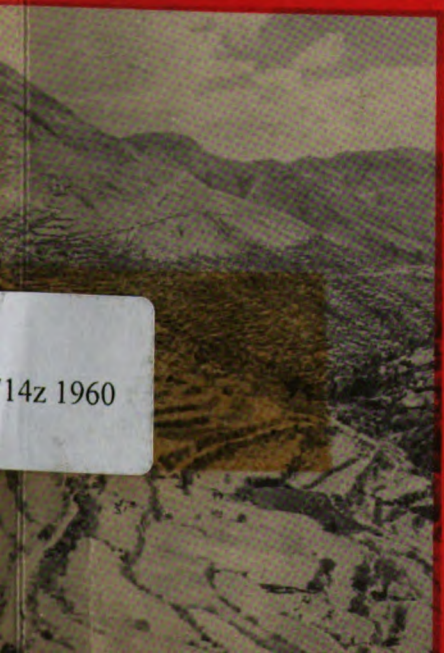




ZONA ANDINA

PROYECTO 39
PROGRAMA DE COOPERACION TECNICA

1960



14z 1960

ZONAS DE VIDA NATURAL EN EL PERU

MEMORIA EXPLICATIVA SOBRE EL MAPA ECOLOGICO
DEL PERU

por: *Joseph A. Josi Jr.*

ecólogo y dasónomo

CON UN APENDICE DE L. R. HOLDRIDGE



PERU. 634.94-T714z:1960

Boletín Técnico N° 5

ZONAS DE VIDA NATURAL EN EL PERU

Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú

por

Joseph A. Tosi Jr.
Ecólogo y Dasónomo

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA
Zona Andina

Proyecto 39, Programa de Cooperación Técnica

1960

IICA
634.94
T 673
c:

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Pág. N°</u>
TABLA DE CONTENIDO	i
ABSTRACT	iv
RESUME	v
ZUSAMMENFASSUNG	vi
CAPITULO 1	
Introducción	1
CAPITULO 2	
Desierto Subtropical	14
CAPITULO 3	
Desierto Tropical	21
CAPITULO 4	
Desierto Montano Bajo	23
CAPITULO 5	
Desierto Montano	25
CAPITULO 6	
Maleza Desértica Tropical	26
CAPITULO 7	
Maleza Desértica Subtropical	31
CAPITULO 8	
Maleza Desértica Montano Bajo	38
CAPITULO 9	
El Chaparral Bajo y el Chaparral Alto Montano Bajo.	41
CAPITULO 10	
Maleza Desértica Montano	53
CAPITULO 11	
Bosque Espinoso Tropical	57

(Tabla de Contenido, Cont.)	<u>Pág. N°</u>
CAPITULO 11 Bosque Espinoso Tropical	57
CAPITULO 12 Bosque Espinoso Subtropical	65
CAPITULO 13 Estepa Espinosa Montano Bajo	72
CAPITULO 14 Estepa Montano	80
CAPITULO 15 Sabana o Bosque muy Seco Tropical	88
CAPITULO 16 Sabanao o Bosque Seco Subtropical	96
CAPITULO 17 Sabana o Bosque Seco Montano Bajo	101
CAPITULO 18 Pradera o Bosque Húmedo Montano	109
CAPITULO 19 Zonas de Vida Natural en los Pisos Altitudinales Subalpino, Alpino y Nival	121
CAPITULO 20 Bosque muy Húmedo Montano	148
CAPITULO 21 Bosque Pluvial Montano	157
CAPITULO 22 Bosque Húmedo Montano Bajo	162
CAPITULO 23 Bosque muy Húmedo Montano Bajo	172
CAPITULO 24 Bosque Pluvial Montano Bajo	182
CAPITULO 25 Bosque Húmedo Subtropical	185
CAPITULO 26 Bosque muy Húmedo Subtrpical	195

(Tabla de Contenido, Cont.)	<u>Pág. N°</u>
CAPITULO 27 El Bosque Pluvial Subtropical	211
CAPITULO 28 Bosque muy Húmedo Tropical	215
CAPITULO 29 Bosque Seco Tropical	221
CAPITULO 30 Bosque Húmedo Tropical	235
APENDICE A Tablas	258
APENDICE B Un Sistema para Clasificar las Formaciones del Mundo .	265

ABSTRACT

This monograph provides a systematic description and interpretation of major ecological relationships within and between the 35 distinctive plant formations, or natural climatic life-zones, encountered in Peru as shown at a scale of 1:1,000,000 on the accompanying Ecological Map of Peru. As a comparative study of climatic-vegetational regions within one of the world's most complex and diversified physical settings, it presents heretofore unpublished definite criteria for many formations as well as new evidence in support of the System of World Plant Formations of L. R. Holdridge.

In the introductory chapter, the theoretical and conceptual bases of the classification, field and cartographic techniques, and counsel on employment of the ecological map are given. There follows an individual chapter for each of the 27 distinct plant formations which lie below the subalpine temperature belt in Peru, one chapter for a group of 2 unique atmospheric associations from the Peruvian coastal fog zone, and another chapter for a group of 8 high-elevation formations from the Peruvian Andes. Relationships observed and discussed for each formation include: climate and atmospheric controls; lithography and topography; flora and natural vegetation; evapotranspiration, hydrography, and soils; demography, agrarian settlement, and land-utilization. Wherever pertinent, and technically admissible, suggestions are offered on such practical applications of the ecological findings as agrarian research needs and policies, economic plant adaptability, agricultural, grazing, and forestry potentials and limitations, desirable demographic, settlement, tenure, and land-use adjustments and conservation and colonization planning.

Appended are summary tables on climate and areal statistics and a short supporting paper by L. R. Holdridge in which he sets forth his original thoughts and the concepts behind his scheme of ecological classification.

RESUME

Cette monographie procure une description systématique et une interprétation des principales relations écologiques que l'on trouve entre et parmi les trente-cinq différentes formations végétales ou zones climatiques naturelles du Pérou, telles qu'elles sont montrées sur la carte écologique adjointe du Pérou à l'échelle de : 1,000,000.

En sa qualité d'étude comparative de régions de végétation climatique, situées dans une région du monde des plus complexes et dont les conditions physiques sont les plus diverses, cette étude représente des opinions bien définies non publiées jusqu'à présent pour beaucoup de formations, ainsi qu'une nouvelle évidence de support au système des formations végétales du monde, de L. R. Holdridge. Le chapitre d'introduction fournit les bases théoriques de la classification, les techniques applicables sur le terrain et à la cartographie, ainsi que les directives sur l'emploi de la carte écologique. Cette introduction est suivie d'un chapitre séparé pour chacune des vingt-sept différentes formations végétales situées au-dessous de la ceinture de température sub-alpine du Pérou, un chapitre pour un groupe remarquable de deux associations atmosphériques de la zone côtière nébuleuse du Pérou et un dernier chapitre qui comprend un groupe de huit formations des Andes péruviennes de grande altitude. Les relations observées et discutées pour chaque formation comprennent : les contrôles climatiques et atmosphériques; la lithographie et la topographie; la flore et la végétation naturelle; l'évapo-transpiration, l'hydrographie et les sols; la démographie, l'occupation agricole et l'utilisation des terres. Dans tous les cas pertinents et quand la technique l'indique ainsi, des suggestions ont été faites sur l'application pratique des connaissances écologiques, comme par exemple les nécessités et l'orientation des recherches agricoles, l'adaptation économique des plantes, le potentiel et les limitations de l'agriculture, le pâturage et la silviculture, les changements désirables au point de vue démographique, l'occupation la possession et l'utilisation des terres, la colonisation et les méthodes de conservation du sol. Un supplément fournit un extrait des tables climatiques et des statistiques régionales ainsi qu'une courte exposition écrite par L. R. Holdridge expliquant les raisonnements philosophiques qui servent de base à sa méthode de classification écologique.

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Monographie enthält eine systematische Beschreibung und Erläuterung der wichtigsten ökologischen Beziehungen in und zwischen den 35 verschiedenen Pflanzenformationen oder natürlichen klimatischen Lebenszonen Perus. Die beigelegte ökologische Karte zeigt diese Zonen im Masstab 1:1,000,000. Die Monographie ist eine vergleichende Studie der klimatischen Vegetationszonen in einem der abwechslungsreichsten Teile der Erde. Sie bringt bisher unveröffentlichte eindeutige Kriterien für viele Formationen und erlaubt neue Einsichten, die Holdridge's System der Welt-Pflanzenformationen stützen.

In der Einführung werden die theoretischen und gedanklichen Grundlagen der Systematik, die Feld- und Kartenmethoden sowie der Gebrauch der ökologischen Karte erklärt. Es folgen getrennte Kapitel für die 27 verschiedenen Pflanzenformationen unterhalb des subalpinen Temperaturgürtels, ein Kapitel über zwei eigenartige Vegetationszonen der peruanischen Nebelküste und ein weiteres über 8 Hochlandsformationen der peruanischen Anden. Für jede Formation werden die folgenden Beziehungen beschrieben und diskutiert: klimatische und atmosphärische Einflüsse; Petrographie und Topographie; natürliche Vegetation; Evapotranspiration, Hydrographie und Böden; sowie Bevölkerungsdichte, landwirtschaftliche Besiedlung und Nutzung. Wo immer möglich, werden Vorschläge gemacht für die praktischen Anwendungsmöglichkeiten der ökologischen Erkenntnisse; dies bezieht sich besonders auf die Notwendigkeit von landwirtschaftlicher Forschung und Planung; auf die Anpassung von Wirtschaftspflanzen; auf die Möglichkeiten und Grenzen der Land-, Weide- und Forstwirtschaft; auf den Naturschutz; auf wünschenswerte Änderungen in der Bevölkerungsdichte, Siedlungsform und Landnutzung sowie auf die Planung der zukünftigen Besiedlung.

In der Beilage finden sich zusammenfassende Tabellen über Klima und Eigenheiten der verschiedenen Zonen sowie ein kurzer Artikel von Holdridge über die gedankliche Grundlage seines neuartigen Systems der ökologischen Systematik.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Desde el punto de vista ecológico, el Perú es uno de los países más variados y complicados del mundo. Dentro de la superficie del país, representado por 1,285,215 kilómetros cuadrados de territorio,* se encuentra una heterogeneidad fisiográfica y biológica casi increíble. Al cruzar el país, desde su costa bañada por el océano Pacífico hasta sus fronteras con el Brasil y Colombia, se encuentran extensas y áridas llanuras, vertientes, valles profundamente encañonados, altiplanos fríos erizados por serranías y majestuosos nevados, y empinadas montañas superhúmedas. En fin, interminables llanos selváticos engalando por pantanos y ríos serpenteantes que dan origen al nacimiento del caudaloso Amazonas, que naciendo en territorio peruano pasa por Brasil y va a morir en el Atlántico.

Estrechamente emparejadas con la multiplicidad de paisajes naturales se encuentra una diversidad de regiones y subregiones culturales y agroeconómicas, cada una de las cuales es bien distinta de las demás, en sus características más fundamentales. Aún en tiempos preincaicos, el territorio que hoy día constituye el Perú se destacó por la existencia de un gran número y diversidad de sociedades agrarias, sedentarias y nómadas. El Perú, hasta el presente, es un país esencialmente agrícola, donde predominan condiciones de vida rurales. Es también un país de grandes contrastes geográficos y ecológicos donde el hombre tiene una ardua labor que cumplir, tanto para adaptarse a las condiciones naturales existentes, como para realizar todo aquello que se refiere al acondicionamiento del medio para satisfacer sus necesidades.

A pesar de que el país encierra en su seno grandes valores desde el punto de vista científico, la mayoría de ellos, pasan desapercibidos por falta de conocimiento. Por otra parte, el conocimiento de tales valores es de extraordinaria importancia para garantizar el desarrollo económico y social de la nación representada por el Estado.

