hasta el punto que una determinada comunidad tiene que ceder el paso a otra, de muy diferentes maneras (4).

Todas las especies animales y vegetales incrementan el número, el tamaño de sus miembros, o ambas cosas conjuntamente; por ello, las condiciones de la comunidad cambian, debido al desarrollo de sus componentes, aunque no varíe su composición específica, pero la cantidad total de material viviente presente en el área tiende a ser mayor.

Todo esto nos indica, que las condiciones modificadas por las diferentes actividades de los habitantes del área puedan favorecer el desarrollo de algunas especies diferentes de aquellas que han predominado hasta entonces en el área. Cuando ello ocurre, pronto adquieren preponderancia otras especies diferentes de vegetales y animales; estas pueden ser tanto especies

ya presentes en el área en estado de subordinación (caso del gorgojo del pino como comunidad animal), como especies invasoras procedentes de fuera del área.

Al adquirir el predominio una o más especies, se forma una nueva comunidad; su establecimiento constituye un paso en la sucesión ecológica del área. (4, 2).

No obstante, que los animales no pueden considerarse de ninguna manera como agentes pasivos en la sucesión ecológica de un ecosistema, los cambios más significativos los producen los vegetales. Así, las sucesiones se llaman a menudo Sucesiones Vegetales (1).

El establecimiento de una comunidad colonizadora en un área despoblada (comunidades pioneras) y la sustitución de esta comunidad y de las comunidades siguientes en la sucesión ecológica, dependen en primer lugar, de la existencia de los medios por los cuales las nuevas especies pueden alcanzar el área, es decir a su Dispersión (1); a esta presión incesante se opone la existencia de barreras que retardan o impiden el movimiento de ciertas especies, pudiendo éstas, ser barreras físicas o biológicas.

Para que una nueva especie pueda invadir un área no sólo debe disponer de algún medio para llegar a la nueva "localidad", sino además debe poder desarrollarse y reproducirse bajo las condiciones allí existentes; al establecimiento favorable de la nueva especie se le denomina Proceso de Ecésis (3, 4).

Las especies que han invadido con éxito un área

predominan en él, durante cierto tiempo, constituyendo una comunidad cerrada, no pueden establecerse allí al principio, nuevas especies; corriendo el tiempo, las condiciones se van modificando y los miembros de la comunidad existente no pueden luchar ya con éxito frente a los invasores. Un nuevo tipo dominante consigue establecerse al fin y una nueva comunidad sucede a la antigua.

Las comunidades se van sucediendo hasta que, en múltiples ocasiones, se alcanza un tipo de comunidad que no puede ser ya desplazada en las condiciones existentes, a esta comunidad se le denomina Comunidad Climax. (4).

La sucesión de la vegetación se debe a los cambios en la relación cuantitativa de las especies permanentes de una comunidad o a la alteración de su composición florística. No todos los cambios de especies deben ser considerados estados de la sucesión. Puede hablarse de sustitución de una comunidad dinamogénica por otra, sólo cuando se perturba el equilibrio preexistente y se altera la uniformidad de la vegetación dominante (3).

Se llama Sere la serie de etapas genéticamente relacionadas que se suceden regularmente unas a otras. Un sere incluye por lo menos una etapa precursora, en general varias de transición y una terminal. La independencia de la sere se mide por el número, estructura y la duración de las etapas. Si el transcurso de la sucesión presenta pequeñas fluctuaciones que no permiten el establecimiento de una sere bien caracterizada puede hablarse de Seres Variables (3). Cada etapa se-

ral conduce, entonces, a la etapa terminal: La Climax.

Todas las seres conducen hacia la climax son Progresivas. Las sucesiones retrógradas, es decir, que se alejan de la climax, son provocadas por el hombre o los animales (gorgojo del pino, pastoreo excesivo, etc.)

III.4.1. TIPOS DE SUCESION:

Las sucesiones ecológicas que se inician en un área despoblada, donde no ha existido previamente la vida, o donde la fauna y flora preexistente han sido completamente destruidos recibe el nombre de Sucesion Primaria (4, 18).

Cuando un área natural se modifica hasta el grado de quedar destruida la comunidad que la puebla, retrocediendo el curso de la sucesión; las nuevas seres de comunidades que tratan de alcanzar nuevamente el climax constituyen una Sucesión Secundaria (4, 18). En el caso del presente estudio, entonces, estamos en presencia de una sucesión de este tipo.

Como había apuntado anteriormente, la sucesión puede ser modificada por circunstancias naturales, de carácter extraordinario; esta situación se origina cuando las principales especies de la comunidad han quedado destruidas por fuego, alguna enfermedad, una plaga (caso del gorgojo del pino), tornado, inundación o por cultivos o talas, practicadas por el hombre. Por este motivo la vegetación y el curso de la sucesión serán considerados alterados, en el presente estudio.

El papel principal de los animales en el medio ambiente de las plantas verdes, es de una fuerza destructiva; generalmente los animales devoran o maltratan las plantas, (pastoreo intensivo, por ejemplo). Sin embargo, las relaciones entre animales y plantas en un ecosistema son mucho más complejas.

Por otra parte, cuando las poblaciones animales son o llegan a ser demasiado numerosas para que la vegetación las sustente, ésta suele sufrir alteraciones destructivas a menudo seguida de destrucción por erosión en el sustrato.

El hombre es el único factor biológico capaz de hacer que el medio llene sus necesidades, o de estropearlo inconscientemente. Debido al aumento de la población y a las estructuras socio-económicas del país, esas áreas del altiplano occidental están siendo alterados en casi todos los medios.

Gústenos o no es imprescindible que el hombre aproveche casi toda la tierra arable del país para producir más alimento, si la población local, regional y nacional, además de las condiciones de subdesarrollo continúan en aumento.

La agricultura científica es esencialmente Ecología de Cultivos. Conociendo las necesidades ambientales de una planta de cultivo o de aprovechamiento forestal y ajustando ese medio ambiente para cumplir con tales requerimientos se obtendrá mayor productividad.

Desafortunadamente, con o sin intención, el

hombre ha ignorado muchos principios ecológicos y evolutivos. La inútil (o desesperada) destrucción de la vegetación, la erosión y el mal uso de la tierra, son inexcusables al hombre por sí mismo, pero son imperdonables para una sociedad consumista que no prevee que nuestro propio descuido ecológico nos lleva irremediabilmente a la destrucción de nuestros bosques principalmente en el altiplano occidental del país.

Sea o no deseable mantener las condiciones de equilibrio en los ecosistemas terrestres (y hay razones prácticas por las cuales en algunos lugares no debe hacerse), debemos entender que un ecosistema es algo muy delicado que está bajo el control de ciertos factores limitantes, y que procede en una dirección previsible, debido a esos mismos factores, o a la introducción de un factor exótico que puede destruir el equilibrio ecológico del sistema.

Puede establecerse toda una serie de transformaciones imprevisibles, cuyas consecuencias nadie podrá pronosticar. Cualquier alteración en el ecosistema, sea natural o hecha por el hombre, debe verse con precaución. (2).

Debo hacer notar que estudios sobre Sucesión Ecológica en Guatemala no se han efectuado, al menos, no estudios que tengan como marco central la determinación del proceso para un área específica del país.

III.5. EL GORGOJO DE LA CORTEZA DE LOS PINOS:

El gorgojo de la corteza, Dentroctonus sp. perte

nece al orden Coleóptero, familia Scolytidae. Es el insecto de mayor importancia económica en los bosques de coníferas, y se extiende desde los Estados Unidos de América hasta Honduras y Nicaragua, en donde normalmente se encuentra en condiciones endémicas junto a otras especies de la misma familia (12).

El gorgojo comienza a llamar la atención en Guatemala, allá por el año de 1936, a través de estudios efectuados por Juan Antonio Alvarado. E. W. Clark (1973) registra que en el altiplano occidental, con una cubierta forestal actual de 3500 km^2 , más o menos el 30%, o sea 1050 km^2 , manifiestan un ataque de magnitud epifítica. Asimismo reporta como áreas bajo ataque los departamentos de Chimaltenango, Guatemala, Huehuetenango, Quetzaltenango, Sacatapéquez, San Marcos y Sololá. Infestaciones más intensas se han reportado en la sierra de los cuchumatanes, en las alturas de Totonicapán y en el sudoeste del Municipio de Tecpán Guatemala (13).

M.W. Dix (1977) trabajando en Totonicapán con fotografía aérea determinó que hasta enero de 1977, aproximadamente un 5% (9.9 km^2) de los bosques de ese departamento habían sido destruidos por el gorgojo (20).

A principios del segundo semestre de 1979, A. Pitóni, consultor de FAO en Guatemala, trabajó en base a datos de INAFOR, sobre áreas afectadas estimadas, determinando: En Quetzaltenango, de 96000 Ha. afectadas, un incremento del 100% en el ataque; en Huehuetenango de un total de 33648 Ha. afectadas, un incremento del 10%; en el Quiché, con un área afectada de

14652 Ha., no reportó incremento; en Totonicapán con un área afectada de 21906 Ha., no reportó incremento en el ataque (19).

III.5.1. CICLO BIOLOGICO:

Los gorgojos adultos son color café claro a casi negro, siendo su tamaño de 3 a 4 mm. y su forma cilíndrica. El extremo posterior del insecto es redondeado y su cabeza prominente cubierta por el pro torax, superficie granulada o estriada (6).

Aunque generalmente el ataque es dirigido a árboles debilitados o dañados, estos insectos se reproducen rápidamente y constituyen poblaciones muy altas capaces de atacar con éxito árboles sanos.

La muerte de árboles infestados es ocasionada por la interferencia en la circulación de nutrientes causada por la construcción de galerías bajo corteza. Al mismo tiempo el insecto transporta el hongo Ceratocystis minor (mancha azul), que contribuye al aniquilamiento del hospedero y es muy característico del ataque del gorgojo (10).

Los insectos adultos barrenan directamente a través de la corteza, copulan, y luego la hembra inicia la construcción de galerías en forma de serpentina en la parte interna de la corteza. Los huevecillos son depositados sobre ambos lados de las galerías principales y eclosionan en un período de 4 a 9 días. Cuando la larva aproxima su madurez, construye una celda en la parte media de la corteza, en la cual empupa. Todos los adultos en una generación emergen en un período de 10 a 32 días. Pueden

ocurrir hasta 7 o más generaciones por año, dependiendo de la localidad y los factores ambientales, en 1964 se produjeron, bajo condiciones de baja sequía en Honduras, 15 generaciones en 18 meses (13)

Las temperaturas altas y baja humedad relativa favorecen el desarrollo de la Plaga, siendo la temperatura óptima de 20 a 22°C y 50 a 60% de humedad relativa (12).

Los nuevos adultos dependiendo de la atracción en el medio, pueden atacar árboles adyacentes o volar a rodales vecinos y constituir nuevos brotes.

III.5.2. IDENTIFICACION DEL ATAQUE:

El reconocimiento del ataque del Dendroctonus se hace mediante detección aérea que luego se complementa con inspección terrestre. Los brotes pueden ser pequeños o de muchas hectáreas.

Las hojas de los pinos infestados se tornan amarillentas en 2 o 3 semanas y rojizo-café en 4 a 6 semanas; durante el invierno es más tardado, debido al alto contenido de humedad y la temperatura más baja.

Al realizar la inspección terrestre se pueden notar las características siguientes: a) Tubos resiníferos sobre el fuste como una respuesta del árbol al ataque de la plaga; b) Aserrín rojizo sobre las plantas alrededor del árbol afectado, producido por los insectos al penetrar la corteza; c) Las galerías distintivas en forma de serpentina bajo la corteza; d) Los agujeros hechos por los gorgojos adultos al

abandonar el hospedero; e) Los gorgojos adultos, larvas y pupas que se desarrollan dentro de la corteza; f) La mancha azul producida por el hongo Ceratocystis minor que es transportado por el gorgojo; y g) Desprendimiento de la corteza, lo cual ocurre generalmente 3 o 4 semanas después de ser atacado el árbol (16).

III.6. EL PASTOREO OVINO EN EL ALTIPLANO:

Los Departamentos de Totonicapán y Sololá, que poseen un área similar y que equivale a 106,100 Ha. cada uno, poseen únicamente un 18.8% y 37.6% respectivamente, de sus terrenos bajo condición de finca o explotación agropecuaria, multifamiliar en su mayoría (,). La mayoría de su área es de vocación forestal y se encuentran actualmente con cubierta boscosa en una parte (40% aproximadamente) y desprovisto la otra. Estas áreas desprovistas de bosque, forman inmensas zonas de uso agrícola, aunque marginal y llanuras de propiedad comunal (un 8% del área total) que son utilizadas para el pastoreo de ganado lanar. Se tiene reportado un total de 7778 fincas, con un total de 49094 cabezas de ganado lanar, de los cuales 9133 son menores de un año y 39961 mayores de un año (8).