Durante las últimas décadas, se han llevado a cabo numerosos estudios especializados sobre las condiciones geofísicas, biológicas, económicas y sociales del Perú, que proporcionan luces sobre la magnitud de la obra por cumplir. Si se examinan con cierto grado de minuciosidad los datos acumulados en aquellos estudios que fueron bien conducidos, se empieza a apreciar la magnitud real de la tarea científica que está todavía por realizarse. Es entonces cuando se llega a comprender que tales estudios no representan

* Ministerio de Hacienda y Comercio del Perú, Anuario Estadístico del Perú. (Lima: 1957), p. 36.

más que meros reconocimientos generalizados y búsquedas fragmentarias, de ciertos por menores localizados y que no son más que un comienzo sin integración lógica entre ellos mismos. Esto que se menciona en relación al reconocimiento de los recursos naturales, también resulta cierto en relación al reconocimiento de otros recursos disponibles, tales como culturas y sociedades humanas. También resulta cierto para el establecimiento de correlaciones entre dichos recursos y la especie humana, que ésta debiera conducir su aprovechamiento en beneficio propio, después de conocer en cada región natural y cultural, los agentes bióticos, la tierra y el clima.

Esta falta de conocimientos es sin duda, la que más impide la marcha de los esfuerzos por realizar, dentro de estrictos marcos y normas democráticas; un racional planeamiento del aprovechamiento de los recursos disponibles en beneficio del hombre y una eficaz realización para obtener la integración, el desarrollo social, político y económico de la república.*

A grandes rasgos, el Mapa Ecológico del Perú y las explicaciones sobre su contenido, en esta memoria, pretenden contribuir en algo al conocimiento de la distribución y características íntegras de las zonas de vida natural climática en este impresionante país. El autor pretende que su obra, de carácter preliminar, sea considerada solamente como de conocimiento general. Aunque se ha llevado a cabo cuidadosamente a base de principios y técnicas de firme reputación científica, el proyecto sufrió desde el principio numerosas deficiencias, derivadas de la falta de tiempo, de facilidades y de materiales. El trabajo de delineación del mapa ecológico se empezó en la primera parte del año 1953 con el objeto único de obtener información básica para proyectos de consulta técnica, investigación aplicada y enseñanza, en el campo de la dasonomía.**

Por tratarse de una investigación básica, esta labor estuvo subordinada a las actividades esencialmente educativas en dasonomía llevadas a cabo en aquel tiempo por la Zona Andina, y por eso, era conducida en forma paulatina, durante un período de cuatro años como una actividad puramente secundaria, del autor.

En gran parte, las observaciones se hicieron durante el curso de viajes al campo, que tenían otras metas principales. No fue sino en 1957 cuando se obtuvieron fondos para concluir el mapa, habiéndose podido realizar entonces viajes especiales a los distritos no visitados en años anteriores; además, por falta de tiempo y facilidades de transporte no fue posible investigar, en forma detallada, las áreas menos accesibles de la "Montaña". En lo que se refiere a su precisión geográfica, ésta queda dudosa en muchas áreas selváticas donde el mapa topográfico nacional, el único disponible como base para el trabajo, adolece de la falta de un buen control y precisión. Pero, hasta donde ha sido posible, tales debilidades y defectos han sido anotados al pie de los capítulos pertinentes de esta memoria.

* El planeamiento y ejecución de proyectos íntegros para el desarrollo racional de los recursos de un país requiere, desde el principio, datos precisos y detallados obtenidos en forma objetiva y sin prejuicios sobre el rango completo de los fenómenos naturales y socioculturales pertinentes. En la síntesis de estos datos, se puede definir los problemas y analizar las mejores vías para su solución.

** I.e., ingeniería forestal aplicada.

Clasificación Ecológica

El Mapa Ecológico del Perú, a escala de 1:1,000,000 demuestra la distribución geográfica de 35 formaciones vegetales y 2 asociaciones vegetales atmosféricas que se han reconocido en el Perú según el sistema de "Clasificación de Formaciones Vegetales del Mundo" de Leslie R. Holdridge.*

Este acreditado sistema** de nueva creación permite que se identifique y delimite cartográficamente la relación que existe entre los principales factores de clima (macroclima) y las formaciones vegetales. Una de las premisas de Holdridge dice que la formación vegetal, la más grande categoría de vegetación en la clasificación de comunidades vegetales, es "una extensión fija de los factores climáticos"***. El considera que la formación vegetal es primariamente una unidad fisonómica (estructural) que posee formas biológicas específicas entre las plantas que la componen a pesar de las diferencias en composición florística que existen entre los distintos lugares del mundo.

El autor, al igual que muchos otros ecólogos, sostiene la misma opinión de Holdridge en el sentido de que la formación es solamente una función de factores climáticos, especialmente de temperatura del aire (o eficiencia térmica), y de efectividad de la precipitación. Se considera que estos factores ejercen un dominio sobre la fisonomía de la vegetación natural y sobre las formas biológicas reunidas en ella a pesar de la acción local de los factores geomórficos, edáficos, bióticos y atmosféricos especiales. Así, dentro de cualquier formación vegetal, habrá una variedad de asociaciones vegetales****

* Leslie R. Holdridge, "Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data", Science, 105(2727):367-368 (1947); también, en castellano, Holdridge, Curso de Ecología Vegetal. (Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954) (Mimeografiado).

** Mapas ecológicos se han hecho con este sistema en Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Bolivia y partes de Venezuela, Puerto Rico y ahora en el Perú. Actualmente, el trabajo de campo para un mapa de Colombia está en proceso y se proyectan mapas para Honduras y Ecuador, por este mismo sistema. En Estados Unidos, hay numerosos ecólogos, zoólogos y geógrafos quienes estiman la bondad de este sistema. Debe verse las bibliografías en los siguientes artículos por J. Robert Hunter: "A New Guide to Land Use Planning in Tropical Areas", Ceiba, 8(2):44-70 (1959); y "The Climatic Limits of Cacao, Coffee, and Rubber", Coffee and Cacao Training Materials, N°16. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1959.

*** "Una formación es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural de clima, las que, tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo" Ibid, Capítulo II.

**** Primera subdivisión de la formación vegetal. Holdridge, la define así: "Una asociación es una división edáfica de una formación caracterizada por su fisonomía y localmente, por varias especies en común, entre las dominantes" Ibid., Capítulo VI.

que corresponden a combinaciones distintas locales, en cuanto a pendiente, exposición, suelo, etc. todas unidas o relacionadas entre sí a través de un medio ambiente climático común, y por una misma fisonomía y formas biológicas parecidas. Esta tesis concuerda generalmente con principios básicos de las ciencias biológicas y hace evidente que el cambio climatológico, es menos variable, en el sentido geográfico, que los otros factores fisiográficos y bióticos mencionados.

Partiendo de estas premisas y conceptos, es lógico deducir que esta relación debe extenderse más allá de la vegetación misma para incluir las otras agrupaciones bióticas, como la fauna y, en muchos aspectos, el hombre mismo y sus comunidades culturales. Las observaciones directas hechas en el campo, nos proporcionaron una evidencia positiva para afirmar que esta deducción es generalmente correcta. Así, la formación vegetal es esencialmente equivalente a lo que podemos llamar la zona de vida natural, la división más grande del medio ambiente climático que ejerce una influencia general sobre toda la vida orgánica, inclusive, sobre la humana. Por eso, los términos deben ser, con obvias limitaciones lógicas, intercambiables. El mapa ecológico delineado sobre bases de vegetación natural indica también la distribución geográfica de zonas de vida natural con todas sus implicaciones motivadas por la fauna y por las relaciones antropoculturales.

La clasificación del sistema Holdridge seguido en este estudio se ve gráficamente en el diagrama Clave que aparece en el mapa. También se incluye una forma del diagrama, recientemente modificado* como Fig. 1 de esta memoria. Este esquema indica los valores cuantitativos de la relación entre los tres factores climáticos, biotemperatura media-anual expresada en grados C., la precipitación total anual expresada en mm., y, la relación de evapotranspiración potencial anual (es decir los promedios de estos factores para un largo período de años consecutivos), los cuales determinan, conjuntamente, la formación vegetal o zona de vida natural en cualquier lugar del mundo. Así, resulta que este sistema de determinar las formaciones vegetales es de aplicación universal y se basa en principios científicos. En el apéndice B de esta memoria se incluye una discusión detallada del sistema tal como fue descrito por el mismo Holdridge para que pueda ser consultado por todas aquellas personas quienes lo desconocen o quieren saber más sobre sus bases teóricas.** Por esta razón, en la presente memoria solamente se mencionarán los puntos más sobresalientes de dichas bases.

* En la forma modificada, publicada por primera vez, con el permiso de Holdridge se ha añadido a la terminología utilizada para Provincias de Humedad, el concepto de Zonas de Vida Natural. Estos términos pueden ser substituídos a voluntad del lector para las designaciones originales de Formaciones Vegetales. Además, se ha cambiado ciertos títulos de las formaciones para hacerlos más descriptivos de la fisonomía vegetal, eliminando designaciones como aquellas de chaparral bajo, chaparral alto, maleza (sub-alpino) etc., que no se refieren a las asociaciones climáticas de las formaciones. Por considerarlo más conveniente el autor, con permiso de Holdridge ha añadido ciertos cálculos matemáticos, escalas logarítmicas y una carta de alineamiento para el cálculo directo de evapotranspiración potencial expresada en milímetros de precipitación.

** Tomado, con el permiso de su autor, del capítulo III de su obra Curso de Ecología Vegetal, op. cit.

El primer principio básico que se debe tener en mente es aquél que establece que la relación esbozada es, en teoría, matemática. Se trata pues de cambios cuantitativos logarítmicos en todo aquello que se refiere a los cambios de valor climático y de cambios aritméticos en todo lo que se refiere a los cambios entre unidades de vegetación natural. Esta relación, antes descuidada en estudios ecológicos, tiene paralelo en los descubrimientos de Mitscherlick sobre factores limitantes. Su valor científico se ha confirmado una vez más en los estudios que han servido de base para el levantamiento del Mapa Ecológico del Perú.

El Perú presenta una gran diversidad de climas y queda enteramente dentro de la región latitudinal tropical, y, por estas razones, entre otras, se encontró en su territorio, 35 de las 100 formaciones* vegetales que hay en el mundo, lo que representa un número bastante elevado aún para el caso de países de mayor extensión que el Perú. Estas formaciones vegetales, se encuentran comprendidas dentro de los 7 pisos altitudinales y las 8 provincias de humedad que aparecen en el esquema antes mencionado.

Debido a la ubicación plenamente tropical del país, todos sus climas son aproximadamente equivalentes en lo que se refiere a las características de fotoperiodismo y termoperiodismo. En cualquier elevación sobre el nivel del mar, en cualquier piso altitudinal de temperatura, la variación de estos dos factores importantes tiende a ser mínima durante todo el año. De esto se deduce que no es necesario saber la elevación de un lugar cualquiera para determinar a qué formación vegetal pertenece ya que es suficiente conocer los promedios de temperatura bihoraria, media anual,** en grados centígrados y la precipitación total anual en mm. De manera que donde la línea de temperatura bihoraria corta la línea que representa la precipitación en el esquema, está indicada la formación vegetal o zona de vida natural a que corresponde el clima (de la región tropical) que se desea clasificar. En los casos en que un punto caiga dentro de uno de los triángulos formados por las tres líneas que marcan los valores divisorios principales, se entiende que tanto el clima, como la vegetación natural, son transicionales entre las dos o tres formaciones unidas.***

* Aunque no se han encontrado las formaciones tropicales bosque pluvial tropical, desierto subalpino o tundra seca alpino, no se puede asegurar que se encuentren ausentes en el Perú.

** Este dato se calcula sumando las temperaturas medias mensuales (preferible del termógrafo) mayores a 0 grados C. y dividiendo esta suma entre 12, o sea el número de meses del año. Con excepción de estaciones ubicadas en zonas muy elevadas y frías que entran en el piso alpino, este dato es, para el Perú, equivalente a la temperatura media anual computada directamente.