Esto nos indica que cada finca (vale decir: familia) posee un promedio de 7 cabezas ovinas y qué del área disponible para pastoreo hay una proporción de 0.34 Ha. por cabeza durante todo el año, ya que no se sigue un patrón de pastoreo ni un período para ello, de tiempo. Esto provoca un pastoreo intensivo, que viene a dañar la constitución física del suelo y que mantiene el proceso de Sucesión Ecológica en etapas Pioneras.

VI. MATERIALES Y METODOS:

IV.1. CARACTERISTICAS DE LA REGION DE ESTUDIO:

IV.1.1. LOCALIZACION:

El área de estudio se encuentra localizada en un área casi triangular cuyos vértices geográficos son los siguientes:

Municipio de Nahualá, 15° 5' 30" Lat. y 91° 19' 05" Long. (en Depto. de Sololá); Municipio de Totonicapán, 14° 55' 00" Lat. y 91° 26' 35" Long. (en Depto. de Totonicapán); Municipio de Salcajá, 14° 52' 45" Lat. y 91° 27' 30" Long. (en Depto. de Quetzaltenango) (9).

Tiene como área de estudio central, los kilómetros 166 a 172 de la carretera Interamericana (CA-1) y los parajes Quiaquix y Vásquez del Municipio de Totonicapán. (Ver Figura No. 1)

IV.1.2. CLIMA:

El área de estudio se encuentra bajo condiciones de las siguientes zonas de vida: Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical y, bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (5).

IV.1.2.1. BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO SUBTROPICAL:

Esta zona se caracteriza por biotemperaturas que van desde 15°C. a 23°C. El patrón de lluvias varía desde 1057 mm. hasta 1588 mm., promediando 1344., por año; distribuidos entre 90 y 120 días de lluvia. La humedad relativa promedio anual es de 80%. Con una evapotranspiración potencial promedio de 0.75. La eleva-

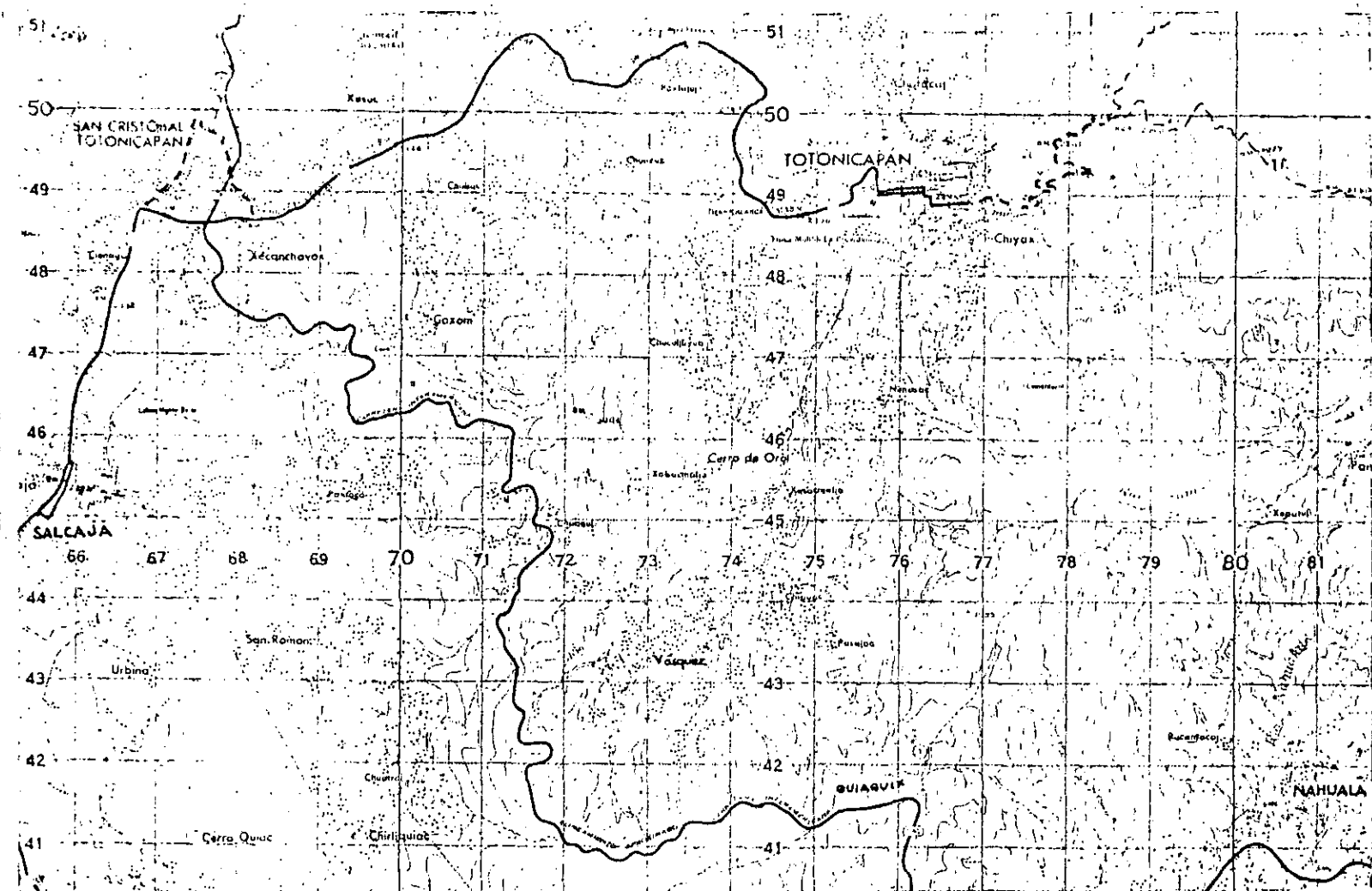


FIGURA #1. MAPA QUE MUESTRA LA UBICACION DEL AREA GENERAL DE ESTUDIO. Tomando como área central la extensión entre las líneas 70 a 78 verticales y 40 a 46 horizontales.

...ción varía desde 1500 hasta 2800 Mt. s.n.m.
(5).

IV.1.2.2. BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO SUBTROPICAL:

Zonas con una biotemperatura media anual de 11°C. y hasta 18°C como temperatura máxima. Precipitación anual de 2500 mm.; humedad relativa arriba del 80% y una evapotranspiración potencial estimada en 0.30. La elevación varía desde 2800 hasta 3100 Mt. s.n.m. (5).

V.1.3. CARACTERISTICAS FISICAS:

Las características fisiográficas de la región, son las atinentes a los grupos de suelos: Montañas y Altiplanicie Central; fundamentalmente de las series Camanchá, Camanchá en fase erosionada y Totonicapán (21).

Todo el área estuvo cubierta originalmente de bosque. Especies decíduas en las áreas más bajas, pero a alturas mayores las especies comunes con Coníferas (pino, ciprés) y encinos. No está extensamente cultivado, aunque muchas áreas se utilizan para la producción de maíz y trigo.

Las áreas más intensamente cultivadas se encuentran en las inmediaciones de Totonicapán y en el área entre Nahualá y Sololá.

En general, estas áreas a mucha altitud son limitativas para un cultivo provechoso y son más bien de vocación forestal, además gran parte de esos suelos son de áreas muy inclinadas.

IV.1.3.1. SUELOS CAMANCHA Y CAMANCHA FASE EROSIONADA:

Ambos son de origen volcánico y de un color claro, de relieve ondulado y con declive dominante de un 10%; drenaje interno bueno o moderado; texturas francas friables, con espesor de suelo de 50 cm. con fertilidad natural alta y regular peligro de erosión. El problema principal de manejo es la gran altitud (21).

IV.1.3.2. SUELOS TOTONICAPAN:

El material madre es ceniza a roca volcánica, de color claro; con relieve suavemente ondulado a escarpado; declive dominante entre 5 y 25%, con drenaje interno bueno en el suelo. Texturas francas friables y turbosas, con un espesor de suelo entre 30 y 70 cm.; la fertilidad natural regular y alto peligro de erosión. El problema principal de manejo es la gran altitud y el control de la erosión (21).

IV.2. TOMA Y ANALISIS DE DATOS:

IV.2.1. METODOLOGIA DEL ESTUDIO:

El trabajo de investigación siguió la metodología de estudio de la Sucesión Ecológica por el sistema de Comparaciones Lado por Lado (Side-By-Side Comparisons) (17).

Este estudio se basó en analizar comunidades contemporáneas que están ocurriendo en diferentes sitios con disturbación ocurrida en diferente tiempo, pero dentro del área general de estudio.

La mayoría de las conclusiones que se han

observado y obtenido a la fecha en otros países están basados en este método y la razón más grande para ello es que pocos investigadores tienen la oportunidad de seguir los cambios que ocurren en un mismo hábitat por largos períodos de tiempo (17).

IV.2.2. DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO:

El área de estudio se ubicó, tomando en cuenta los siguientes aspectos: Que pudiese encontrarse diferentes comunidades vegetales en diferentes estados de desarrollo en el proceso de sucesión ecológica, progresiva o regresiva; provocados por la presencia del gorgojo del pino, algunas; o por la actividad del hombre (cultivos, pastoreo), otras. Así como áreas de desarrollo normal.

Estas condiciones fueron encontradas en lo que se denomina una "Región Mosaico" ecológicamente hablando. Específicamente consideramos como tal, al área triangular, cuyos vértices geográficos son los Municipios de Nahuatlá, Totonicapán y Salcajá, del altiplano occidental del país. Que se constató, reúne esas condiciones, de acuerdo a determinación efectuada en el área por el asesor del presente estudio Ing. Agr. César Castañeda y el ponente.

IV.2.3. DETERMINACION DE LAS COMUNIDADES VEGETALES QUE INTERVIENEN EN LAS DIFERENTES ETAPAS SERALES DENTRO DEL AREA MOSAICO:

IV.2.3.1. COMPOSICION VEGETAL:

Esta determinación implicó la determina

..ción de la composición vegetal del área de estudio, mediante un muestreo de las comunidades presentes en el área general de estudio, sin importar su ubicación, número o frecuencia. No se trabajaron comunidades presentes en condición de sotobosque, en los estratos arbóreos, porque se consideró su inclusión en otro trabajo investigativo posterior, y también debido a su escasa influencia en el proceso de sucesión.

Las muestras tomadas se sacaron en prensas de madera, de acuerdo a los lineamientos que fija el Herbario de la Facultad de Agronomía. Luego se determinaron taxonómicamente, utilizando el Herbario de la Subárea de Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía, el Jardín Botánico de USAC, el Herbario de Pinos del Dr. Mitak (asesor de FAO en Guatemala); se siguió el sistema de la Flora de Guatemala, de Standley (22) y el estudio sobre los Pinos mexicanos del Ing. Maximino Martínez (15).

IV.2.3.3. CUANTIFICACION DE LA COMPOSICION VEGETAL:

Esta cuantificación se obtuvo a nivel de dominancia vegetal a significancia ecológica, en términos de valor de importancia de las especies, en niveles relativos.

Se efectuaron muestreos de cada una de las comunidades serales, previamente identificadas en el área mosaico. Para ello se establecieron aleatoriamente 10 puntos de muestreo, en los cuales se utilizó el método de Parcela de Estudio, con las siguientes dimensiones:

- Estrato herbáceo: 1 mt²
- Estrato arbustivo: 4 mt²
- Estrato arboreo: 100 mt²

En cada parcela se tomaron datos de DAP (diámetro a la altura de 1.30 Mt. del suelo), altura de los individuos y edades, para árboles; y % de cobertura, altura y sociabilidad, para arbustos y herbáceas (boletas de campo en los Apéndices II y III).

Con esos datos se calcularon los siguientes parámetros: densidad, cobertura y frecuencia; se utilizaron para ello las siguientes fórmulas:

$$- D.A. = \frac{\text{No. de individuos de la especie}}{\text{Area total de muestreo}}$$

Se tuvo como área total de muestreo: 1000 mt² luego el dato se llevó a densidad por Ha.

$$D.R. = \frac{\text{No. de individuos de la especie}}{\text{No. total de individuos del bosque.}} \times 100$$

- Frecuencia Absoluta y Relativa: Indican la distribución de la especie dentro del área muestreada. Se obtuvo para todas las especies en todos los estratos.

$$F.A. = \frac{\text{No. de parcelas ocupadas por la especie.}}{\text{No. total de parcelas}}$$

$$F.R. = \frac{F.A. \text{ de la especie}}{\sum \text{de las F.A. de todas las especies.}} \times 100$$

- Cobertura Absoluta y Relativa: Indican el área cubierta por la especie dentro del área total de muestreo. El dato absoluto se llevó a cobertura por Ha.

Para especies arbóreas:

$$C.A. = \frac{\sum \text{del Area Basal de la especie}}{\text{Area total de muestreo}}$$

$$C.R. = \frac{C.A. \text{ de la especie}}{\sum \text{de las C.A. de todas las especies.}} \times 100$$

Para especies arbustivas y herbáceas:

$$C.A. = \frac{\sum \text{del \% de cobertura de la sp. en cada parcela}}{\text{No. de parcelas muestreadas}}$$

$$C.R. = \frac{C.A. \text{ de la especie}}{\sum \text{de las C.A. de todas las especies.}} \times 100$$

Con estos tres valores o parámetros, en niveles relativos, se obtuvo el VALOR DE IMPORTANCIA = V.I. para cada especie. Este valor nos indica la significancia de las especies, y se define como la suma de los valores relativos de densidad, frecuencia y cobertura, para especies arbóreas; y la suma de los valores relativos de frecuencia y cobertura para especies herbáceas y arbustivas. Para especies arbóreas el valor máximo es de 300 y para arbustivas y herbáceas es de 200.

IV.2.4. DETERMINACION DEL TIEMPO DE DURACION APROXIMADO ENTRE ETAPAS SERALES:

Se utilizó en colaboración de INAFOR y el IGN mapeo fotográfico aéreo tomadas en diferentes tiempos. Se analizó e interpretó para determinar la secuencia del cambio, así como la duración aproximada de las diferentes etapas. Esto proporcionó información principalmente para los estratos arbustivos y arbóreos del proceso.

Adicionalmente se midió, la edad de los individuos en cada comunidad, en los estratos arbóreos, por el método del Barreno de Incremento de Edades.

La información anterior se combinó con la obtenida en una encuesta general que se realizó entre los moradores del área de estudio y que se adjunta en el apéndice I, esta dió información principalmente para el estrato herbáceo.

IV.2.5. DETERMINACION DEL MODELO DE SUCESION ECOLOGICA DEL AREA:

Se elaboró un esquema del mosaico ecológico que muestra las diferentes fases del proceso, utilizando fotografía terrestres de toda el área en sus diferentes etapas e información obtenida mediante el uso de fotografía aérea.

Se determinó luego, el modelo lineal de la sucesión ecológica desde sus etapas iniciales (comunidades pioneras) hasta las etapas de es-

tabilidad o climax. Esta determinación abarcó, en lo posible, la secuencia de los cambios así como las especies dominantes en cada etapa serial y el tiempo que abarca cada una de ellas.

En esta fase del estudio se utilizó toda la información obtenida de la metodología anteriormente descrita.

IV.2.6. RELACION HISTORICA SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO SUELO-BOSQUE Y SU INCIDENCIA EN EL PROCESO DE SUCESION ECOLOGICA:

Se obtuvo la información necesaria a través de dos fuentes: Una de ellas fue una encuesta que se realizó entre los moradores del área, que permitió obtener información sobre el aprovechamiento actual de los recursos suelo y bosque. La otra fuente fue, interpretación fotoaérea, de los siguientes años: 1954 y 1972; esto dio información sobre el aprovechamiento de las áreas de estudio en relación al tiempo, estableciéndose una secuencia de ese aprovechamiento en las diferentes áreas del mosaico ecológico, determinados por la reducción de la cubierta boscosa y la rotación de espacios sometidos a explotación agrícola, así como al uso intensivo de áreas para pastoreo ovino.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

V.1. COMPOSICION VEGETAL DEL AREA DE ESTUDIO:

Del muestreo y determinación de las especies presentes en el área general de estudio, se establecieron un total de 14 Familias, lo que abarca la presencia de 39 especies diferentes (Ver cuadro 1).

La Familia Compositae es la que presentó una mayor diversidad, con 10 especies diferentes de condición tanto herbácea como arbustiva, mientras que la Familia Pinaceae, presentó 5 especies diferentes en la condición arborea. En términos relativos, la Familia Compositae presenta una diversidad de 25.54% y la Familia Pinaceae con 15.38% (Ver gráfica No. 1).

En el estrato o condición vegetal Herbáceo, están presentes un total de 8 Familias, que muestran una composición de 17 especies diferentes (Ver cuadro 2). Mostrándose las Familias Compositae, Labiatae y Graminae como las que presentan la mayor diversidad en cuanto al número de especies. La Familia Compositae, la más abundante, con 5 especies para un valor relativo de 20.41%, la Familia Labiatae y Graminae con 3 especies cada una, para un valor de 17.65%; tal y como se muestra en la gráfica No. 2.

En la condición Arbustiva, se presentaron únicamente 4 Familias, con un total de 11 especies diferentes (Ver Cuadro 3), posee 5 especies para un total relativo de 45.45%, y las Familias Solanaceae con 4 especies (36.36%) y Ericaceae y Rosaceae con una especie cada una, para un valor relativo de 9.09%; según puede observarse en la Gráfica No. 3.

CUADRO 1

COMPOSICION VEGETAL DEL AREA DE ESTUDIO. POR FAMILIA

1. <u>FAMILIA GRAMINAE:</u>	<u>Festuca dertonensis</u> All. (Stand.) <u>Muhlenbergia nigra</u> Hitch. <u>Stipa ichu</u>
2. <u>FAMILIA COMPOSITAE:</u>	<u>Baccharis vaccinioides</u> <u>Stevia</u> sp <u>Vernonia</u> sp. <u>Gnaphallium attenuatum</u> <u>Perimenion</u> sp. <u>Eupatorium</u> sp. <u>Bidens pilosa</u> <u>Bidens</u> sp. <u>Cosmos diversifolius</u> <u>Circium subcoriaceum</u>
3. <u>UMBELLIFERAE:</u>	<u>Eryngium cymosum</u> (Delar) <u>Eryngium carlinae</u> (Delwar)
4. <u>FAMILIA LABIATAE:</u>	<u>Salvia lavanduloides</u> HBK <u>Salvia areolata</u> Epling (Bull). <u>Salvia Holwayi</u> var. <u>puberulenta</u> L. (Wms).

CONT. CUADRO 1

5. <u>FAMILIA ERICACEAE:</u>	<u>Spyrospermum</u> <u>sp.</u> <u>Pernettya</u> <u>saxicola</u> <u>Arbutus</u> <u>xalapensis</u>
6. <u>FAMILIA SOLANACEAE:</u>	<u>Solanum</u> <u>sp.</u> <u>Solanum</u> <u>aligerum</u> <u>Schlecht.</u> (L) <u>Solanum</u> <u>aff fontium</u> (Stand.) <u>Cestrum</u> <u>formosum</u> Morton <u>Solanum</u> <u>hartwegii</u>
7. <u>FAMILIA CARYOPHYLLACEAE:</u>	<u>Arenaria</u> <u>sp.</u>
8. <u>FAMILIA PAPAVERACEAE:</u>	<u>Bocconia</u> <u>vulcanicola</u> Morton
9. <u>FAMILIA ROSACEAE:</u>	<u>Acaena</u> <u>elongata</u> L.
10. <u>FAMILIA HIDROFILACEAE:</u>	<u>Wigandia</u> <u>urens</u> var. <u>Caracasana</u>

CONT. CUADRO 1

11. <u>FAMILIA PINACEAE:</u>	<u>Pinus ayacahuite</u> <u>Pinus strobus chiapensis</u> <u>Pinus sp.</u> (aff. <u>Tecunumani</u> Schwerd. <u>Abies guatemalensis</u> Rehder. <u>Pinus rudis</u> <u>Pinus pseudostrobus</u>
12. <u>FAMILIA CUPRESSA-CEAE:</u>	<u>Cupressus lucitánica</u> L.
13. <u>FAMILIA BETULA-CEAE:</u>	<u>Alnus lorullensis</u> HBK
14. <u>FAMILIA FAGACEAE:</u>	<u>Quercus acatenángensis</u> tre- lease

CUADRO 2

ESPECIES POR FAMILIA. PRESENTES EN EL ESTRATO HERBACEO

NOMBRE TECNICO	FAMILIA
1. <u>Festuca dertonensis</u> 2. <u>Muhlenbergia nigra</u> 3. <u>Stipa ichu</u>	GRAMINAE
4. <u>Arenaria sp.</u>	CARYOPHYLLACEAE
5. <u>Bidens sp.</u> 6. <u>Gnaphallium sp.</u> 7. <u>Bidens pilosa</u> 8. <u>Cosmos diversifolios</u> 9. <u>Circium subcoriaceum</u>	COMPOSITAE
10. <u>Eryngium carlinae</u> 11. <u>Eryngium cymosum</u>	UMBELLIFERAE
12. <u>Solanum hartwegii</u>	SOLANACEAE
13. <u>Salvia lavandeloides</u> 14. <u>Salvia holwayi</u> var. <u>puberulenta.</u> 15. <u>Salvia areolata</u>	LABIATAE
16. <u>Spyrospermum sp.</u>	ERICACEAE
17. <u>Wigandia urens</u> var. <u>caracassana.</u>	HIDROPHYLLACEAE

CUADRO 3

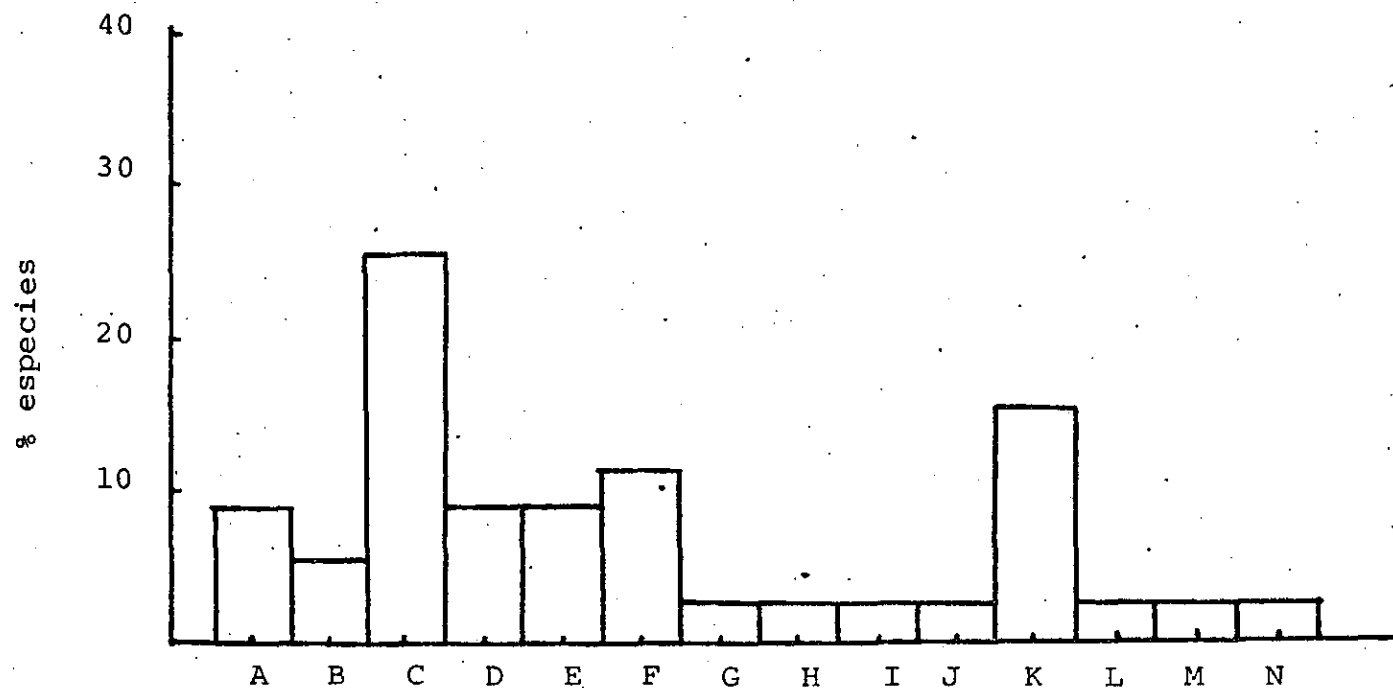
ESPECIES POR FAMILIA. PRESENTES EN EL ESTRATO ARBUSTIVO

NOMBRE TECNICO	FAMILIA
1. <u>Stevia</u> <u>sp.</u> 2. <u>Eupatorium</u> <u>sp.</u> 3. <u>Baccharis</u> <u>vaccinioides</u> 4. <u>Perimenion</u> <u>sp.</u> 5. <u>Vernonia</u> <u>sp.</u>	COMPOSITAE
6. <u>Pernettya</u> <u>saxicola</u>	ERICACEAE
7. <u>Solanum</u> <u>aligerum</u> 8. <u>Solanum</u> <u>aff fontium</u> 9. <u>Solanum</u> <u>sp.</u> 10. <u>Cestrum</u> <u>formosum</u>	SOLANACEAE
11. <u>Acaena</u> <u>elongata</u>	ROSACEAE