*** Por ejemplo, una biotemperatura media anual de 8 grados y una precipitación anual promedio de 350 mm., el punto cae en el centro de la formación estepa montano o zona de vida natural subhúmedo montano de la región tropical. Para una estación con una biotemperatura de 22°C y 4400 mm. de precipitación anual, el punto cae en el triángulo transicional entre las formaciones bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo subtropical y bosque pluvial subtropical de esta región (provincias de humedad, perhúmedas y superhúmedas, respectivamente).

Con base solamente en la biotemperatura media anual, se puede calcular el potencial de evapotranspiración para la estación en cuestión. Según una publicación nueva de Holdridge, la evapotranspiración potencial total, para el año promedio en condiciones de suelo zonal y de vegetación "climax", es equivalente a la biotemperatura media anual multiplicada por 58.93. Es decir, que para cada grado C. de biotemperatura (lo que afecta tanto a la evaporación como al crecimiento y a la transpiración de las plantas) habrá aproximadamente 59 mm. de la precipitación total, devuelta directamente a la atmósfera en evapotranspiración durante el curso del año promedio.* Se puede averiguar este valor para ciertas temperaturas directamente de la carta de alineamiento que se ha añadido a la figura 1.

La relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación, en mm., nos da la razón de evapotranspiración potencial o sea el tercer factor matemático empleado para definir las formaciones en el esquema presentado. Este valor es una medida de la efectividad de la precipitación y es principalmente una función de los otros dos factores discutidos, considerados en términos de la vegetación climax de la asociación climática.** Como se puede apreciar, este valor varía directamente con la precipitación e indirectamente con la biotemperatura media anual. De dos lugares que reciban las mismas cantidades de precipitación total anual, aquel que tenga la biotemperatura más elevada es el que acusa una relación de evapotranspiración potencial mayor, y viceversa. Es de advertir, también, que el cambio siempre es progresivo. En el esquema, la línea índice (1.0) de evapotranspiración potencial marca la división entre climas húmedos y subhúmedos. Cualquier punto en esta línea recibe, teóricamente una cantidad de precipitación exactamente igual a la evapotranspiración potencial, en mm, de la vegetación primaria de la asociación climática. En las formaciones hacia la derecha de esta línea, los climas (provincias de humedad) son húmedas, perhúmedas y superhúmedas y, en la misma forma, las formaciones hacia la izquierda, son subhúmedas, semiáridas, peráridas, superáridas o resacas, según la relación logarítmica mostrada en el esquema (Fig. 1).

La evapotranspiración potencial no es igual a la evapotranspiración real, ya que ésta representa la cantidad de agua transpirada a través de la vegetación, más aquella cantidad de agua que se evapora directamente del suelo, de un área durante un período determinado, si esa cantidad de agua estuviese disponible. Es decir que representa la necesidad de agua para el desarrollo normal y completo de la vegetación climax permitida, para un lugar dado, en vista de la eficiencia térmica o biotemperatura de dicho lugar. Siempre que la disponibilidad de humedad sea mayor que la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración real será igual a las necesidades de agua, más un so-

* L. R. Holdridge "A Simple Method for Determining Potential Evapotranspiration", Science, Vol. 130, September, 1959.

** La asociación climática de una formación es aquella asociación vegetal que se desarrolla sobre condiciones edáficas "normales" para el clima, es decir sobre los suelos maduros derivados de materiales geológicos ni muy ácidos, ni muy alcalinos o deficientes en elementos comunes. La asociación climática debe ocupar suelos bien drenados y oreados, que muestren más las influencias del clima y vegetación natural a través del tiempo y que sean parecidos a los llamados suelos "zonales" por la ciencia edafológica.

Sistema de Clasificación de las FORMACIONES VEGETALES O ZONAS DE VIDA NATURAL DEL MUNDO

por L.R. Holdridge

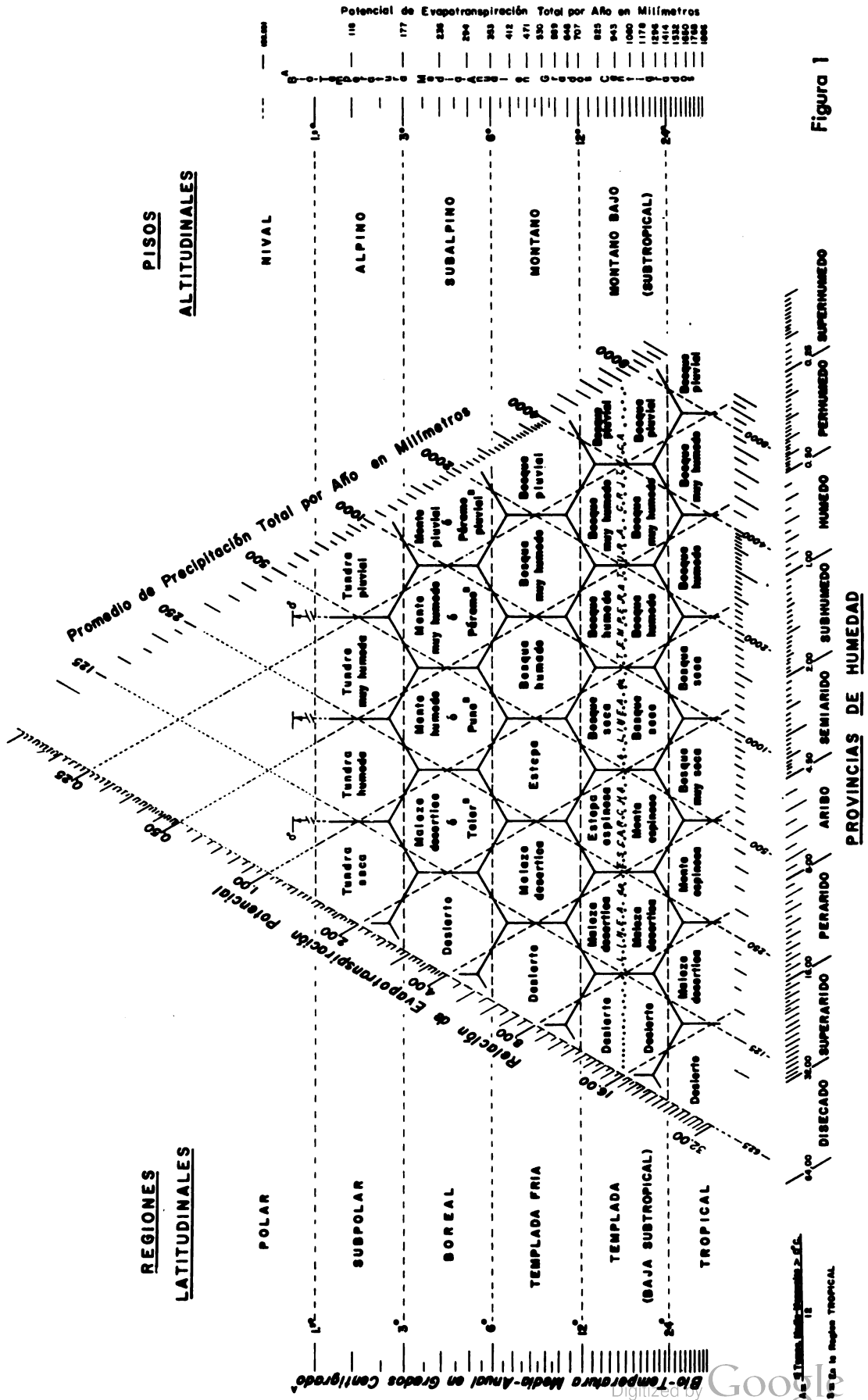


Figura 1

brante. Este sobrante, puede almacenarse en el suelo, o puede escurrirse, o puede pasar por infiltración al subsuelo. Según lo que ocurra, el clima se hace húmedo o más que húmedo durante parte o todo el año. Pero en donde la disponibilidad de humedad (precipitación) es menor que la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración real también será menor en la relación indicada, que la cantidad que potencialmente puede ser evapotranspirada. La vegetación pues, se muere, inverna o adquiere hábitos especiales para conservar su humedad. Tiende por ejemplo, a crecer en comunidades más raras y de más bajo porte. Usando este sistema, se compara directamente la precipitación, la que en sí misma tiene poco aprovechamiento por los organismos vivos, y la biotemperatura, para determinar el grado de exceso o de insuficiencia de humedad disponible en el suelo para el crecimiento vegetal, que tanto influye en consideraciones de riego, de avenamiento, de erosión y de escurrimiento hidrológico.

Levantamiento del Mapa Ecológico del Perú

Durante casi quince años el doctor Holdridge, autor de este sistema, y algunos de sus colaboradores, estudiantes postgraduados, dasónomos y ecólogos del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, han llevado a cabo estudios destinados a fijar objetivamente las características distintivas de fisonomía y formas biológicas de las formaciones vegetales establecidas en la clasificación que lleva su nombre. Igualmente, ellos seleccionaron un grupo de especies indicadoras, para áreas locales. Para las formaciones más comúnmente encontradas en los trópicos americanos, estas características fueron bien establecidas hace algún tiempo. Es de desear que mediante el presente estudio, se logre obtener nueva y útil información de esta índole para las formaciones más raras del trópico en especial para los climas áridos y fríos ubicados solamente en las zonas desérticas y altoandinas del Perú. La importancia de poder obtener y aprovechar este criterio para identificar las formaciones con base en el conocimiento de su vegetación se puede apreciar cuantas veces se trate de encontrar datos meteorológicos fidedignos en la mayoría de países suramericanos, inclusive en el Perú.

En el año 1953, cuando el autor empezó a recopilar información básica para la confección de este mapa, fue posible obtener datos de un total de 48 estaciones meteorológicas. En varias de éstas, había solamente datos de precipitación o de temperatura, y el número de observaciones promedio de los registros disponibles, era menor de 10 años. Esto iba a significar que los cálculos de promedios, no iban a tener ni el peso ni la precisión deseable que se obtienen con resultados de observaciones tomadas durante largos períodos de tiempo. Además, muchos de los datos originales* contenían tantos errores obvios que fueron considerados como de índole muy dudosa. Además de la muy baja densidad de estaciones (alrededor de una estación por 27,000 Km² del territorio nacional), se encontró que 24 ó sea el 50% de estas estaciones estaban ubicadas a lo largo de la costa desértica, donde hay relativamente poca variabilidad climática, mientras existía solamente 19 estaciones en toda la Sierra y no más de 5 en la vasta zona selvática de la Montaña. En vista de estas deficiencias meteorológicas, no hubiera sido posible levantar un mapa,

* Archivados por el Servicio de Meteorología, Ministerio de Aeronáutica del Perú, Otras fuentes fueron: CORPAC, S.C.I.P.A., Cerro de Pasco Corporation.

honesto y de utilidad, con miras a mostrar el ambiente climático con base a estos datos únicamente.*

Felizmente, ya existía el criterio de usar la vegetación para la identificación de muchas formaciones según la clasificación de Holdridge y se ha resuelto aplicarlo directamente en estudios empíricos en el campo, empleando las técnicas de observación desarrolladas por dicho científico en sus investigaciones ecológicas en Guatemala, Costa Rica y Venezuela.** Estas técnicas se han refinado durante el curso del presente estudio, añadiendo, a base de repetidas observaciones, nuevas consideraciones sobre la vegetación natural de la sucesión secundaria y sobre ciertas características culturales, como cosechas típicas, prácticas agrícolas y ganaderas y uso de la tierra, para las áreas de estas formaciones densamente pobladas en donde hoy día queda muy poco o nada de la vegetación natural primaria. Los puntos más salientes y significativos de estas observaciones forman una parte del texto de esta memoria.

Debido a las limitaciones de tiempo y de facilidades antes mencionadas, hubo ciertos sectores aislados de la región andina, de la Ceja de la Montaña y de la Selva, donde no fue posible hacer ninguna observación directa. Los detalles para estos sectores se han interpolado en el mapa empleando una variedad de criterios auxiliares. Estos criterios, incluyeron en primer término, las excelentes descripciones de la flora y vegetación de diversas áreas de la costa y de la sierra en la clásica y monumental obra de A. Weberbauer.*** Para todas las áreas estudiadas personalmente, el autor estableció una correlación entre la clasificación de formaciones vegetales, según Holdridge, y las descripciones fitogeográficas y colecciones botánicas de Weberbauer. Después, con base en estas correlaciones, fue posible delinear en el mapa básico, para las áreas no visitadas, la relación establecida. Indudablemente, el mapa final que aquí presentamos tiene una deuda de gratitud con el famoso botánico Weberbauer, fallecido hace quince años. Sus precisas y detalladas observaciones y colecciones, hechas laboriosamente, en la primera parte de este siglo, en áreas de difícil acceso, a pie y a lomo de mula, han contribuido muy significativamente, tanto en la precisión de este mapa como en la rapidez de su conclusión.

Otros elementos básicos que estuvieron disponibles para realizar el levantamiento final fueron, la carta geodésica usada como base, a la escala de 1:1,000,000, y una investigación y aplicación del conocimiento de condiciones generales atmosféricas. El

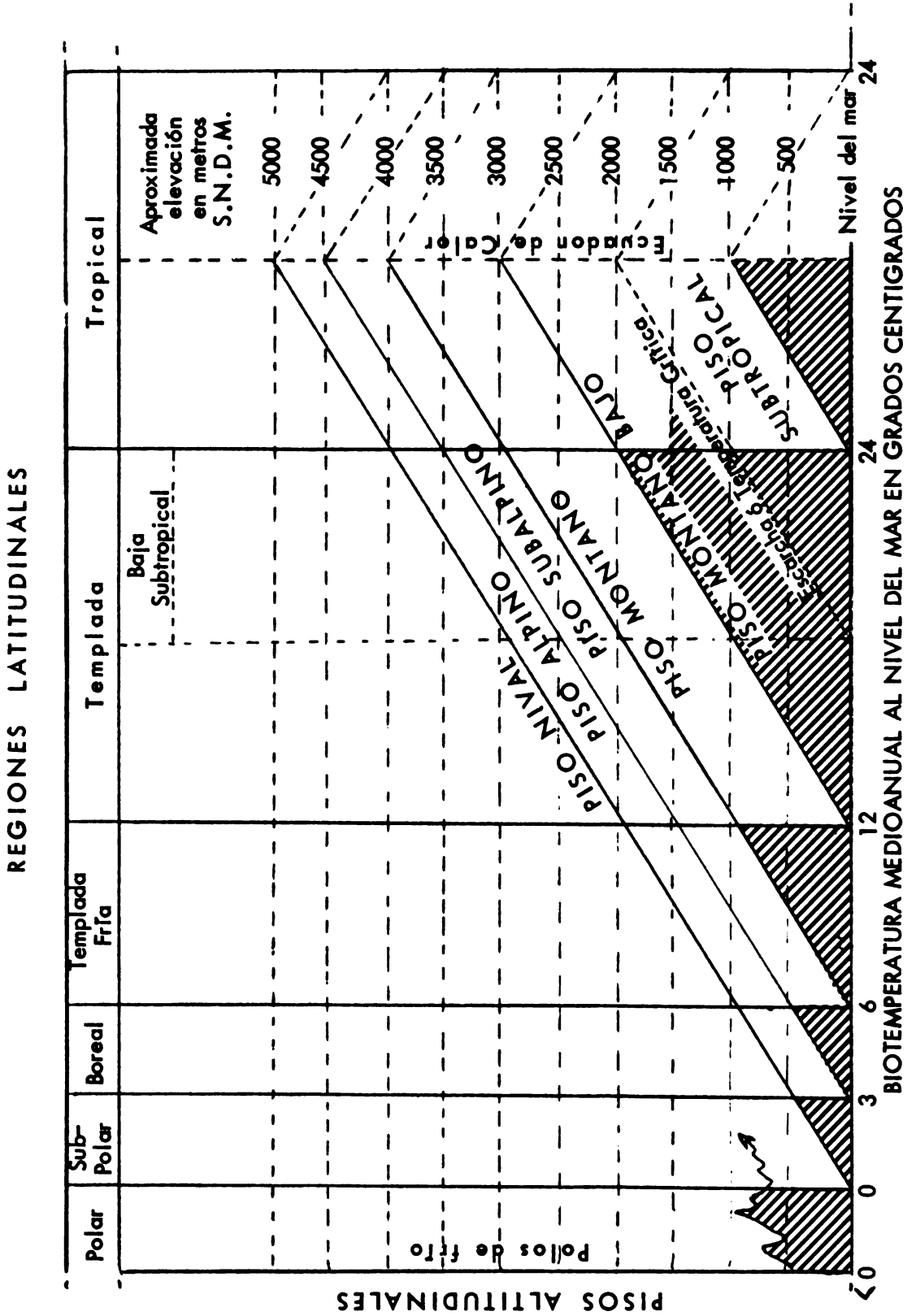
* Esta situación, tan grave con respecto al pronóstico del tiempo para las zonas rurales y agrícolas del país, no ha mejorado durante el período de los últimos siete años. Debe verse la discusión detallada de esta situación en el informe PS/A/1, "El Clima y la Ecología" del Plan Regional para el desarrollo del sur del Perú, op. cit., pp. 37-45.

** Consejo de Bienestar Rural, Problemas Económicos y Sociales de los Andes Venezolanos, Partel, Capítulo II, "El Clima" (por L. R. Holdridge); Caracas, Venezuela: C.B.R., 1953-1954, pp. 50-55.

*** Agustín Weberbauer, El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos: (Traducción de Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1911), Lima, Perú: Ministerio de Agricultura, 1945.

Figura 2

Bosquejo demostrando la posición relativa aproximada de las Regiones Latitudinales y Pisos Altitudinales nombrados en el bosquejo de Formaciones Vegetales o Zonas de Vida Natural del Mundo según la clasificación de L. R. Holdridge (Figura 1).



mapa geodésico* sirvió desde el principio. Antes de salir al campo, se ubicó en forma correcta sobre el mapa, la posición geográfica de todos los datos meteorológicos (Apéndice A, Cuadro 5) obtenidos, referentes a las formaciones a que pertenecían las estaciones. Tales puntos sirvieron para guiar y confrontar el trabajo de delineación del mapa ecológico, en las pocas áreas en que existían estas estaciones.

Viajando sobre la red de carreteras y caminos y, utilizando las vías aéreas y fluviales, se establecieron los lugares de cambio de las formaciones fuera de los puntos de referencia. Todo cambio de piso altitudinal se midió con altímetro. Se establecieron las líneas de contornos de acuerdo con su elevación sobre el nivel del mar, para las isotermas críticas que separan estos pisos en relación a las distintas provincias de humedad, la ubicación latitudinal y la exposición geográfica dentro del país. Sobre la base de estos perfiles se extendieron las líneas de demarcación de los pisos, por directa interpolación, guiadas por las curvas de nivel del mapa geodésico. De manera que la precisión del mapa ecológico depende en gran parte, de la precisión de aquel mapa básico. En relación al grado de precisión del mapa base, se sabe que es mucho mayor en todas aquellas áreas donde se terminó antes de 1952 la confección de las hojas topográficas de la Carta Nacional a escalas mayores de 1:1,000,000 y es menor en las áreas selváticas, para las cuales existía solamente observaciones astronómicas de puntos geográficos muy esparcidos sobre algunos ríos y puestos fronterizos.

El último criterio seguido para la delineación del mapa de las formaciones, en las áreas no accesibles a la observación directa, fue mediante el uso de datos de observaciones climatológicas generales, obtenidas de estudios de climatología del Perú y países vecinos. También de estudios de datos meteorológicos más específicos de diversas estaciones que poseían datos fidedignos correspondientes a largos períodos de observación. En cada uno de los capítulos de esta memoria que se refieren específicamente a cada formación, se comentan los datos usados, en forma aislada. Se comenta también, con cierto detalle, en cada uno de ellos, si dentro del área que les corresponde a cada formación hay una o más estaciones meteorológicas.

Cómo Interpretar el Mapa

Para cada formación vegetal o zona de vida natural cuyas distribuciones están indicadas en el mapa, hay un símbolo, un color y un tono distinto. El símbolo está basado en las iniciales del título de la formación, letras minúsculas para la designación específica y letras mayúsculas para el piso altitudinal a que pertenece. Por ejemplo, el símbolo bmh-MB se refiere a la formación bosque muy húmedo montano bajo. Queda entendido que todas las formaciones son de la región latitudinal tropical y esta adición a sus títulos no se incluye por razones de conveniencia cartográfica. Los colores usados se escogieron para dar una impresión subjetiva de las condiciones de humedad y de vegetación, rojo y naranja para condiciones desérticas y xerofíticas de climas áridos; amarillo y olivo para los climas subhúmedos o húmedos de vegetación estacional; verde y violeta

* Instituto Geográfico Militar, Mapa del Perú (Topográfica), Escala 1:1,000,000, Proyección Conforme de Lambert con 2 Paralelos Standard en 7° y 20°. Lima: Instituto Geográfico Militar, 1952.

para las perhúmedas, de vegetación siempre verde. Los tonos corresponden a las condiciones térmicas, refiriéndose a los pisos altitudinales de la región tropical. Así, un tono sólido, es un clima cálido de piso tropical basal, los tonos progresivamente menos espesos o densos indican temperaturas medias anuales más frescas, siendo progresivamente más livianas a través de los seis pisos altitudinales hasta llegar al piso nival, de nieve perpetua, que es blanco. Por razones de presupuesto en la impresión del mapa, no fue posible emplear colores distintos para todas las ocho provincias de humedad representadas y por eso se han adaptado tonos especiales para ciertas formaciones marginales de limitada extensión geográfica total.

Se puede identificar la formación, observando solamente el color y el tono. (Las extensiones pequeñas de una formación no tienen el símbolo correspondiente). Una vez que se obtiene el título descriptivo se va a las referencias del mapa para determinar las condiciones de clima según el esbozo esquemático de la clasificación. Se puede notar, en el mapa, que las líneas negras que separan una formación de la otra son de dos clases: continuas y discontinuas. Las líneas continuas indican un cambio de un piso altitudinal a otro y muy aproximadamente corresponden a isotermas. Las líneas discontinuas rayadas marcan la posición de cambios de la efectividad de precipitación por provincias de humedad, y aproximadamente son equivalentes a isoyetas. Aunque no sea siempre de gran precisión, se puede calcular por interpolación la precipitación, biotemperatura y relación de evapotranspiración potencial anual de cualquier punto en el mapa si se supone que los cambios entre cualquiera de estas dos líneas son regularmente progresivos. Por ejemplo, un punto ubicado en el centro de un área de la formación bosque seco tropical, entre bosque húmedo tropical y bosque muy seco tropical debe recibir unas 1500 mm. de precipitación total anual y tener una biotemperatura media anual algo superior a 26°C. Pero, en general, debe usarse este método con mucha precaución: los cambios climáticos no son siempre regularmente progresivos, en especial cuando se trata de áreas extensas de la misma formación.

Se debe mencionar que es posible determinar la elevación de cualquier punto o lugar en el mapa, así como las características locales de relieve y datos de ubicación de pueblos menores, divisiones políticas, etc. solamente por superposición sobre el Mapa del Perú (Geodésico y/o Político) a la escala 1:1,000,000, ya que fue éste el que sirvió como base exacta para el mapa ecológico en su forma final. En ningún caso debe cometerse el error de usar este mapa como sustituto de un mapa topográfico. Esto no es correcto, porque los pisos altitudinales no corresponden, excepto en sentido muy vago, con las curvas de nivel representadas con relación al nivel medio del mar.

La Memoria Explicativa

Al terminar el mapa se decidió escribir una memoria general, con el objeto de señalar sus bases y algo de su significación, haciendo su uso más completo y útil como obra de referencia. Esta idea recibió estímulo por parte de numerosos profesores, técnicos e instituciones, quienes solicitaron el mapa ecológico y una interpretación de su contenido con referencia a diversas actividades especializadas. En especial, se recibió mayor estímulo de parte de las personas que están dedicadas a la aplicación de técnicas avanzadas de las ciencias biológicas, económicas y sociales en los problemas de colonización, reforma agraria y de desarrollo económico del Perú.