CUADRO 4

ESPECIES POR FAMILIA. PRESENTES EN EL ESTRATO ARBOREO

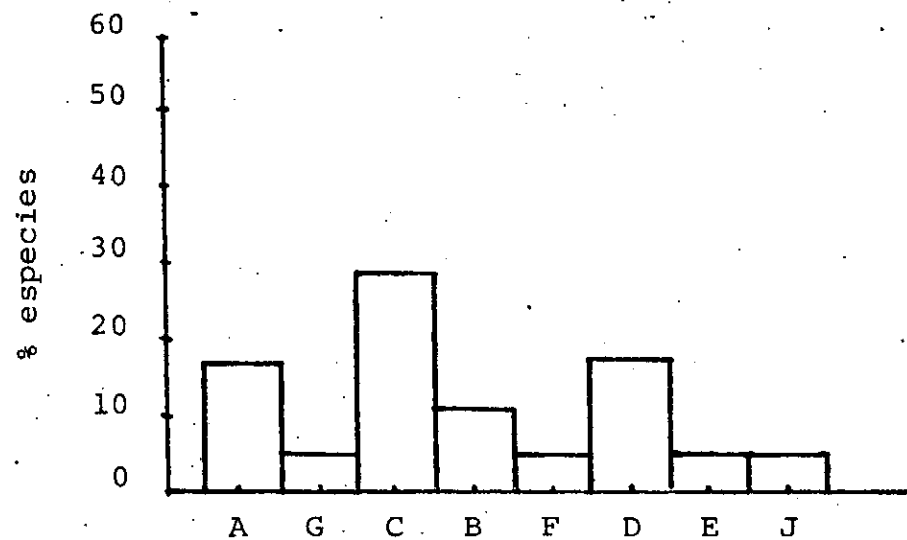
NOMBRE TECNICO	FAMILIA
1. <u>Bocconia vulcanícola</u>	PAPAVERACEAE
2. <u>Arbutus xalapensis</u>	ERICACEAE
3. <u>Cupressus lucitánica</u>	CUPRESSACEAE
4. <u>Pinus ayacahuite</u> 5. <u>Pinus strobilchiapensis</u> 6. <u>Pinus sp.</u> (aff. <u>tecunumani</u>) 7. <u>Pinus rudis</u> 8. <u>Pinus pseudostrobus</u> 9. <u>Abies guatemalensis</u>	PINACEAE
10. <u>Alnus jorullensis</u>	BETULACEAE
11. <u>Quercus acatenangensis</u>	FAGACEAE



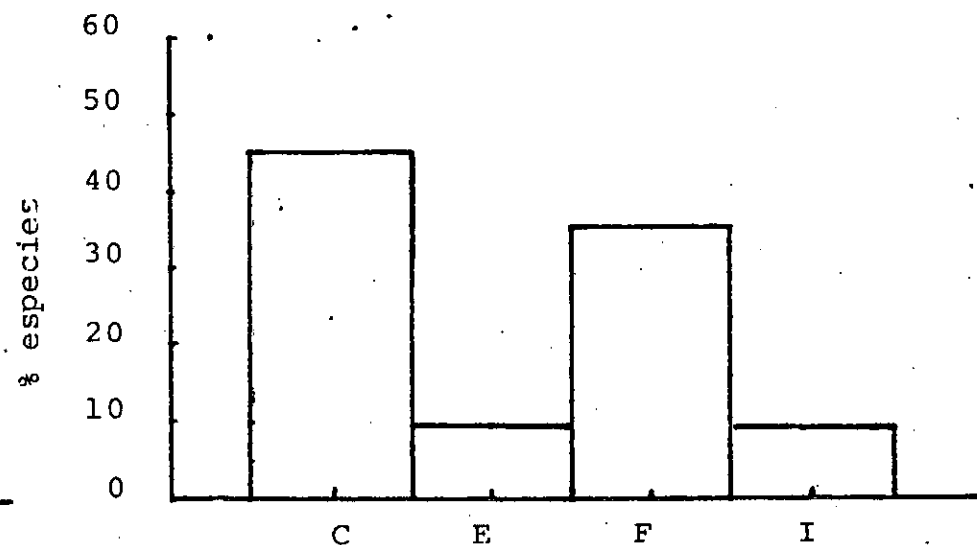
REFERENCIAS PARA
GRAFICAS Nos. 1,
2, 3 y 4:

- A= Fam. Graminae
- B= Fam. Umbelliferae
- C= Fam. Compositae
- D= Fam. Labiatae
- E= Fam. Ericaceae
- F= Fam. Solanaceae
- G= Fam. Caryophylla-
ceae.
- H= Fam. Papaveraceae
- I= Fam. Rosaceae.
- J= Fam. Hidrofilaceae
- K= Fam. Pinaceae
- L= Fam. Cupressaceae
- M= Fam. Betulaceae
- N= Fam. Fagaceae

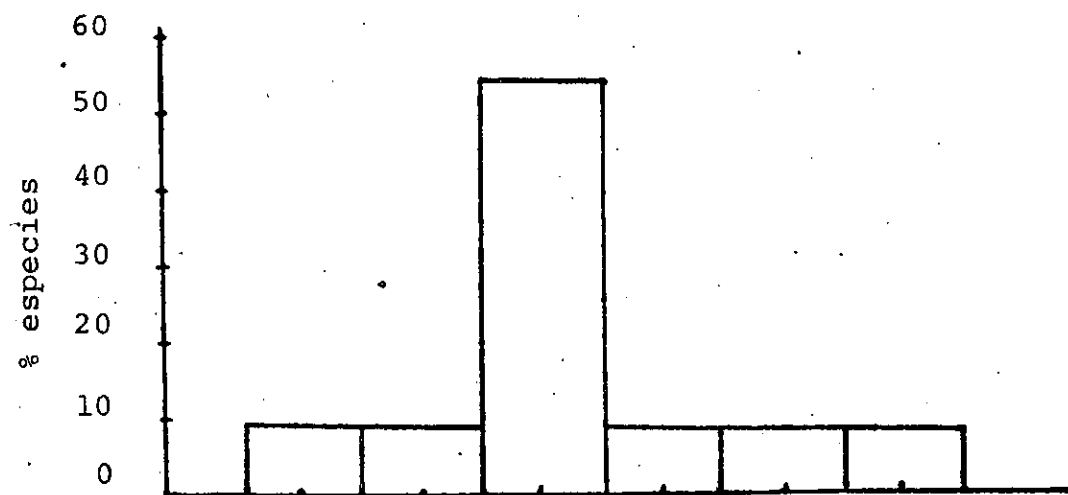
GRAFICA # 1. Diversidad de especies por Familias en el área de estudio.



GRAFICA # 2. Diversidad de especies por familia. Estrato Herbáceo



GRAFICA # 3. Diversidad de especies por Familia. Estrato Arbustivo.



GRAFICA # 4. Diversidad de especies por Familia. Estrato Arbóreo.

Del estrato Arbóreo, en el que se presentan 6 Familias Botánicas, con un total de 11 especies (ver Cuadro No. 4), la Familia con mayor diversidad fue la Familia Pinaceae, con 6 especies diferentes para un total de 54.55% ya que las demás Familias presentes, sólo mostraron una especie cada una, para un valor relativo de 9.09%; esto puede observarse en la Gráfica No. 4.

V.2. CUANTIFICACION DE LA COMPOSICION VEGETAL

Los valores de densidad, cobertura y frecuencia, fueron obtenidos únicamente para las especies presentes en cada una de las etapas serales previamente determinadas, es decir, que en cada condición vegetal: herbácea, arbusitiva y arbórea; se ubicaron diferentes comunidades vegetales, que constituyen una etapa del Proceso de Sucesión Ecológica del área. En cada una de esas etapas se determinaron los parámetros indicados sólo para las especies que se localizaron dentro de cada parcela muestreada.

Fueron determinadas 8 etapas serales e identificadas para efectos de estudio, de acuerdo al nombre Genérico de la especie más significativa de la comunidad.

V.2.1. CONDICION HERBACEA:

V.2.1.1. ETAPA DE FESTUCA:

En esta etapa se encontraron 8 especies diferentes formando la comunidad. Es la etapa Pionera o Inicial del proceso de Sucesión. La especie Festuca dertonensis, una gramínea, es la que se encontró ser dominante

en la comunidad, habiendo computado un valor de importancia de 99.88%.

De las otras especies presentes, Spyropermum sp. una ericacea, le sigue un valor de importancia con 39.75% y luego Eryngium carlinae, una umbelifera, con 24.77%. El detalle puede observarse en el cuadro 5.

V.2.1.2. ETAPA DE SOLANUM:

En esta etapa la comunidad está formada por 7 especies, siendo la especie Solanum hartwegii, una solanacea, la que presenta mayor significancia, habiendo 78.21%, formando una asociación con Circium subcoriaceum, una compuesta, que presenta un V.I. de 61.15%.

Las otras especies presentes tienen una poca significancia en la comunidad, lo que se puede observar al analizar los valores que presentan en el Cuadro 6.

V.2.1.3. ETAPA DE STIPA:

Esta etapa es la última que se presenta en condición herbácea y es la más abundante en el área general de estudio. La constituye una comunidad vegetal con 4 especies, siendo la que presenta el mayor V.I., la especie Stipa ichu, una gramínea denominada Pajón, con un valor de 138.18%. Las otras especies en esta etapa resultan ser insignificantes, respecto a la dominancia mostrada por Stipa, como puede apreciarse en el Cuadro 7.

V.2.2. CONDICION ARBUSTIVA:

V.2.2.1. ETAPA DE BACCHARIS:

Esta etapa resulta ser la única en condición arbustiva que se presenta en el área. Constituida por una comunidad en la que hay 7 especies diferentes, de las cuales una compuesta: Baccharis vaccinioides es la especie significativa en relación a los valores de importancia de las otras, computando un V.I. de 108.54%% (Ver cuadro 8).

V.2.3. CONDICION ARBOREA:

V.2.3.1. ETAPA DE ALNUS JOVEN:

Esta etapa es la que inicia el estrato arboreo. Se tomó en cuenta para aquellas comunidades en las que Alnus jorullensis una betulacea, es la especie significativa, en áreas en las cuales el DAP promedio es de 0.18 mt. y una edad no mayor de 22 años. La otra especie que se presenta en la comunidad es Bocconia vulcanicola, una papaveracea, con un V.I. poco significativo, (Ver cuadro 9).

V.2.3.2. ETAPA DE ALNUS MADURO:

En esta etapa, Alnus jorullensis sigue teniendo un valor de importancia alto (263.60%), en comparación con la otra especie de la comunidad, Bocconia vulcanicola. Se determinó para áreas en las cuales el DAP promedio es de 0.28 mt. y una edad que sobrepasa los 25 años; (Ver Cuadro 10).

V.2.3.3. ETAPA DE PINUS:

En esta etapa, se encontró una comunidad dominada por la Familia Pinaceae ya que existen 5 especies diferentes del género Pinus presentes en el área.

La especie significativa resultó ser Pinus rudis con un V.I. de 194.63% en relación a las otras especies, incluyendo una cupresacea del género Cupressus. (Ver cuadro 11)

V.2.3.4. ETAPA DE CUPRESSUS:

En esta etapa, considerada la comunidad Climax del Proceso de Sucesión; solo existen 3 especies diferentes, siendo la de valor significativo alto, Cupressus lucitánica con 227.32% (Ver Cuadro 12).

V.3. CARACTERIZACION DEL MODELO DE SUCESSION ECOLOGICA Y TIEMPO DE DURACION APROXIMADO ENTRE ETAPAS SERALES

En esta sección se presenta el modelo de la sucesión que se estima ocurre en el área bajo estudio. En esa área el proceso de sucesión presenta una continuidad de comunidades serales, de las cuales las más representativas son las siguientes: Etapa de Festuca, etapa de Stipa, etapa de Baccharis, etapa de Alnus joven, etapa de Alnus maduro, etapa de Pinus y etapa de Cupressus.