Lo que se empezó como un trabajo muy generalizado y corto, se ha vuelto más específico y largo, lo que ha demorado su publicación. Sea como fuera, se presenta a continuación una serie de capítulos cada uno de los cuales trata separadamente de una de las formaciones. En ciertos casos especiales, trata de un grupo muy relacionado de formaciones o zonas de vida natural. Para cada formación se ha intentado discutir su localización y los factores climáticos que la determinan y su tiempo dominante, y se ha tratado también de dar ideas acerca de lo que se conoce hasta hoy día, de la topografía que tienen, de los suelos que se han desarrollado bajo las condiciones generales de relieve, geología, clima y vegetación natural. También se ha tratado de dar una descripción de las características fisonómicas y florísticas de su vegetación natural "climax", en donde ésta todavía persiste. Y con más reserva por tratarse de aspectos menos firmes desde el punto de vista científico, se discuten los aspectos observados en el campo, sobre su población humana. En especial, sobre el uso que dan a las distintas clases de tierras dentro de la formación: tipo de agricultura, ganadería, y práctica forestal actualmente en progreso; las condiciones demográficas generales, y una estimación de los problemas que tienen que afrontar aquellas personas que se dedican a la introducción de cambios en la cultura tecnológica con miras de desarrollo socioeconómico, reforma agraria o colonización. Al terminar, se consideran diversos aspectos relacionados con la conservación de los recursos naturales renovables: suelos, aguas, vegetación natural y la fauna silvestre.

La presentación se ha ordenado, siguiendo en primer lugar un criterio geográfico. Se comienza con las formaciones muy áridas de la costa hasta terminar con las formaciones más alejadas de los centros poblados, o sea, aquellas que se encuentran ubicadas en las selvas húmedas del Amazonas. En segundo término, la presentación de las formaciones, obedece a un ordenamiento por categorías de relaciones para cada formación individual. Así uno puede escoger la formación o formaciones en que se interesa, buscando en los subcapítulos de cada una la información específica que desea. Esta modalidad se presta más bien al estudio comparativo de factores individuales en cuanto se desee, y también a la referencia específica. El autor, a pesar de las obvias deficiencias de la obra, abriga la esperanza de que ella puede ofrecer cierta utilidad a diversos campos tanto de la ciencia pura, como de la aplicada, y al bienestar humano del Perú.

CAPITULO 2

DESIERTO SUBTROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Formación típica de la zona costanera del Perú desde el Alto hasta la frontera con Chile. Ocupa alrededor de 75,249 Km² en total. Se extiende desde el mar hacia el este, tierra adentro, hasta una distancia que varía con la latitud, la elevación y la extensión hacia el oeste de las lluvias veraniegas de los Andes. A excepción del extremo sur, la formación no es típica de las latitudes en que se encuentra. Se debe a la bien conocida influencia de las aguas frías marinas que bordean la costa peruana, sobre la temperatura del aire de la tierra adyacente. Donde la formación se extiende más arriba de 500 ó 600 metros, la temperatura se normaliza de acuerdo con la latitud. La carencia de lluvias continúa debido a la alta barrera de los Andes, ubicada al este, y a la poca capacidad de los aires fríos del Pacífico para absorber la humedad del mar.

Las temperaturas más bajas, alrededor de 18°C. en el centro y en el sur, se encuentran más cerca del mar. Van aumentando progresivamente conforme se va entrando a tierra, hasta que empiezan a bajar de nuevo a causa de la elevación del terreno. En el norte, donde el mar es menos frío, y la llanura costera es baja y muy ancha, las temperaturas cerca del mar son más altas. La formación es reemplazada tierra adentro por formaciones verdaderamente tropicales, mucho antes de llegar a las vertientes occidentales de los Andes.

Entre Chiclayo y Chincha, la llanura es más estrecha y las lluvias veraniegas de los Andes se extienden bien al oeste. Por todo este sector la formación colinda con la formación maleza desértica subtropical, unos 30 a 50 kilómetros adentro de la costa y entre 200 y 1000 metros de altura. Más al sur, las lluvias veraniegas de los Andes disminuyen bastante y la formación llega a veces casi 100 Km. tierra adentro (Ica) hasta los límites superiores del piso altitudinal subtropical (entre 1800 metros arriba de Acari hasta sólo 500 metros cerca de Tacna). Aquí colinda con la formación desierto montano bajo. Excepto en el sector del norte, la poca lluvia que cae se recibe, casi en su totalidad, en forma de garúas o lloviznas finas, las cuales se encuentran relacionadas con las neblinas

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo d-ST, color rosado, tono rayas finas anguladas, agrietada.

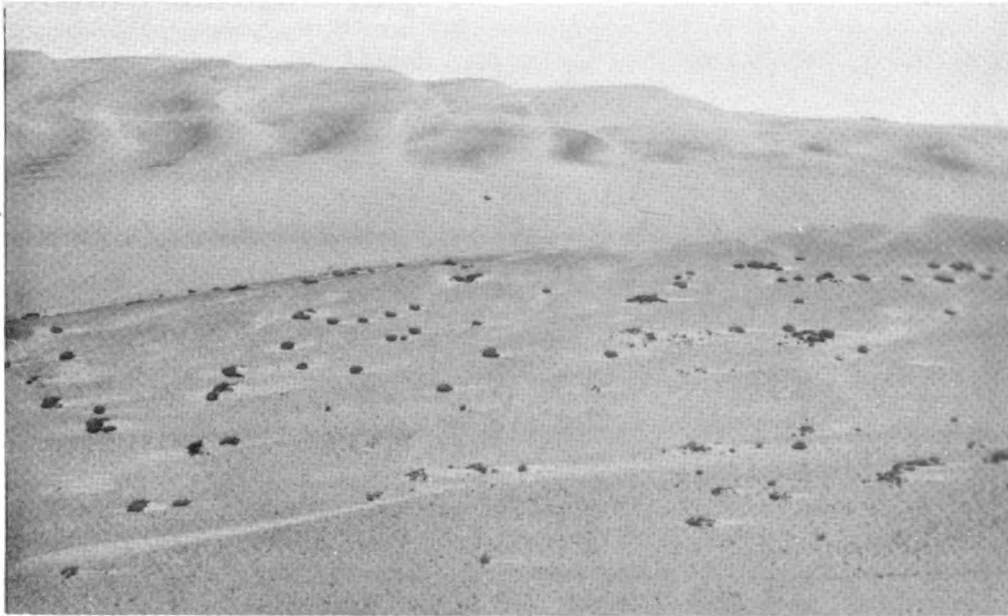


Figura 3
Desierto subtropical: Asociación de tillandansias grises (*Tillandsia spp.*) sobre inmensas dunas de arena, tierra adentro del litoral, cercano a Trujillo.



Figura 4
Desierto subtropical: Roca desnuda caracteriza zonas azotadas constantemente por el viento. Entre Afico y Camaná, a corta distancia del mar. Costa sur.

pesadas que bajan sobre la costa durante los seis meses de invierno. Sin embargo, el total anual de precipitación, sea de verano como en el norte o de invierno como en el resto del área que comprende la formación, no sobrepasa a unos 30 mm. promedio para la costa. Además es muy variable en cantidad de año a año.

Topografía, Vegetación y Suelos

Como es tan extensa y continua, la formación extiende su influencia sobre estructuras geológicas muy diversas. Con los siglos se han producido una variedad de regiones fisiográficamente distintas, pero en todas ellas se nota el efecto de una aridez completa.

Como la mayor parte del territorio no ha sido regado o no puede regarse, hay vastas extensiones en donde no se encuentra ni una planta de raíz. En estas áreas no hay una edafización verdadera. La roca madre expuesta en los cerros costaneros, se desintegra lentamente en forma puramente física bajo el sol del día y la irradiación de la noche, pero no se descompone en forma química, ni hay humus o vida biótica que liguen las partículas minerales así producidas. El viento es la fuerza predominante de erosión. Tiene una acción muy selectiva sobre las partículas minerales flojas de la superficie. Soplamente y con más fuerza desde el mar hacia el interior llevando las partículas más finas a grandes distancias tierra adentro, a veces, hasta la sierra, depositándolas en sitios abrigados.

Las arenas de terrazas marinas elevadas y de las playas actuales, son llevadas también hacia adentro pero a menos distancia, de acuerdo con su tamaño, formando llanuras inclinadas y dunas de distintas clases, algunas inmensas. Estas dunas también se forman por los flancos y cumbres de los cerros mismos, a veces a más de 1000 metros de altura.

Bajo la acción del viento, la tierra es desplazada hacia el interior en vez de ser desplazada hacia el mar tal como ocurre bajo la erosión fluvial. Donde no hay riego o cauces ribereños, la condición desértica es absoluta.

Solamente donde los ríos permanentes, procedentes de las cumbres nevadas, glaciares y vertientes occidentales de la sierra, penetran hasta el mar, puede encontrarse vegetación, tierras de uso agrario y de potencial agrícola. En sus orígenes los cauces y abanicos aluviales de esos ríos mantuvieron una vegetación, en su mayor parte de arbustos y árboles de raíces profundas que vivían del agua subterránea y las inundaciones. Para formar los abanicos aluviales, los ríos depositaban grandes cantidades de minerales y materia orgánica, traídos de tierras más húmedas de la sierra. Así se formaron los suelos zonales desérticos. Después de siglos de uso humano bajo riego, algunos de estos suelos imperfectos y alcalinos se han transformado en suelos muy laborables y productivos para la agricultura. Aunque algunos de éstos suelen ser hoy de los más productores y valiosos en el Perú, hay otros que presentan ciertas deficiencias marcadas para la agricultura, a pesar de ser regables, por su alto contenido de piedras, su alcalinidad, o por estar excesiva o imperfectamente drenados.

En una franja angosta, inmediatamente detrás de la playa misma, en varios lugares de la costa, se encuentra también zonas restringidas de vegetación herbácea o subarbus-

tiva, que crece en suelo arenoso. Entre las asociaciones vegetativas, una, la graminial marítima, se usa para el pastoreo aunque no es de buena calidad. La alta salinidad de los suelos en estos lugares impide que se usen para cultivos.

Uso de la Tierra

En la mayor parte de su extensión territorial, la formación desierto subtropical no es, ni puede ser usada para fines agropecuarios o forestales. Solamente en aquellos lugares donde el terreno, por su configuración, carácter edáfico, y accesibilidad a los ríos procedentes de la sierra con caudal permanente, pueden ser regados, hay cultivo y utilización del suelo. Aproximadamente, en un 10% de su extensión, que comprende principalmente los grandes abanicos aluviales de los ríos principales permanentes,* se encuentra una agricultura intensiva y una alta densidad de población humana.

Son tan valiosos los terrenos irrigados que se usan casi en su totalidad para el cultivo de sementeras comerciales, tales como algodón, caña de azúcar y arroz. En la sección norte de la formación, entre Piura y Pacasmayo donde las temperaturas medias anuales son las más altas de la formación, se cultiva principalmente arroz y algodón tipo "Pima". Entre Pacasmayo y Pativilca predomina la caña de azúcar, y en el Centro, entre Huacho y Pisco se dedican casi exclusivamente al sembrío de algodón de tipo "Tanguis". Más al sur, el terreno se reparte entre algodón "Tanguis", uvas, forraje y hortalizas. Por toda el área hay extensiones menores de cosechas secundarias destinadas al consumo interno. Estas cosechas varían de un lugar a otro, pues las hay de hortalizas, yuca y camote, plátanos, maíz, frijoles, cítricos y otros frutales, forrajes (principalmente alfalfa), olivos y papas.

La gran variedad de cosechas que se siembran actualmente en esta formación se debe mayormente a las condiciones intermedias de temperatura reinante y la posibilidad de regular en forma más o menos precisa el contenido de humedad en el suelo por medio de riego. El piso (tropical) subtropical reúne temperaturas que sólo sufren una moderada variación dentro del año, lo que favorece la aclimatación de una gran variedad de especies cultivadas, nativas de zonas que abarcan desde el trópico verdadero hasta el templado. Hay muchas especies además, no cultivadas en esta formación todavía, las cuales deben crecer aquí con todo éxito, ya sea de primera intención, o después de su aclimatación y selección experimental. Se puede recomendar, especialmente, la introducción y ensayo experimental de muchas especies de frutales y nueces, granos y forrajes.

Aunque la formación abarca, sin duda, los terrenos más valiosos y productivos de la nación, hay ciertas limitaciones climatológicas, aparte del problema del agua. Uno es la alta nubosidad que existe en muchas partes durante casi ocho meses del año. Esta nubosidad es más intensa y prolongada en el centro y sur. Se debe al bien conocido efecto de las aguas frías de la costa que producen una "neblina de advección" que según la latitud y el tiempo, empieza al nivel del mar hasta 500 metros de altura sobre la costa, y

* Piura, Leche, Lambayeque, Reque, Jequetepeque, Saña, Chicama, Santa, Casma, Fortaleza, Pativilca, Huaura, Chancay, Rímac, Lurín, Cañete, Pisco, Ica, Yauca, Camaná, Víctor y Tambo.



Figura 5
Desierto subtropical: Asociación atmosférica de elevada nubosidad cercano al mar al norte de Huarney. La vegetación consiste en tillandsias grises (*Tillandsia* spp.). Estas plantas no tienen raíces, pues, son "epifitas" del suelo mismo.

se disipa en la parte alta, tierra adentro, entre 700 y 1000 metros de altura. Esta neblina es más fuerte y baja durante las horas de la noche, disipándose a veces tierra adentro durante las tardes, y dando origen a las "garúas" o lluvias finísimas que azotan periódicamente la costa durante los meses de invierno. A la nubosidad casi continua se debe la baja incidencia de sol; y en parte, la temperatura media anual reducida, para tal latitud. A la misma razón, se debe también, la alta humedad relativa y la falta de radiación nocturna de calor. Durante los meses de invierno, especialmente los más fríos, junio hasta octubre, muchos sembríos no crecen bien por falta de temperatura y sol durante el día. La caña de azúcar, cultivo perenne y sumamente tropical, sufre más en este sentido. Durante los meses fríos crece lentamente y tiene bajo contenido de azúcar. La alta humedad relativa de estos meses, además, favorece el desarrollo de organismos patógenos, en especial hongos e insectos chupadores que atacan los cultivos elevando así el costo de producción. Durante los meses de verano, además hay vientos fuertes del mar que soplan en las horas de la tarde, los cuales, en combinación con el sol fuerte y el aire seco de estos meses, originan aumento de la evapotranspiración; causan erosión del suelo y tormentas locales de polvo; y, a veces, producen verdadero daño mecánico en los cultivos mismos.

Considerando el altísimo valor de los terrenos regados para cultivos comerciales y de exportación, no se puede considerar económico el uso de esos terrenos ni siquiera en parte, para el pastoreo de animales, aunque las temperaturas son casi ideales para la crianza de ganado y para el cultivo de muchas especies de gramíneas y forrajes para su alimentación. La industria lechera constituye, hoy en día, la principal actividad ganadera dentro de la formación, y tiene un desarrollo apreciable alrededor de los grandes centros de consumo. Sin embargo, este ganado no se alimenta por pastoreo, sino que es alimentado en el establo con forrajes cortados, especialmente alfalfa y maíz verde en tallo, y reciben su ejercicio en terrenos de cultivo en descanso o en áreas sin riego o que bordean valles regados. Además del ganado vacuno también hay una cantidad considerable de burros y cabras. Estas últimas se crían para leche y carne, en forma ambulante, aprovechando los diversos pastos naturales de las playas, las "lomas" adyacentes y los campos de cultivo en descanso.

Finalmente, existe la posibilidad, poco aceptada aún por la mayoría de los hacendados, de aprovechar los terrenos pobres o con poca agua de riego disponible, para cultivo de árboles forestales. En muchas de las grandes haciendas que caracterizan la formación, hay ciertas áreas (algunas bastante extensas) de terrenos regados pero no dotados de agua suficiente, durante el año promedio, para el cultivo de las cosechas típicas. Hay otras que por el carácter de sus suelos o por su gradiente, se cultivan con dificultad o su producción no es económica. Para el uso de estos terrenos existe una conocida variedad de especies valiosas por su madera, que son perfectamente adaptables a las condiciones ecológicas descritas: temperatura subtropical con invierno fresco y húmedo, períodos anuales de poca o ninguna agua para riego, suelos arenosos, pedregosos o salinos, y terrenos en declive. Económicamente la forestación de dichas áreas debe producir buenas ganancias para sus dueños, además de solucionar la urgente necesidad de productos forestales que existe, sobre todo en la costa. La escasez de bosques y plantaciones forestales existentes en todas las formaciones desérticas, sumada a la población relativamente alta en sus sectores cultivados, se refleja en un costo muy alto de importación y distribución de madera.

Aunque ya se nota alguna tendencia de plantar árboles tanto maderables y como para postes y leña, todavía hay un campo muy vasto, desde el punto de vista económico y

ecológico, para un desarrollo mayor. Se sugiere también un uso mayor y mejor de cortinas rompevientos, por su alto valor de protección contra los efectos destructivos de los vientos del verano, ya mencionados anteriormente. Para tales cortinas se pueden usar especies valiosas que puedan utilizarse en el futuro por su madera o para leña.

CAPITULO 3

DESIERTO TROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

La formación no es muy extensa y no tiene importancia económica en el Perú. Ocupa alrededor de 2,815 Km², cuyo total se encuentra en un solo bloque triangular en el centro de la ancha llanura costanera del norte, inmediatamente al sur y sureste de Piura. Tiene interés académico en el sentido de que pudiera ser la única representación en América del Sur de una formación que es muy escasa hoy en día en el mundo; aunque este desierto, al igual que el desierto subtropical que lo bordea junto al mar, se debe a los mismos factores, es decir, a la barrera de los Andes ubicados al este, y al efecto de las aguas, relativamente frías del Pacífico sobre la costa peruana. Las temperaturas medias anuales son más altas, exceden a 24°C. a causa de su ubicación relativamente cerca al Ecuador (5°-20' hasta 6° sur) y de su posición tierra adentro con relación a la baja y ancha llanura que caracteriza estas latitudes de la costa. Además, en relación al desierto subtropical, esta formación tiene menos variabilidad de temperatura media durante los doce meses del año, hay menos meses nublados y frescos, y aún en estos meses tiene mayor incidencia de sol. A causa de la poca nubosidad que esta formación tiene durante el año, los días son muy cálidos y las noches algo frescas, puesto que no hay nada que impida la radiación del calor nocturno. También a diferencia del desierto subtropical, la escasa lluvia que recibe viene en forma de cortos chubascos veraniegos. Considerando plazos largos, porque su cantidad es muy variable de año a año, el promedio de lluvias varía de casi nada (donde se une con el desierto subtropical en el oeste) hasta 125 mm. en la transición a la formación maleza desértica subtropical, ubicada al este.

Topografía, Vegetación y Suelos

El territorio que incluye esta formación es sin duda, uno de los más inhóspitos, monótonos y desagradables en toda la región de los desiertos costaneros. No cuenta con agua de ningún río permanente, y el agua subterránea que proviene de los cauces de los

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo d-T, en color rojo, rayas gruesas.

ríos de corrientes ocasionales (conocidos en el lugar como "vegas") es tan escasa y profunda que, con pocas excepciones, no es aprovechable ni por el hombre ni por los animales. La topografía del terreno varía entre relativamente plano y ondulado. Su origen geológico, está constituido por sedimentos cuaternarios, especialmente arenas, con elevaciones entre 50 y 150 metros. En algunos lugares, sobre todo en las quebradas secas de las vegas, tiene una vegetación de pequeños árboles (*Capparis spp.*) y arbustos dispersos de tipo muy xerofítico, y entre ellos, un suelo desprovisto de vegetación.

En aquellos años, que son muy raros, en los que ocurre una mayor precipitación, se desarrolla una vegetación de pequeñas hierbas efímeras con un ciclo de vida muy corto, pues se secan inmediatamente después de su floración. En algunos lugares hay "mares de dunas pequeñas", en otros, hay planicies de suelo compacto de arena fina. En el sentido estricto de la palabra no existen suelos verdaderos.

Uso de la Tierra

El territorio comprendido en esta formación casi no tiene población humana. Las actividades agrícolas o ganaderas no se desarrollan ni pueden desarrollarse debido a la completa ausencia de riego o agua potable y al hecho de tener suelos arenosos con drenaje excesivo. Los pequeños árboles y arbustos dispersos no tienen ningún valor para su explotación.

CAPITULO 4

DESIERTO MONTANO BAJO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación se encuentra solamente al sur de la latitud 15° hasta la frontera con Chile, sobre las altas planicies de la región costanera y las vertientes bajas occidentales de los Andes. Ocupa unos 11,811 Km² en total, dividiéndose el área en varios bloques, desde pequeños a grandes, de conformidad con la fisiografía y separados uno del otro por los grandes cañones de los ríos principales que penetran hasta la costa. Excepto en algunos lugares en donde se hace conexión directa con las asociaciones atmosféricas chaparral bajo y chaparral alto del piso montano bajo cerca a la costa, la formación siempre colinda en su parte baja y al suroeste con el desierto subtropical. Se distingue de éste sólo por sus temperaturas medias anuales menores de 17.5°C., ó por temperaturas mínimas absolutas menores de 0°C. También porque ocasionalmente se presentan escarchas nocturnas durante los meses de invierno. Su límite, varía en altura entre 1750 metros en el noroeste cerca de Acari hasta solamente 500 metros en los alrededores de Tacna. Por su parte alta, la formación, normalmente, limita con la formación maleza desértica montano bajo. Allá la precipitación sobrepasa 125 mm. cuando el terreno empieza a subir (alrededor de 2200 en el noroeste). Al sur de Moquegua, por otro lado, colinda directamente con la formación maleza desértica montano alrededor de esta misma elevación, y en el extremo sur cerca a la frontera con Chile, con el desierto montano, siendo las vertientes occidentales más y más áridas y frías para la misma elevación con progresión hacia el sureste.

Al igual que en el caso del desierto subtropical, el que se parece en algunas características, la razón de ser de la formación, se debe a los ya mencionados efectos del mar frío por un lado y a la alta barrera de los Andes por el otro. Esta barrera, en estas latitudes, es más seca en su parte alta; adquiere mayor altura; es más ancha; y su posición es más cercana a la región subtropical desértica del hemisferio sur. Difiere del desierto subtropical en que la formación desierto montano bajo, por su mayor elevación promedio y su ubicación tierra adentro, cuenta con menos nubosidad invernal, tiene poca o ninguna neblina o garúas (excepto en los alrededores de Tacna), los días son más

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo d-MB y en color rosado, tono ondeado.

claros y cálidos, y las noches, en promedio, son más frías. Además la poca precipitación que recibe proviene de chubascos cortos y ligeros. Estos chubascos son extensiones de las lluvias veraniegas de los Andes que incursionan en el oeste.

Topografía, Vegetación y Suelos

La ubicación típica de la formación desierto montano bajo está sobre las vastas mesetas que constituyen la llanura costanera elevada del sur. Estas mesetas se derivan de formaciones geológicas de diversos orígenes y edades, especialmente de rocas intrusivas del Cretácico-Terciario en el noroeste, rocas sedimentarias continentales del Terciario más al sur, y rocas volcánicas del Terciario-Cuaternario en el sureste. El territorio se caracteriza por grandes extensiones de terreno plano o ligeramente inclinado, poco quebrado, donde se presentan casos aislados de erosión fluvial. La tierra, presenta suelos de textura pesada, arcillosa unas veces; y otras, de textura liviana, arenosa, con alguna capa de piedras, resultante de la erosión de partículas finas producidas por el viento. Hay también regiones con dunas pequeñas, muy distanciadas una de otra, sobre la superficie. Estas planicies no tienen vegetación alguna, aunque a veces la cruzan arroyos y quebradas procedentes de terrenos más elevados del este, donde llueve algo más, sobre todo en algunos años excepcionales. En algunas de estas quebradas o "huaycos" crecen arbustos xerofíticos, espaciadamente. Por su sistema radicular profundo, pueden aprovechar la poca humedad subterránea absorbida por las arenas durante las raras ocasiones en que el agua corre por estas quebradas.