En la Figura # 2 se ilustra la secuenciación de las etapas del proceso, y a continuación se caracteriza cada una de dichas etapas. Y en la Figura # 3 muestra la situación actual del Mosaico ecológico

CUADRO 5

ANALISIS DE LA COMPOSICION "ETAPA DE FESTUCA"

ESPECIE	C %	FA	CR %	FR %	VI
<u>Festuca bertonensis</u>	73.80	1.0	74.88	25.00	99.88
<u>Spyrospermum sp.</u>	17.00	0.9	17.25	22.50	39.75
<u>Eryngium carlinae</u>	4.70	0.8	4.77	20.00	24.77
Musgo	2.70	0.6	2.74	15.00	17.74
<u>Arenaria sp.</u>	0.10	0.3	0.10	7.50	7.60
<u>Gnaphallium sp.</u>	0.05	0.1	0.051	2.50	2.55
Eryngium cymosum	0.05	0.1	0.051	2.50	2.55
<u>Stipa ichu</u>	0.15	0.2	0.152	5.00	5.15

CUADRO 6

ANALISIS DE LA COMPOSICION. "ETAPA DE SOLANUM"

ESPECIE	C %	F A	CR %	FR %	VI
<u>Solanum hartwegii</u>	35.00	0.9	50.94	27.27	78.21
<u>Circium subcoriaceum</u>	21.20	1.0	38.85	30.30	61.15
<u>Gnaphallium sp.</u>	4.70	0.4	5.84	12.12	18.96
<u>Salvia lavanduloides</u>	4.70	0.3	6.84	9.10	15.94
<u>Bidens pilosa</u>	1.10	0.3	1.60	9.10	10.70
<u>Cosmos diversifolios</u>	1.60	0.2	2.32	6.06	8.38
<u>Eryngium cymosum</u>	0.40	0.2	0.58	6.06	6.64

CUADRO 7

ANALISIS DE LA COMPOSICION "ETAPA DE STIPA"

ESPECIE	C %	FA	CR %	FR %	VI
<u>Stipa ichu</u>	70.90	1.0	88.18	50.00	138.18
<u>Mulhenbergia nigra</u>	7.80	0.5	9.70	25.00	34.70
<u>Circium subcoriacium</u>	0.90	0.3	1.12	15.00	11.12
<u>Salvia lavanduloides</u>	0.80	0.2	1.00	10.00	11.00

CUADRO 8

ANALISIS DE LA COMPOSICION. "ETAPA DE BACCHARIS"

ESPECIE	C %	FA	CR	FR %	VI
<u>Baccharis vaccinioides</u>	54.0	1.0	75.20	33.34	108.54
<u>Pernettya saxicola</u>	0.10	0.2	0.14	6.67	6.81
<u>Cestrum formosum</u>	0.25	0.1	0.34	3.34	3.68
<u>Salvia lavauduloides</u>	2.22	0.4	3.10	13.34	16.44
Helecho	0.03	0.6	0.04	20.00	20.04
<u>Gnaphallium sp.</u>	0.20	0.1	0.27	3.34	3.61
<u>Stipa ichu</u>	15.0	0.6	20.90	20.00	40.90

CUADRO 9

ANALISIS DE LA COMPOSICION. "ETAPA DE ALNUS JOVEN".

ESPECIE	^D #ind./Ha	FA	^{AB} m ² /Ha	DR %	FR %	ABR %	VI
<u>Alnus jorulen-</u> <u>sis.</u>	2930	1.0	56.9770	93.81	83.33	97.89	275.03
<u>Bocconia vul-</u> <u>canicola</u>	190	0.2	1.2300	6.19	16.67	2.11	24.97

CUADRO 10

ANALISIS DE LA COMPOSICION. "ETAPA DE ALNUS MADURO"

ESPECIE	D #ind./Ha	FA	$m^2 \frac{AB}{Ha}$	DR %	FR %	ABR %	VI
<u>Alnus jorullensis</u>	2150	1.0	109.1880	92.98	71.43	99.19	263.60
<u>Bocconia vulcanicola</u>	210	0.4	0.8920	7.02	28.57	0.81	36.40

CUADRO 11

ANALISIS DE LA COMPOSICION. "ETAPA DE PINUS"

ESPECIE	D #ind./Ha	FA	m ² ^{AB} /Ha	DR %	FR %	ABR %	VI
<u>Pinus rudis</u>	1290	1.0	28.1190	73.71	43.48	77.44	194.63
<u>Pinus sp.</u> (aff <u>técunumani</u>)	160	0.3	0.6940	9.14	13.04	1.91	24.04
<u>Pinus ayacahui-</u> <u>te.</u>	160	0.4	3.1480	8.57	17.39	8.67	43.45
<u>Pinus pseudos-</u> <u>trobis</u>	60	0.2	1.5230	3.43	8.70	4.19	16.32
<u>Pinus strobus-</u> <u>chiapensis</u>	10	0.1	0.4520	0.57	4.35	1.24	6.16
<u>Cupressus luci-</u> <u>tánica</u>	80	0.3	2.3730	4.57	13.04	6.54	24.15

CUADRO 12

ANALISIS DE LA COMPOSICION. "ETAPA DE CUPRESSUS"

ESPECIE	D #ind./Ha.	FA	$m^2 \frac{AB}{Ha}$	DR %	FR %	ABR %	VI
<u>Cupressus lucitánica.</u>	1010	1.0	178.6720	94.29	40.0	93.03	227.32
<u>Pinus ayacahuite</u>	50	0.5	13.3800	4.76	20.0	6.97	31.73
<u>Abies guatemalensis</u>	10	0.1	0.0030	0.95	4.0	-	4.95

.. la distribución en el área de las etapas serales.

V.3.1. ETAPA DE FESTUCA:

De acuerdo a la determinación efectuada en el área de estudio, esta etapa resulta ser la comunidad pionera o inicial del proceso.

Se establece, después de la incidencia de cualquiera de estos factores, comunes en la región: períodos de descanso en áreas sometidas al cultivo del trigo, áreas nuevas de cultivo luego de rozas o quemas de pajonales o arbustos; áreas nuevas de cultivo luego de la habilitación de áreas boscosas por tala rasa; áreas que pierden su vegetación arbórea por incendio; áreas en las cuales se han efectuado cortas de saneamiento luego de ataques severos de gorgojo del pino.

Grandes espacios del área general cubiertos por esta comunidad, calculándose en base a interpretación fotoaérea que abarca un 4 a 6% del área general de estudio.

La comunidad tiene un período de Ecésis de 3 meses a 2 años y completa un período de dominancia o significancia de 1.5 a 2 años, aunque sigue constituyéndose como "piso vegetal" luego de que otras etapas han "entrado" en el área. Las especies Festuca dertonensis y Spyrospermum sp. son las significantes en la comunidad.

V.3.2. ETAPA DE SOLANUM:

Esta comunidad es mucho más amplia en tiempo que la anterior. Se establece con mucha facilidad en espacios abiertos, en áreas de cultivo, y con mucha más dificultad en áreas en las cuales había un estrato arbóreo cercanamente anterior.

Dos especies son las significativas en esta comunidad: Solanum hartwegii y Cirsium subcoriaceum y ambas y ambas alternan su dominancia, dependiendo de la ubicación que presente el área: Si esta es plana o ligeramente plana, con total exposición al sol, la especie dominante resulta ser S. hartwegii sobre C. subcoriaceum pero si el área es muy inclinada y con orientación este-oeste, de tal manera que no recibe luz solar durante un buen período del día, entonces la especie dominante de la comunidad, resulta ser C. subcoriaceum sobre S. Hartwegii.

Esta etapa se establece unos 2 hasta 4 años luego de iniciado el proceso y tiene una duración aproximada de 1 a 2 años, hasta que se empieza a establecer otra comunidad seral.

V.3.3. ETAPA DE STIPA:

Esta comunidad aparece en el área a los 3 o 4 años de haberse iniciado el proceso, es decir, luego de haber pasado el área por las etapas de Festuca y Solanum.

La especie dominante resulta ser Stipa ichu conocida como pajón, una gramínea de creci-

miento vertical, que amacolla y es bastante coriacea.

Esta etapa es la última del estrato o condición herbácea y por lo tanto, muy importante desde el punto de vista del agricultor del área, quien toma en cuenta el aparecimi~~en~~to de esta planta, ya que a partir de esta comunidad, los terrenos dejan de ser "aptos" para la agricultura y para el pastoreo.

Otra especie importante de la comunidad y que eventualmente puede pasar a ser dominante, es la gramínea Muhlenbergia nigra, que se manifiesta como tal en pequeñas áreas, especialmente en alturas que son menores de 2800 m.s.n.m.

El tiempo de dominancia de Stipa ichu en esta comunidad seral es de 4 a 5 años; es decir, que las comunidades herbáceas declinan a los 9 o 10 años de iniciado el proceso.

V.3.4. ETAPA DE BACCHARIS:

En esta comunidad seral la especie dominante es Baccharis vaccinioides, conocida como arrayán, un arbusto que crece entre 0.5 2 2 mts de alto, con tallos delgados y una copa de crecimiento horizontal.

Asociado a esta especie de arrayán, se desarrollan esporádicamente algunas especies como Cestrum formosum y Pernettya saxicola pero

su valor de importancia es sumamente bajo.

La comunidad Baccharis aparece en el proceso de desarrollo o sucesión, a los 10 o 12 años después de haberse iniciado el proceso y se mantiene unos 8 a 12 años. Su importancia en el proceso sucesional estriba en que es la única etapa de condición arbustiva, por lo que constituye la etapa cercanamente anterior a la formación arbórea. Además, posee un tipo de crecimiento que la hace formar un buen dosel vegetal, bajo el cual se empieza a desarrollar un estrato arbóreo inicial, es decir, que los miembros de esta comunidad, crean condiciones apropiadas para que bajo su "sombra" puedan desarrollarse en condiciones naturales, plantitas producto de la germinación de semilla de especies arbóreas que por algún agente transportador llegaron a esos suelos; principalmente de las especies de los géneros Alnus, Quercus y ocasionalmente Pinus en alturas mayores. Esta situación coloca a la comunidad de Baccharis, en una posición importantísima para el desenvolvimiento natural del proceso de sucesión ecológica del área, en sus etapas arbóreas y también nos brinda una inmejorable opción para plantar arbolitos en áreas no boscosas (reforestación) bajo condiciones microambientales naturales, utilizando Baccharis vaccinioides como plantas "tutoras o de sombra", lo que permitiría asegurar un buen porcentaje de éxito en los planes de reforestación de esas áreas, en relación a las reforestaciones a campo abierto en donde las etapas serales pioneras (Festuca,

Solanun, Stipa) compiten con los arbolitos, y siendo estas mucho más rústicas y adaptadas a las condiciones de desarrollo a pleno sol, pronto dominan el área y prácticamente "ahogan" a los arbolitos plantados. Todo esto reduce considerablemente el éxito de los proyectos de reforestación en los cuales esta condición se ignora o no se toma en cuenta.

V.3.5. ETAPA DE ALNUS JOVEN:

Esta etapa se consideró como tal por cuanto se comprobó que en el desarrollo del proceso en la región, existen áreas del mosaico ecológico, claramente definidas en cuanto a la especie Alnus jorullensis que por su edad y condición de desarrollo, se consideró como un período renegerativo de Alnus en áreas claramente definidas. Además en estas áreas no se encuentran, o muy poco, individuos prenunciadores de las etapas del proceso. Se presenta entre los 20 a 25 años de iniciado el proceso y domina por espacio de 12 a 25 años.

En conclusión, a esta etapa se le puede considerar una etapa transicional del paso de las especies arbustivas a arbóreas y es básicamente un período renerativo claramente enmarcado.

V.3.6. ETAPA DE ALNUS MADURO:

Esta comunidad seral sí constituye claramente una etapa del proceso de Sucesión. Fundamentalmente está dominado por individuos de la

especie Alnus jorullensis que tienen una edad que oscila entre los 20 y 32 años de edad y diámetros de condición comercial.

Es una etapa que generalmente se desarrolla en áreas bajas con pendientes altas, hasta del 100% (barrancos, depresiones) lo que le permite no recibir luz solar directamente durante una buena parte del día, y crear un ambiente más bien húmedo que permite su mejor desarrollo y además la presencia de mucha diversidad de especies bajo su dosel, en condiciones de sotobosque.

Aparece, además de Alnus, con poco valor de importancia, una especie de poco desarrollo, Bocconia vulcanícola, y con pocos individuos dispersos (caso extinguidos del área), Quercus acatenangensis.

Esta etapa ha sido la más "perjudicada" por el hombre, que en operaciones de habilitar tierras para cultivo, ha desalojado grandes extensiones de Alnus.

Conforme la altitud va en aumento, esta etapa cede su lugar a las siguientes etapas del proceso.

Se manifiesta desde los 30 años después de haberse iniciado la Sucesión, hasta los 70 a 75 años; es decir domina durante un período de 40 años aproximadamente.

V.3.7. ETAPA DE PINUS:

Esta etapa es la que se constituye en la más importante y seriamente en peligro, dentro de la región del altiplano occidental del país.

Posee una gran diversidad de especies. Siendo la dominante: Pinus rudis, siguiéndole P. ayacahuite, Pinus sp., P. pseudostrobus, P. stroboschiapensis; y además existen grandes preñuncios de la etapa subsiguiente.

Se establece esta comunidad entre los 80 a 90 años de iniciado el proceso sucesional, hasta los 140 a 150 años; dominando por espacio de 100 a 150 años después.

Pinus rudis constituye la especie preferida por el gorgojo del Pino para su ataque, y siendo esta especie la más abundante con cerca de 1300 individuos por hectárea, el ataque resulta ser de proporciones devastadoras para la cubierta boscosa.

En el área central de estudio, en los parajes Quixix y Vásquez se han detectado 2 focos de infestación de gorgojo a partir de 1977, en que se comprobó, y a la fecha lleva afectada un área de más o menos 1 Km².