Uso de la Tierra

Por su carácter desértico absoluto, casi todo el terreno en esa formación resulta sin uso real o potencial. Solamente donde lo cruzan los ríos semipermanentes (Atico, Sihuas, Vitor, Locumba, Sana y Caplina) hay pequeñas áreas regables y adaptadas al cultivo. Debido a las temperaturas promedio más bajas, y la ocurrencia de escarcha nocturna durante el invierno, no se pueden sembrar cultivos típicos del trópico o subtropical. Por las temperaturas moderadamente altas y la alta incidencia de sol directo durante el día, prosperan los granos, sobre todo el maíz y trigo, hortalizas, papas, alfalfa y otros forrajes, y frutales temporales como el durazno, la ciruela y el manzano.

CAPITULO 5

DESIERTO MONTANO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación ocupa un área muy restringida de unos 283 Km² sobre las vertientes occidentales de los Andes en el extremo sur. Forma una franja muy angosta entre las formaciones desierto montano bajo (2200 metros) y maleza desértica montano (2800 metros en promedio). Muy cerca a la frontera con Chile, en su parte alta (alrededor de 3300 m.), se une directamente con la formación maleza desértica subalpina. Aunque la formación no es importante en el Perú, debe ocupar grandes extensiones en Chile y en Bolivia ya que tanto la formación como el clima, en gran parte de dichos países, se encuentran estrechamente ligados por causas comunes, sobre todo en la gran región de climas desérticos y semidesérticos del subtropico verdadero que empieza en estas latitudes. La naturaleza de estos climas, en tales latitudes, se complica un tanto por la posición geográfica que ocupan con relación a los Andes y al mar frío. Dentro de la formación, las temperaturas varían entre 12° y 6°C. de promedio anual. Las noches son entre frías y muy frías, con alta incidencia de radiación nocturna; los días son moderadamente frescos con alta incidencia de sol directo. En general, la cantidad de lluvia que cae es muy poca o nula, a excepción de algunos años en que cae en forma de cortos y ligeros chubascos durante los meses de verano.

Topografía, Vegetación y Suelos

Esta formación se desarrolla totalmente sobre terrenos de marcado declive. No tiene ni suelo verdadero ni vegetación, excepto en las pocas quebradas grandes (cañones) donde corren aguas provenientes de las vertientes superiores más húmedas.

Uso de la Tierra

Debido a lo abrupto del terreno por donde pasan las pocas quebradas de corriente aprovechable, casi nada del área comprendida en esta formación es o puede ser usada para cultivos, ni tampoco hay terrenos para pasto o forestación.

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo d-M y en color rojo tono cuarto.

CAPITULO 6

MALEZA DESERTICA TROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Desde 6° latitud sur aproximadamente hasta casi la frontera con Ecuador, se extiende por el centro de la llanura costanera del norte una faja de la formación maleza desértica tropical. Esta formación ocupa en el Perú 6,426 Km². Según su precipitación esta faja es una continuación hacia el norte de la faja semidesértica que corre a todo lo largo de las vertientes occidentales de los Andes, volviéndose progresivamente más cálida y baja en elevación cuanto más se acerca al Ecuador. Unos pocos kilómetros al noroeste de Olmos, sobre la planicie de la costa, mas o menos a 200 m. de altura, se encuentra la isoterma de 24°C. media anual, y esta faja semidesértica deja de ser subtropical para volverse tropical. Como se puede apreciar en el mapa, la maleza desértica tropical colinda al oeste con el desierto tropical y al este con el bosque espinoso tropical. Cerca de Piura y Sullana, la formación se acerca al mar frío, el desierto tropical desaparece y la formación colinda, entonces, al oeste directamente con el desierto subtropical. Este se va reduciendo progresivamente en ancho hasta que, entre El Alto y Zorritos, es reemplazado por la maleza desértica subtropical. Entre Zorritos y Tumbes, la formación maleza desértica tropical llega al mar mismo.

Como las otras formaciones semidesérticas con las cuales está relacionada la maleza desértica tropical se debe, por una parte, a la presencia de las aguas frías marinas al oeste y suroeste y a las condiciones de alta presión atmosférica que éstas provocan durante todo el año sobre la costa. Por otra parte a las condiciones de baja presión atmosférica que predominan en el continente al sur del Ecuador durante los meses de verano. A estas condiciones tenemos que añadir para esta región norteña, la penetración veraniega hacia el sur de una masa de aire húmedo ecuatorial procedente de la llanura occidental del Ecuador y la debilitación del efecto del mar frío cerca a Tumbes por causa de las corrientes cálidas del Golfo de Guayaquil. Aunque las cumbres andinas que tienen que atravesar las masas de aire húmedo-cálidas del Amazonas son las más bajas de todo el Perú, el aire frío y alta presión atmosférica predominan en todo el invierno, mientras que las líneas limítrofes entre las masas de aire frío y seco, y cálido y húmedo, aparentemente varían en su localización veraniega de año a año, retrocediendo y avanzando sobre el

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo md-T y en color rojo, tono sólido.



Figura 6

Desierto tropical: Muestra la *Acacia* sp. que crece en profundos suelos arenosos (regasoles), a base del agua almacenada en el subsuelo; al este de Piura.

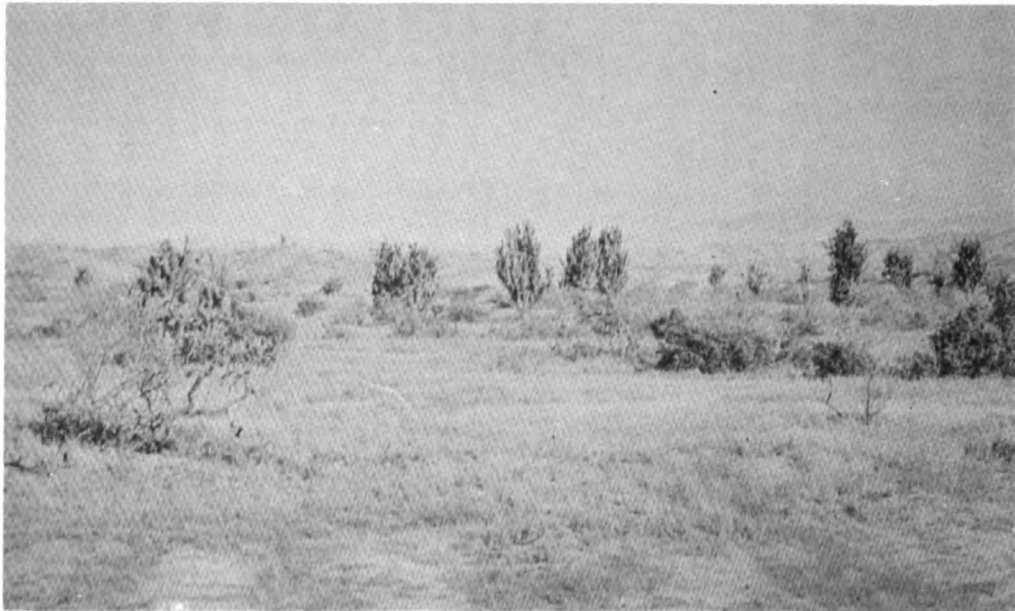


Figura 7

Maleza desértica tropical: Plantas herbáceas efímeras, Arbustos microfoliados, espinosos y dispersos. Cactáceas gigantes y ramificadas (*Careus cartwrightianus*) que forman una comunidad secundaria cercana al litoral entre Zorritos y Tumbes.

área ocupada por esta formación. Por eso, aunque el promedio de lluvias totales es de 125 mm. a 250 mm. por año, hay una variación especialmente grande de año a año en el total que cae. Se registran años casi sin lluvia (Zorritos), y otros con más de 1500 mm. Esta lluvia cae en forma de chubascos muy pesados y normalmente cortos, principalmente en los meses de enero, febrero, marzo y abril, con el máximo de días lluviosos en febrero, aunque pueden ser lluvias de poca intensidad ocasionales durante cada mes del año. Rara vez se producen lloviznas invernales relacionadas con las neblinas adveccionales de la costa.

Topografía, Vegetación y Suelos

La formación ocupa principalmente terrenos planos y ondulados de la llanura costanera del norte, los cuales se basan en toda su extensión en rocas sedimentarias de los períodos pleistoceno y cuaternario. Los suelos que han desarrollado son normalmente muy alcalinos, de tipo desierto. Al sur de Sullana y el rico valle aluvial del río Chira en el centro de esta formación, predominan vastas llanuras onduladas de arena cuaternaria actualmente fijadas por la vegetación la cual la protege de los efectos erosivos del viento. Aquí los horizontes de superficie son excesivamente drenados. Cuando llueve, la mayor parte del agua penetra rápidamente al subsuelo el cual se encuentra muy profundo. La vegetación típica de este sector es una asociación "edáfica". Se compone de muchos arbustos grandes y árboles pequeños dispersos y a veces en manchas. De estas plantas, las más comunes como el zapote (*Capparis* spp.) y el algarrobo (*Prosopis juliflora*) tienen sistemas radiculares muy profundos y se abastecen todo el año del agua almacenada en el subsuelo, la cual no puede evaporarse de la superficie por la falta absoluta de capilaridad de la arena. Muchas de estas plantas, que llegan hasta 3 metros de altura, son de follaje siempre verde, coriáceas o microfoliares; algunas tienen espinas. Las cactáceas son muy escasas. Entre esa vegetación mayor hay una cubierta rala de hierbas bajas anuales que se propagan por medio de semillas. En el corto período de lluvias intensivas se desarrolla rápidamente y se secan después. Entre las hierbas predominan las gramíneas y algunas trepadoras. Las gramíneas secas se consideran como un buen heno para ganado.

Entre Sullana y Tumbes los sedimentarios son más viejos y consolidados, de edad eoceno-paleoceno, derivados de arcillas y de limos. Están algo elevados y erosionados al formar unas series de colinas bajas entre las llanuras y cauces secos. En ese sector los suelos son "zonales", típicos del clima, con buena retención de humedad en la superficie y poca permeabilidad en el subsuelo donde hay una acumulación de cal y/o carbonatos. Se secan rápidamente después de las lluvias dando una vegetación natural distinta a la anterior. Aquí se desarrolla la fase rala, o "exterior" de la vegetación denominada por Weberbauer "Parque Xerofítico".* Es la asociación vegetal climática de la formación. Árboles pequeños, de 4 hasta 5 metros de altura, se encuentran a veces dispersos en herbazales y a veces creciendo en grupos pequeños. Son notables por hallarse entremezclados con las grandes cactáceas columnares del género *Cereus*. La mayoría de las plantas leñosas son pluvifolias, perdiendo su follaje al comenzar el invierno seco. Los herbazales contienen principalmente pequeñas gramíneas anuales de muy corto perío-

* Weberbauer, op.cit., pp. 285-289. Debe consultarse para la lista completa de plantas.

odo vegetativo y, donde los árboles son espesos, algunas trepadoras de crecimiento muy exuberante durante la estación de lluvias.

Con excepción de los ríos Piura y Chira, que tienen caudal permanente y cuyas aguas se aprovechan para cultivos bajo riego a todo lo largo de su extensión, atraviesan la formación sólo unos pocos ríos pequeños cuyos cauces permanecen secos durante la mayor parte del año. Estos ríos temporales no llegan siquiera hasta el sector arenoso de la formación, al sur del río Piura. Por ello, las asociaciones hídricas, inclusive el "algarrobal", que son tan características de los abanicos aluviales, cauces secos, y terrazas de los ríos en la maleza desértica subtropical al sur y en el vecino bosque espinoso tropical al este, se encuentra desarrollada en forma muy limitada en esta formación. La especie principal aquí es el "algarrobo" (*Prosopis juliflora*), con el cual se asocia una vegetación herbácea, principalmente de gramíneas pequeñas anuales que se desarrollan durante el corto período de lluvias locales.