De las otras especies presentes, la que se observó no ser preferida por el gorgojo, fue P. ayacahuite, la cual presenta algún grado de tolerancia al ataque, por lo que se recomienda su estudio para una eventual alternativa de re

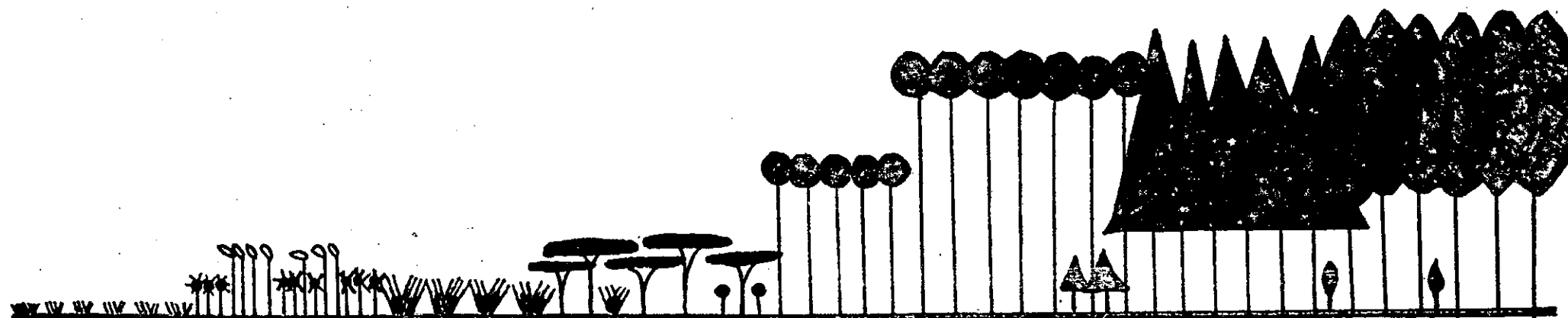
forestación.

De acuerdo a la ubicación de esta etapa en el proceso sucesional, es decir cuando la comunidad es dominada por Pinus, el proceso está todavía en desarrollo, es decir, no se ha llevado a la etapa denominada clímax. Esto coloca al disturbador: gorgojo del pino, como un agente de sucesión retrógrada. Y nos indica también, que una de las posibles alternativas de manejo del bosque afectado, para ejercer un control indirecto inmediato (a corto plazo). Implicaría la búsqueda de la comunidad Clímax, mediante la utilización de Cupressus y/o Abies para forestar en áreas con gorgojo, lo que implicaría la estabilidad de la comunidad vegetal, antes de que el proceso "retrocediese" a etapas iniciales, por la destrucción del pino.

V.3.8. ETAPA DE CUPRESSUS:

Esta etapa constituye la comunidad Clímax del proceso Sucesional de la región, es decir, es una comunidad menos dinámica que se perpetúa a sí misma; lo que se prueba con la abundante regeneración que se observa a la par del crecimiento de árboles de la especie Cupressus lucitánica de hasta 120 años y más edad.

En esta etapa aparecen, además, algunos pocos individuos de Abies guatemalensis, uno de ellos de más de 100 años, y Pinus ayacahuite con edades entre 70 y 80 años de edad, lo que señala a los árboles más viejos de la etapa de



FESTUCA	CIRCIUM-SOLANUM	STIPA	BACCHARIS	ALNUS JOVEN	ALNUS MADURO	PINUS	CUPRESSUS
1.5 - 2	1 - 2	4 - 5	8 - 12	20-25	40-45	100-130	140

FIGURA # 2. MODELO DE LA SUCESION ECOLOGICA MOSTRANDO LA SECUENCIACION ESTIMADA DE LAS ETAPAS SERALES Y EL TIEMPO APROXIMADO DE DOMINANCIA EN AÑOS.

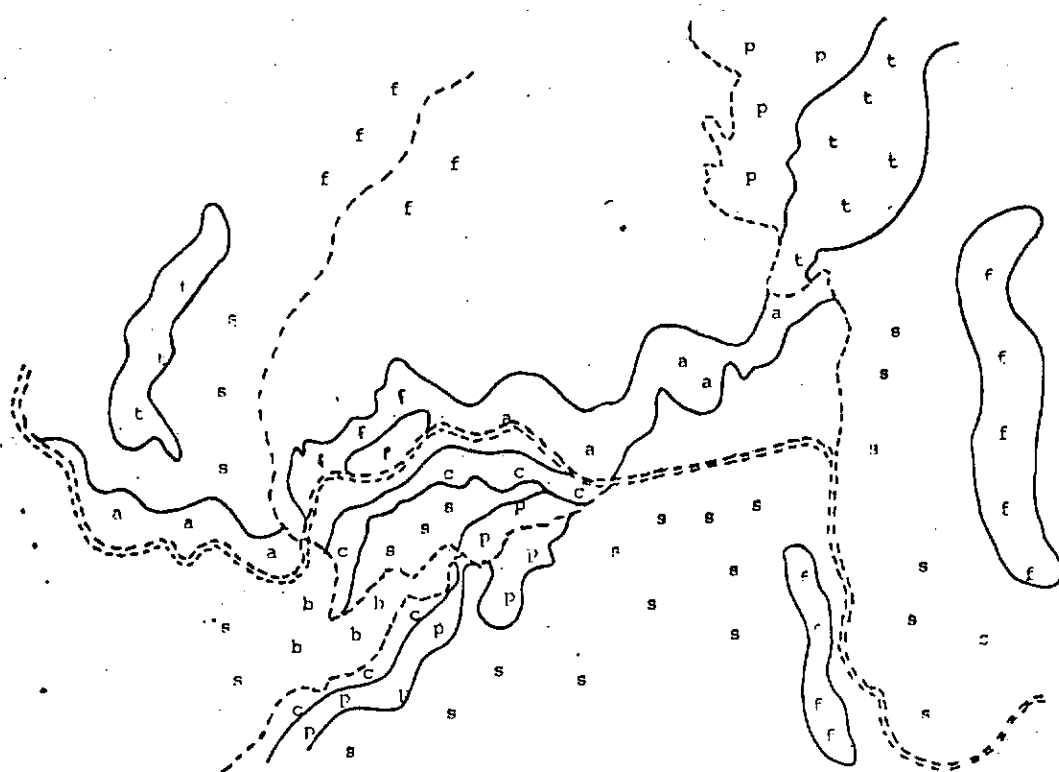


FIGURA # 3: ESQUEMA QUE MUESTRA LA DISTRIBUCION DEL MOSAICO ECOLOGICO.

REFERENCIAS

- ====: Carretera CA-1
- : Camino Vecinal
- P: Bosque pino
- C: Bosque ciprés
- A: Bosque Alnus
- B: Baccharis
- S: Stipa
- f: Festuca

CUADRO 13

SOCIABILIDAD Y ALTURAS. ESTRATO HERBACEO

ESPECIE	SOCIABILIDAD	ALTURAS (mt)	
		Mínima	Máxima
<u>Festuca dertonensis.</u>	5	0.07	0.12
<u>Spyrospermum sp.</u>	3	0.01	0.03
<u>Eryngium carlinae</u>	2	0.025	0.04
Musgo	3	0.01	0.04
<u>Arenaria sp.</u>	1	0.08	0.15
<u>Graphallium sp.</u>	1	0.18	0.22
<u>Eryngium cymosum</u>	1	0.10	0.18
<u>Circium subcoriaceum</u>	1	0.20	0.30
<u>Solanum hartwegii</u>	1	0.25	0.50
<u>Salvia lavaⁿnduloides</u>	1	0.38	0.45
<u>Bidens pilosa</u>	1	0.20	0.28
<u>Cosmos diversifolios</u>	2	0.22	0.30
<u>Stipa ichu</u>	3	0.40	0.85
<u>Mulheubergia nigra</u>	2	0.40	0.65

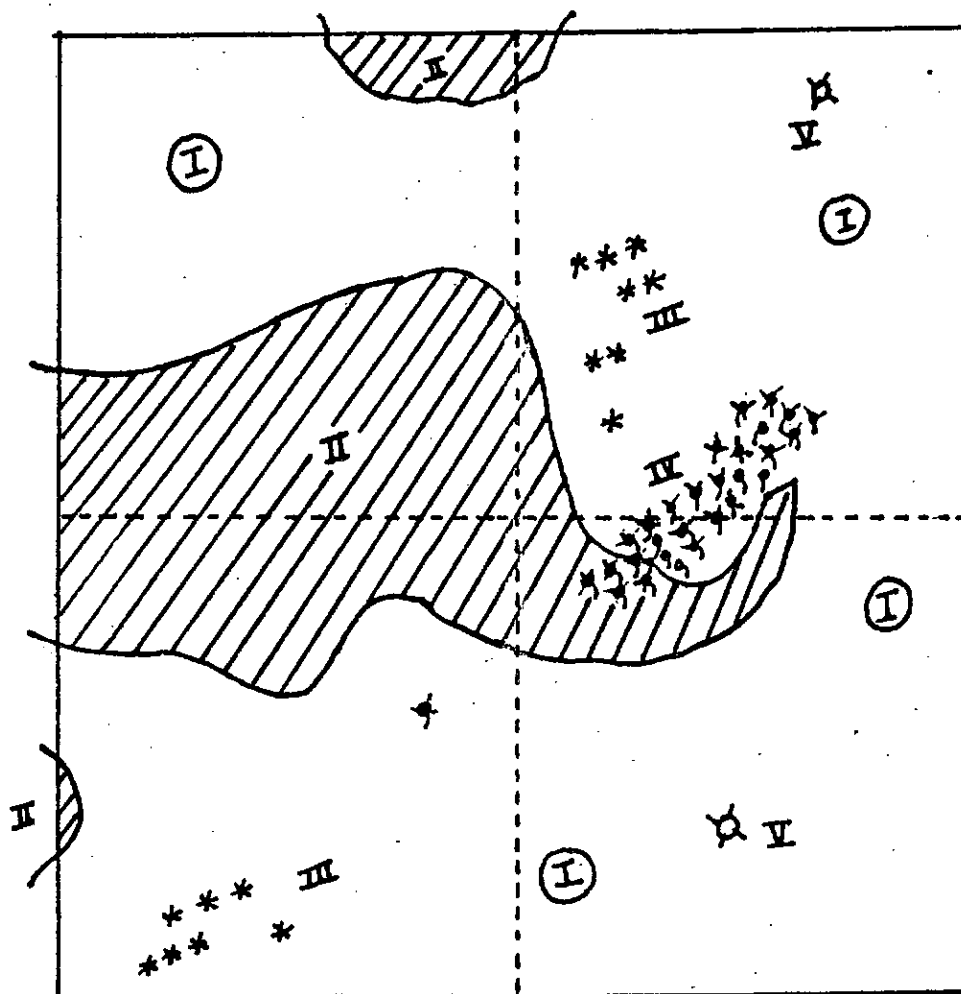


FIGURA # 2. Parcela de un metro cuadrado que muestra la distribución espacial (Cobertura) de las diferentes especies, en el estrato herbáceo. Etapa de Festuca.

		<u>SOCIABILIDAD</u>
I	□ <u>Festuca bertonensis</u>	5
II	▨ <u>Spyrosperrun sp.</u>	3
IV	⊠ <u>Eryngium cymosum</u>	1
III	* <u>Eryngium carlinae</u>	2
V	⊙ <u>Arenaria sp.</u>	1

CUADRO 14

SOCIABILIDAD Y ALTURAS. ESTRATO ARBUSTIVO

ESPECIE	SOCIABILIDAD	ALTURA (MT)	
		MINIMA	MAXIMA
<u>Baccharis vaccinioides.</u>	2	0.60	2.10
<u>Pernettya saxicola</u>	1	0.45	0.80
<u>Cestrum formosum</u>	1	0.70	1.65
<u>Helecho</u>	1	0.80	0.75

CUADRO 15

EDAD Y ALTURAS. ESTRATO ARBOREO

ESPECIE	Edad (años)		Altura (mt)	
	MIN.	MAX.	Mínima	Máxima
<u>Bocconia vulcanicola.</u>	4	6	5.50	11.0
<u>Cupressus lucitánica.</u>	32	120	26.00	65.50
<u>Pinus rudis</u>	18	46	19.00	60.00
<u>Pinus ayacahuite</u>	22	70	10.04	48.50
<u>Pinus sp. (aff. tecunumani).</u>	22	40	16.00	62.00
<u>Pinus strobus chiapensis</u>	14	-	9.50	-
<u>Pinus pseudostrobus</u>	9	22	11.25	19.00
<u>Abies guatemalensis.</u>	4	110	6.50	-
<u>Alnus jorullensis.</u>	13	32	9.80	21.00



FOTO # 1. Secuenciación de las etapas de Festuca (I), Solanum (II) y Stipa (III), luego de iniciado el proceso de sucesión al dejar "en descanso" un área de cultivo de trigo (IV).



FOTO # 2. Etapas de Solanum y Stipa (A y B) en áreas sometidas a cultivo marginal de trigo (C).

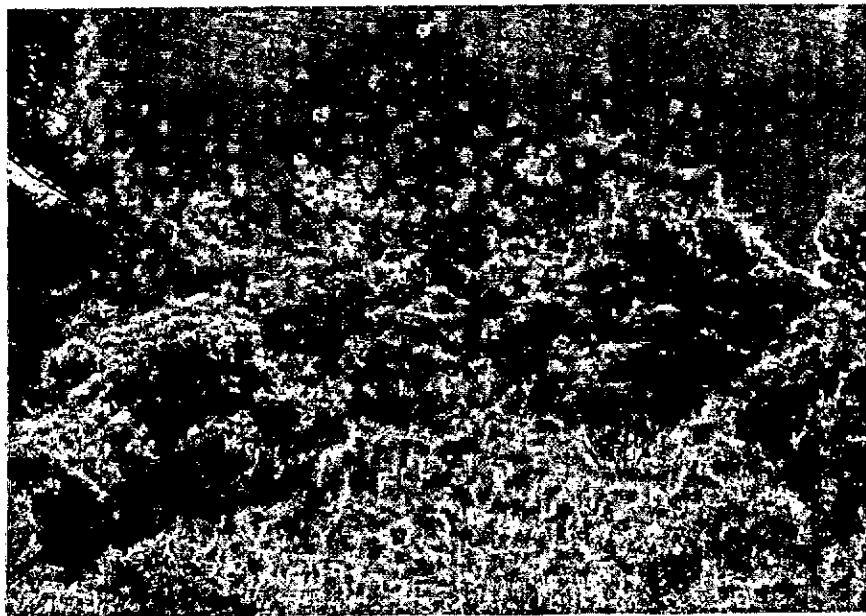


FOTO # 3. Etapa de Baccharis. Obsérvese el crecimiento horizontal de las copas de este arbusto (Baccharis vaccinioides).



FOTO # 4. Período de establecimiento de la etapa de Pinus "sobre" la etapa de Baccharis.



FOTO # 5. Etapa de Pinus, sometida a cortas de saneamiento luego de ataque severo por gorgojo del pino. Obsérvese los diámetros pequeños de algunos individuos talados.



FOTO # 6. Galerías formadas por la hembra del gorgojo del pino bajo la corteza de un árbol de Pinus rudis.



FOTO # 7. Etapa de Cupressus. Obsérvese la abundante regeneración natural.



FOTO # 8. Etapa de Cupressus. Individuo de la especie Cupressus lucitánica de más de 100 años de edad y 1.20 mt. de DAP.

Pinus, que decrece hasta casi desaparecer como tal.

La comunidad presenta pocos problemas de importancia, a no ser alguna intervención del hombre (eventual obtención de madera) o por desarrollarse en áreas muy expuestas a descargas atmosféricas (31100 m.s.n.m.).

En los estratos herbáceo y arbustivo se determinó un valor de Sociabilidad, lo que permite tener una idea del modo de desarrollarse de los individuos. Se usó la escala siguiente:

- 1 = individuos aislados
- 2 = individuos creciendo en pequeños grupos
- 3 = individuos creciendo en colonias o almohadillas.
- 4 = individuos creciendo en rodales o tapi- ces.
- 5 = individuos creciendo en población con- tinua.

Los valores para cada especie, así como las alturas mínima y máxima medias, se detallan en los cuadros 13 y 14. En la figura # 2, se puede observar el detalle gráfico para cada valor de Sociabilidad.

El cuadro 15 muestra las edades mínima y má xima, así como alturas, medidas en la condición arbórea.

V.4. RELACION HISTORICA SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO SUELO-BOSQUE, Y SU INCIDENCIA EN EL PROCESO DE SUCESION

El área total del mosaico ecológico se calculó en 20 Km². en su área central, que abarca los parajes Quiaquix y Vásquez, señalados en el mapa de la Figura 1.

En 1954, esa área mostraba una cubierta vegetal boscosa de aproximadamente 40%, lo que nos daría unos 8 Kms² bajo bosque, como puede apreciarse en el esquema de la figura No. 4, que representa la situación del área ese año de acuerdo a fotografía aérea.

Un área aproximada del 25% estaba bajo utilización agrícola (cultivos anuales como trigo) y un 5 a 8% se hallaba en condición de pajonales y gramas (Stipa ichu y Festuca dertonensis). Una mínima parte se hallaba en condición arbustiva (Baccharis vaccinioides).

En 1954, esa área no había sufrido la perturbación que originó el trazo y posterior construcción de la actual carretera Interamericana (CA-1). Sin embargo, las áreas boscosas estaban confinadas en depresiones y cerros y se notaban extensas áreas despobladas debido a la acción del hombre. En esa época también, el gorgojo del pino no se encontraba presente en condición de plaga.

En 1972, se calculó en unos 5.5.Kms² (25%) cubiertos de bosque, principalmente Coníferas y Alnus. Las áreas boscosas se confinan exclusivamente en las depresiones y los cerros, aún cuando estos últimos aparecen ahora muy descubiertos y menos densamente poblados. Las áreas sometidas a cultivos anuales se han incrementado, principalmente a lo largo del trazo de la actual carretera interamericana lo que le confirma la perturbación provocada por el hombre, influenciado por la construc-

..ción de esa importante vía. La mayoría de los bosques se observa con poca cobertura (20% en algunas áreas y 40% en otras) además se presentan como bosques de condición no comercial por su escaso DAP, a excepción del bosque maduro de Coníferas en el cerro de Quiquix a 3150 mt. s.n.m. entre la actual carretera y un camino vecinal que desvía hacia el sur. Los rodales esporádicos que aparecían en el esquema de 1954, casi no se observan en 1972, lo que confirma el confinamiento de las áreas boscosas y amplía aún más el área de pajonales a un 10 a 12% y el de cultivos anuales hasta 28%.

Las áreas ampliadas, de utilización agrícola, siguen básicamente el mismo patrón, áreas de poco ancho pero muy largas y usan terrenos de poca inclinación.

Las figuras Nos. 4 y 5, que representan las situaciones del área mosaico para 1954 y 1972 (fotos aéreas ref. 1626, 1954 y Línea 20A No. 192-1972) muestran lo explicado anteriormente.

De la encuesta realizada entre los moradores del área (apéndice I) se obtuvo los siguientes lineamientos, en cuanto a la utilización de los recursos suelo-bosque:

El paraje Vásquez posee una población de 2500 habitantes y el paraje Quiaquix, 1990 habitantes; ambos, son Cantones del Municipio de Totonicapán. Las tierras de ambos cantones tienen el siguiente régimen de propiedad: Las áreas de bosque son de propiedad comunal, de acuerdo a título de propiedad que data de la época colonial y que se encuentra registrado debidamente en la actualidad, unos 3.5 y 1.5 Km² respectivamente; las áreas de uso agrícola son de propiedad particular y la distribu-

...ción arroja un 24% del total para ambos cantones (20 Kms²), y son terrenos registrados como fincas rurales y que incluyen áreas de viviendas y áreas de cultivo; los terrenos de pajonales y gramas, son de propiedad comunal y se usan exclusivamente para pastoreo y obtención de forrajes.

Las áreas de siembra son las mismas desde hace muchos años, con ligeras excepciones, y el cultivo tradicional de la zona es trigo, aunque últimamente se ha empezado a cultivar papa, con muy pocos resultados y maíz en áreas más húmedas.

El uso de las áreas de cultivo está determinado por la capacidad económica de los agricultores, para sembrar una extensión determinada, y al uso o no de insumos, principalmente fertilización química. Normalmente siembran no más de 2 cuerdas de 25 X 25 vers. área que vuelven a sembrar año con año si usan fertilización química, y a los 3 o 4 años si no lo usan, esto con el objeto de permitirle a la tierra "descansar", pasando a ocupar cuadros vecinos de 1 o 2 cuerdas. Es de hacer notar que estas áreas de descanso no se dejan entrar a la etapa de Stipa o pajonal ya que se dificulta su habilitación por lo que el descanso solo abarca las primeras etapas del proceso sucesional (etapa de Festuca y de Solanum):

La producción que se obtiene es exigua, debido a la condición marginal de los terrenos; si usan fertilización química, obtienen 0.75 quintales/cuerda de 625 vrs.², lo que da 12 qq/Mz. o bien 17 qq/Ha. Si no usan fertilización, la producción se reduce en un 40 a 50%.

El área boscosa, de propiedad comunal, es utili-

zada para extracción de leña, pero se basa en no botar árboles, sino siguen el método tradicional indígena, de desramado. Cuando hacen extracción de madera para construcción, utilizan el criterio de botar árboles por entresaque y sólo en áreas determinadas por alta densidad; esto contrasta con el método de cortas de saneamiento o tala por rodales, que efectúa INAFOR, en áreas afectadas por gorgojo del pino. En todo caso, el interesado debe solicitar una autorización al comité de vecinos que funciona en cada comunidad, quién considera la situación y se rige por el criterio de autorizar talar árboles lo suficiente para construir una vivienda por familia y sólo una. Este comité gestiona ante INAFOR el permiso correspondiente; pero no vigila adecuadamente la determinación de cuales árboles deben botarse.

Del área afectada por el gorgojo del pino, a instancias de INAFOR, se efectuó cortas de saneamiento de los focos y se procedió a la tala indiscriminada de árboles, aún de aquellos que por su edad y conformación no estaban afectados. Luego se inició una reforestación en terrenos talados y en áreas de pajonales, con Pinus rudis y Cupressus lusitánica; habiendo experimentado a los dos años, una pérdida del 30% del número total de arbolitos plantados (unos 35,000), debido fundamentalmente a la competencia con hierbas y arbustos que los "ahogaron".

El gorgojo del pino se convirtió en problema para el área después del terremoto de 1976, lo que se asoció con la plaga por los moradores del área. El gorgojo como plaga no se ha presentado en la región según informaron los vecinos, en ninguna época anterior.



FIGURA # 4: ESQUEMA DE FOTOGRAFIA AEREA DE 1954, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS SUELO-BOSQUE DE ACUERDO A SU UTILIZACION.

REFERENCIAS

- : Camino vecinal
- Ca: Cultivo Anual
- B: Bosque de Coníferas
- B_p: Bosque de Pino
- Ba: Bosque de Alnus
- S: Stipa
- f: Festuca
- A: Baccharis

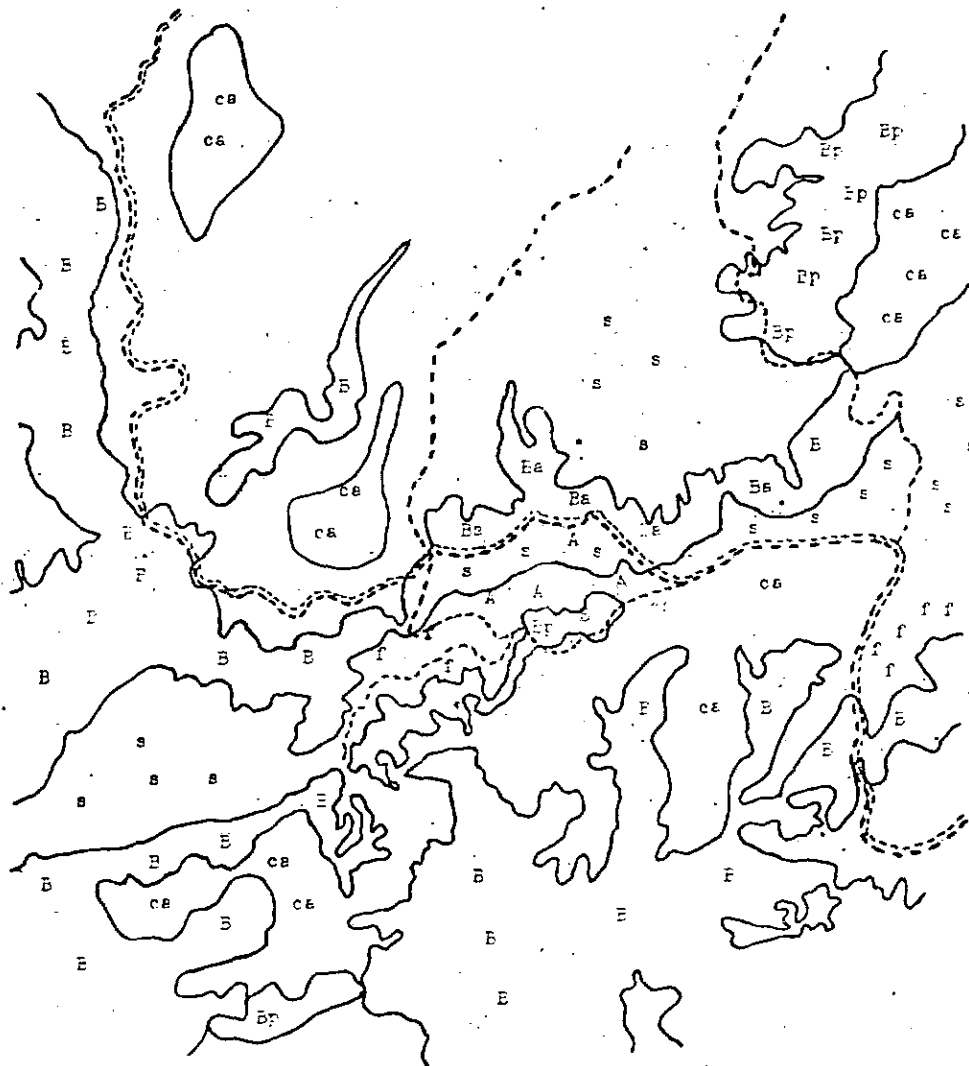


FIGURA # 5. ESQUEMA DE FOTOGRAFIA AEREA DE 1972, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS SUELO-BOSQUE DE ACUERDO A SU UTILIZACION.

Referencias

- ====: Carretera CA-1
- : Camino Vecinal
- Ca: Cultivo Anual
- B: Bosque Coníferas
- B_p: Bosque de Pino
- B_a: Bosque de Alnus
- S: Stipa
- f: Festuca
- A: Baccharis

VI. CONCLUSIONES:

- A. En el proceso de sucesión ecológica del área se observó una secuenciación de ocho etapas serales caracterizadas, las cuales se nombraron con el nombre genérico de la especie dominante de la comunidad: Etapa de Festuca, etapa de Solanum, etapa de Stipa, etapa de Baccharis, etapa de Alnus Joven, etapa de Alnus Maduro, etapa de Pinus y etapa de Cupressus. Las etapas de Festuca, Solanum y Stipa son de condición herbácea. La etapa de Baccharis es la única de condición arbustiva, y las etapas de Alnus Joven y Maduro, de Pinus y de Cupressus son de condición arbórea.
- B. En la etapa de Festuca, la especie significativa de la comunidad es Festuca dertonensis, siguiéndole en su orden: Spyrospermum sp., Eryngium carlinae, musgo, Arenaria sp., Gnaphallium sp., Eryngium cymosum y Stipaichu. Esta etapa se establece a los 3 meses a 2 años de iniciado el proceso bajo la incidencia de cualquiera de estos factores: Períodos de descanso en áreas sometidas al cultivo del trigo, áreas nuevas de cultivo luego de rozas o quemas en pajonales o arbustos, áreas nuevas de cultivo por tala rasa, áreas que pierden su vegetación por incendio, áreas en las cuales se han efectuado cortas de saneamiento luego de ataque de gorgojo del pino. Permanece durante 1.5 a 2 años.
- C. En la etapa de Solanum, la especie significativa resultó ser Solanum hartwegii en asociación con Cirsium subcoriaceum; siguiéndoles en su orden: Gnaphallium sp. Salvia lavanduloides, Bidens pilosa y Eryngium cymosum. Se establece a los 2 a 4 años de iniciado el proceso y permanece 1 a 2 años.

- C. En la etapa de Solanum, la especie significativa resultó ser Solanum hartwegii en asociación con Circium subcoriaceum; siguiéndoles en su orden: Gnaphallium sp. Salvia lavanduloides, Bidens pilosa y Eryngium cymosum. Se establece a los 2 a 4 años de iniciado el proceso y permanece 1 a 2 años.
- D. La etapa de Stipa presenta como especie significativa a Stipa ichu, estando presentes también en la comunidad: Muhlenbergia nigra, Circium subcoriaceum y Salvia lavanduloides. La comunidad se establece a los 4 a 5 años luego de iniciado el proceso y permanece como dominante hasta 4 a 5 años después.
- E. La etapa de Baccharis, resulta ser la comunidad transitiva entre las condiciones herbáceas y arbóreas (por ser la única arbustiva). La especie significativa de la comunidad es Baccharis vaccinioides, siguiéndole en su orden, Pernettya saxicola y Cestrum formosum; en condición remanente herbácea se presentan Salvia lavanduloides, Gnaphallium sp. y Stipa ichu, además un helecho no identificado.
- F. La etapa de Alnus Joven se caracteriza porque la especie dominante: Alnus jorullensis, se encuentra en áreas definidas bajo altas densidades y de poco valor comercial por su escaso D A P. Se presenta también la especie Bocconia vulcanicola como poco significativa.
- G. En la etapa de Alnus Maduro la especie dominante sigue siendo Alnus jorullensis y se caracteriza por una reducción ostensible en la densidad, debido a la presión de selección que establece la competencia por la luz

y el espacio, además posee valor comercial. La especie Bocconia vulcanicola sigue siendo poco significativa.

H. La etapa de Pinus, es la comunidad en la cual el gorgojo del pino está presente como plaga. La especie dominante es Pinus rudis (altamente preferida por el gorgojo para su ataque); apareciendo además, Pinus sp., P. ayacahuite (que presenta tolerancia al ataque del gorgojo), P. pseudostrobus, P. strobuschia-pensis y Cupressus lucitánica como prenuncio de la etapa subsiguiente. La comunidad se establece a los 80 a 90 años de iniciado el proceso y permanece entre 100 y 130 años.

I. La etapa de Cupressus es la estimada como comunidad climax del proceso. La especie Cupressus lucitánica resulta ser la significativa, presentándose además, Pinus ayacahuite y Abies guatemalensis. La etapa se establece entre los 200 años luego de iniciado el proceso y es la comunidad menos dinámica de todas, resultando ser por lo mismo muy estable.

VII. RECOMENDACIONES:

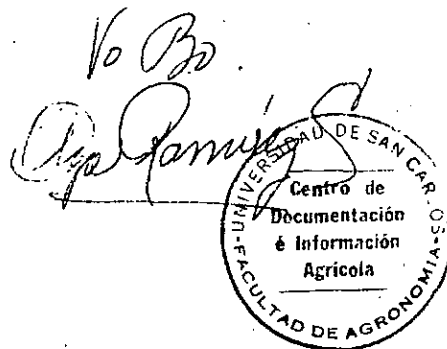
- A. Para ejercer un control a un plazo perentoriamente corto del ataque del gorgojo del pino en el área, se sugiere buscar el establecimiento de la comunidad climax: Etapa de Cupressus, mediante forestaciones con Cupressus lucitánica y/o Abies guatemalensis.
- B. Se recomienda estudiar con detalle la tolerancia mostrada por Pinus ayacahuite al ataque del gorgojo del pino; como opción para proyectos de reforestación con pino, en las áreas afectadas.
- C. Se sugiere que en proyectos de reforestación para el área general de estudio, se utilice la especie Baccharis vaccinioides como "tutora" de los arbolitos plantados, anulando así la competencia con las etapas pioneras del proceso de sucesión.
- D. Se recomienda efectuar estudios sobre propagación de Baccharis vaccinioides a efecto de plantarla artificialmente en áreas en las cuales están presentes las etapas pioneras. Con el fin de "implementar" en ellas los proyectos de reforestación a corto plazo.
- E. Se recomienda establecer estudios sobre sucesión ecológica en otras áreas del país, lo que permitiría conocer el desarrollo de las comunidades vegetales de Guatemala para promover su manejo racional.

VIII. CITAS BIBLIOGRAFICAS:

1. BENTON, A.H. y WERNER Junior, W.E. Field biology and ecology. New York, T.H.M.-McGraw Hill, 1976, 530 p.
2. BILLINGS, W.D. Las plantas y el ecosistema, México, Centro Regional de Ayuda Técnica, AID, 1968, 160 p.
3. BRAUN-BLANQUET, J. Fitosociología. Bases para el estudio de comunidades vegetales. Barcelona, H. Blume, 1979. 820 p.
4. CLARKE, G.L. Elementos de ecología. 4a ed. Barcelona, Omega, 1971. 632 p.
5. CRUZ S., R.J. de la. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 24 p.
6. FRANCO R., E.O. Determinación de las especies de Escolítidos que causan daño económico en los bosques de Pinus del altiplano de Guatemala. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 83 p.
7. GONZALEZ M., J.H. Caracterización ecológica de las comunidades de Pinabete (Abies guatemalensis Rehder) en Guatemala. Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 79 p.
8. GUATEMALA. Dirección General de Estadística. Encuesta pecuaria (Cifras definitivas). Guatemala, 1974. 73 p.
9. _____. Instituto Geográfico Nacional. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, 1972. 104 p.

10. _____. Instituto Nacional Forestal. Los gorgojos del pino. Recopilación de datos sobre los gorgojos del pino. Guatemala, 1977. 40 p.
11. _____. Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica. Diagnóstico del sector Agrícola 1950-77. Guatemala, 1978. 60 p.
12. HERNANDEZ PAZ, M. El Gorgojo de la corteza; plaga principal de los pinares. San Pedro Sula, Honduras, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), 1975, 12 p. (Publicación No. 1).
13. INFORME AL Gobierno de Guatemala. Infestaciones de Dendroctonus en los pinares de Guatemala. Roma, FAO, 1973. 27 p.
14. KERSHAW, K.A. Quantitative and dynamic plant ecology. 2nd. ed. New York, American Elsevier, 1973. 298 p.
15. MARTINEZ, M. Los pinos mexicanos. 2a ed. México. Botas, 1948. 361 p.
16. MEDINA G., E. Suceptibilidad de los bosques de coníferas al ataque del gorgojo del pino Dendroctonus sp. (Coleoptera, Scolytidae) en función de la composición, edad y densidad de los mismos. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 95 p.
17. MUELLER-DOMBOIS, D. y ELLEMBERG H. Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Wiley, 1974. 548 p.
18. ODUM, E.P. Ecología. Trad. Carlos Gerhard 0.3a ed. México, Interamericana, 1972. 639 p.

19. PITONI, A. Planificación del control de la plaga del Dendroctonus y del aprovechamiento de la madera dañada. Plan de preinversión en un proyecto piloto para el saneamiento del gorgojo del pino y el aprovechamiento de la madera recuperable. Guatemala, INAFOR-FAO, 1979. 20 p.
20. SCHWERDFEGER, P. Informe al gobierno de Guatemala sobre la entomología forestal de Guatemala. Los pinos de Guatemala. Roma, FAO, 1953, v.1. 59 p.
21. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; & PINTO J.M. Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
22. STANDLEY, P. y STEYERMARK J. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany. U.S.A., Museum of Chicago, 1958. 24 V.
23. SUTTON, B y HARMON, P. Fundamentos de ecología. Versión española de J.G. Velasco. México, Limusa Wiley, 1973. 290 p.



APENDICE I

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA DE CIENCIAS
SUBAREA DE C.C. BIOLOGICAS

RELACION HISTORICO-SOCIAL SOBRE EL APROVECHAMIENTO DEL RECUR-
SO SUELO - BOSQUE Y SU INCIDENCIA SOBRE EL PROCESO DE SUCE-
SION ECOLOGICA.

PREGUNTAS BASICAS PARA ENCUESTA

1. Recuerda la existencia de bosque en las áreas bajo cultivo
y/o pastoreo?. Hace cuanto tiempo?.

2. Régimen de propiedad de las áreas bajo estudio (estatal,
municipal, comunal, particular, etc.).

3. Desde hace cuanto tiempo cultiva esa área?. Con qué culti-
vos?.

4. En qué se basa para determinar qué área debe cultivar?

5. Cada cuanto tiempo vuelve a usar la misma área de nuevo?

6. Qué secuencia de plantas nota cada ciclo o año en cada una de las áreas que deja bajo descanso?

7. Qué producción (qq, arrobas, fanegas, toneles, etc.) obtiene del área de cultivo?

8. Con qué cubierta vegetal se encuentra el área, cuando la somete a pastoreo?. Cuántos días pastorea en la misma área?.

9. Obtiene leña u otros productos del área ocupada por pinos y otras especies?.

10. En qué se basa para hacer esa extracción?. (Permisos, licencias)

11. Hace cuánto tiempo notó la presencia del gorgojo en los árboles de pino atacados?.

12. Conocía la plaga o al insecto?. Hubo ataques en esa misma área otros años.

APENDICE II

1. PUNTO DE MUESTREO: _____

2. AREA MUESTREADA: _____

3. DATOS DEL MOSAICO: _____

3.1. Estrato Vegetal: HERBACEO Y ARBUSTIVO

3.2. Orientación: _____

3.3. Pendiente: _____

3.4. Altitud mt.s.n.m. _____

3.5. Observaciones: _____

Espece	No. individuos	Cobertu- ra %	Altura pro medio(mt)	Sociabili- dad.

APENDICE III

1. PUNTO DE MUESTREO:

2. AREA MUESTREADA:

3. DATOS DEL MOSAICO:

3.1. Estrato Vegetal: ARBOREO

3.2. Orientación:

3.3. Pendiente: _____

3.4. Altitud Mt. s.n.m.

3.5. Observaciones: _____

ESPECIE	ALTURA	DAP (cm)	EDAD (años)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

"IMPRIMASE"

Dr. Antonio A. Sandoval
D E C A N O