Uso de la Tierra

Entre las seis formaciones semidesérticas del Perú, la maleza desértica tropical es sin duda la que tiene más importancia potencial y actual para las actividades agropecuarias y forestales. Desde el punto de vista fisiográfico es la única que ocupa mayormente terrenos planos y de declive moderado ofreciendo amplias extensiones de terreno arable y de fácil acceso mecanizable para el agricultor y ganadero. Donde hay abastecimiento de aguas para el riego, principalmente las extensas áreas adyacentes a los ríos Chira y Piura se han convertido desde hace muchos años en riquísimas regiones agrícolas, produciendo una variedad de cosechas tropicales. Hay extensiones al norte mucho más grandes que esperan solamente el día en que el hombre de ciencia y el ingeniero puedan llevar hasta ellas las aguas de riego. A excepción del hecho de que la precipitación es normalmente insuficiente aún para cultivos temporales de crecimiento muy rápido, el clima, con su alta incidencia de sol brillante, sus temperaturas relativamente altas durante todo el año y la ausencia absoluta de escarcha o temperaturas bajas nocturnas, es sumamente favorable para producir una gran variedad de cultivos y forrajes tropicales. Corrigiendo la alcalinidad del suelo, prosperan aquí la caña de azúcar, arroz, tabaco, algodón (tipo Pima), ajonjolí, maíz, yuca y camote, frijoles, plátanos, piña, coco, muchas hortalizas, cítricos y varios otros frutos tropicales, y quizá cacao y café (tipo "robusta").

Aunque las temperaturas favorecen el excelente crecimiento de pastos y forrajes tropicales, inclusive los sorgos, el terreno de regadío es tan valioso, que, con la excepción de una pequeña industria lechera para abastecer a la población local, no es económico su uso para la ganadería. Esta industria más bien debería ubicarse sobre las extensas áreas de mala vegetación natural anteriormente descritas. Por ser temporal e incierta de año a año en su verdecimiento, y por no encontrarse provista de fuentes de agua potable para el ganado sobre grandes extensiones, y por contener un apreciable número de especies tóxicas y no apetitosas para los animales, la maleza desértica tropical se adapta solamente a una ganadería muy extensiva y hasta nómada. El ganado vacuno es trasladado a esta zona desde las más húmedas zonas interiores, solamente durante la época de lluvias estacionales de los años lluviosos. Durante el resto del año la cabra es el único animal que puede sobrevivir bajo estas condiciones. En el sector arenoso, al sureste de Piura,

hay extensas áreas de esa formación donde, por la absoluta falta de fuentes de aguas potables para el hombre y sus bestias, la despoblación es completa casi todo el año. En otras áreas, la crianza de cabras se hace posible trayendo el agua por camión desde largas distancias. Mucha de la escasa población humana de los sectores sin riego al norte de Sullana se dedica a la pesquería marítima o viven del trabajo en los campos de petróleo. Solamente una pequeña parte de ellos se dedica al pastoreo de cabras y a la explotación forestal que son actividades conexas. Mientras vigilan sus animales (son numerosos los pumas en esta formación y en las formaciones vecinas), los pastores suplementan sus bajos ingresos cortando los árboles y arbustos de madera dura para hacer carbón vegetal, o se dedican a la explotación del "hualtaco" (*Loxopterygium huasango* Spruce), árbol de fuste corto pero grueso que tiene gran aceptación y demanda para parquet lujoso en las ciudades de la costa. En la vecindad de la Carretera Panamericana, esta valiosa especie, aunque es la más común de la asociación climática, está desapareciendo hoy en día debido a su excesiva e irracional explotación. Mientras el pastor destruye con el hacha todos los dispersos ejemplares maduros, sus cabras comen las hojas y ramastiermas de la reproducción natural, matándolos o reduciéndolos a pequeños arbustos deformados sin ningún valor futuro para madera. Es muy posible que muchas de las áreas que hoy son herbazales o arenales hayan resultado de este proceso, y que de seguir así día a día a ritmo más acelerado queden convertidas a corto plazo en verdaderos desiertos.

La reforestación de los terrenos en esta formación, aunque posible en el sentido técnico forestal, ha de ser un proceso largo y difícil una vez que se halla destruido la vegetación arbórea natural sobre extensas áreas del terreno. Su costo, como el de manejar técnicamente los montes abiertos restantes en la actualidad, sería tan costoso que los particulares no podrían afrontar su realización. En la opinión del autor, el Estado, por medio de su Servicio Forestal, debe establecer una vigilancia rígida y técnica sobre estos terrenos, limitando su explotación al grado de permitir se mantenga completamente la vegetación autóctona. Reservados como Bosques Nacionales, podría permitirse una población pequeña de madereros y pastores, mientras su vegetación natural, en estado sano, prevendría la invasión de arenales que pudieran destruir completamente su futuro potencial para una agricultura bajo riego.

CAPITULO 7

MALEZA DESERTICA SUBTROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Menos extensiva que la formación "desierto subtropical" con la cual se une por el oeste, la formación maleza desértica subtropical ocupa unos 15,744 Km² en total. Consiste, principalmente, en una faja larga, casi continua pero relativamente angosta, que se extiende por las vertientes occidentales de la cordillera, entre los 7 y 15 grados de latitud sur. Más al sur, se concreta solamente a las faldas interiores de los grandes cañones de los ríos Yauca, Ocoña y Camaná. Al norte de Chiclayo, la faja desciende de las vertientes occidentales de los Andes y penetra en la llanura costera, donde se une con la formación maleza desértica tropical al noroeste de Olmos. Entre el Alto y Tumbes reemplaza al desierto subtropical en una faja estrecha por la costa exterior. La formación "Maleza desértica subtropical", también se encuentra en unidades pequeñas por los cerros de Amotape encima de La Brea, y como una variante de las "lomas costaneras" al norte del río Pativilca.

Esencialmente, se trata de un clima y vegetación semidesértica, que es, excepto en las "lomas costaneras", transicional entre el desierto subtropical verdadero de la costa exterior y las formaciones semiáridas y subhúmedas de los pisos altitudinales mesotérmicos de la Sierra. Aunque sus condiciones de temperatura media anual son parecidas a las del desierto subtropical, difiere de aquella formación en los siguientes aspectos:

- a) Excepto al norte de Chiclayo y en las "lomas costaneras", las temperaturas subtropicales son correctas para su latitud, siendo menos cálida debido a la elevación sobre el nivel del mar, es decir, al lapso adiabático y no a las aguas frías del Océano Pacífico.
- b) Los meses de invierno son claros y despejados; los días cálidos y las noches frescas.
- c) Durante el verano, al contrario, hay mucha nubosidad, alta humedad relativa, y las temperaturas son moderadas. Es precisamente en estos meses de enero, febrero y marzo que caen de vez en cuando, sobre todo en las tardes, los chubascos cortos que proveen de la humedad necesaria para el desarrollo de una vege-

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo md-ST y en color rojo tono segundo.

tación rala y muy xerófitica. Estas lluvias son las extensiones al oeste de las lluvias veraniegas generales de la Sierra. Están relacionadas con el desarrollo de "áreas de baja presión" en toda la región andino-tropical durante estos meses de sol al zenit sur del Ecuador. Aunque es muy probable que la humedad venga del Océano Pacífico en vez del Amazonas, en cuyo caso las lluvias serían parcialmente orográficas.

En esta formación, en contraste con el desierto subtropical vecino, hay casi siempre una vegetación típica natural de plantas enraizadas. Esta vegetación típica empieza donde la lluvia total anual llega a ser más o menos de 125 mm. y termina donde ésta sobrepasa a los 250 mm. La localización de las isoyetas no sigue los contornos naturales de altura del terreno (topografía) como ocurre especialmente en el caso de las isotermas que delimitan la faja subtropical, aunque a veces existe una correlación parcial. En la zona baja, y al oeste especialmente, el lindero con el desierto subtropical varía mucho en distancia al mar y en altura, encontrándose ubicado más bajo en los valles y más elevado en las laderas que los separan. Desciende generalmente también de sur a norte: tiene alrededor de 1700 metros en las laderas al sur (Río Yauca), 1000 metros arriba de Chosica, 500 metros tierra-adentro de Mocupe, y sólo 200 metros o menos al oeste de Olmos. Por el este y la parte alta los linderos conforman el límite del piso subtropical mismo cuando la lluvia promedio anual no excede de 250 mm. antes de llegar a la isoterma de 17.5°C. como ocurre especialmente al sur de los 10 grados de latitud, excepto en los valles anchos y profundos, en donde la formación colinda al este con la maleza desértica montano bajo. Al norte de esta latitud las lluvias veraniegas de los Andes son más fuertes y se extienden más y más al oeste. Entre 10 y 8 grados sur por lo general la isoyeta de 250 mm. sigue aproximadamente la isoterma de 17.5°C. Aquí la formación se une directamente con la estepa espinosa montano bajo mientras que al norte de los 8 grados la sobrepasa y la formación está separada del piso montano bajo por el bosque espinoso subtropical que es más húmedo.

En relación con la poca lluvia que recibe en promedio, la formación se caracteriza por la gran variación en el total que recibe de año a año y de lugar a lugar. Aunque la mayoría de las lluvias individuales son de corta duración y de poca cantidad, hay chubascos individuales de alta intensidad en los cuales pueden caer elevadas cantidades de lluvias. Estos se producen especialmente en algunos años, de muy rara ocurrencia, en que las precipitaciones son anormalmente altas.

Las condiciones descritas no se encuentran en las secciones pequeñas de la formación correspondiente a todas las "lomas costaneras" al norte del río Pativilca, donde la lluvia cae en forma de garúas pesadas provenientes de las neblinas adveccionales invernales de la costa.

Topografía, Vegetación y Suelos

Aunque la formación extiende su influencia sobre estructuras geológicas muy diversas, produciendo así una gran variedad de tipos de suelo, la mayoría de éstos son muy alcalinos como efecto del clima árido. La mayor extensión de terreno que ocupa está en las vertientes occidentales de los Andes, y por ello es de ladera con declive marca-

do y tiene gran exposición de piedras y roca madre. La topografía de todas las laderas es entonces desfavorable para el desarrollo normal de la vegetación adaptada al medio climático. A la aridez del clima tiene que añadirse la aridez fisiológica del suelo, el cual, siendo de poca profundidad en promedio, tiene poca capacidad para retener el agua que recibe de las lluvias o para el desarrollo normal de las raíces de las plantas. Mientras tanto, por el declive marcado, las lluvias que a veces caen fuertemente, causan un escurrimiento fuerte del suelo superficial. Este escurrimiento y su erosión correspondiente es la causa única de los grandes "huaycos" o ríos temporales de agua, barro fluido y piedras, que en algunos años raros azotan los valles dentro y bajo la formación, interrumpiendo las carreteras y dañando considerablemente los pueblos y campos cultivados bajo riego.* Este fenómeno, por supuesto, hace que la erosión geológica se produzca sobre las laderas más inclinadas, al mismo ritmo o a ritmo más veloz que el de la formación del suelo.** Por todas las áreas en declive marcado, entonces los suelos en su mayoría son litosólicos y alcalinos, y por ello muy desfavorables aún para las especies de plantas que pueden tolerar este clima árido. Las plantas suculentas desprovistas de hojas verdaderas, especialmente las de la familia de las cactáceas, son las que mejor se adaptan a crecer bajo estas condiciones. Se encuentran esparcidas en forma más o menos rara según la aridez y el declive sobre el terreno de las laderas. La asociación típica se compone solamente de unas dos o tres especies, principalmente de los géneros Cereus, Cephalocereus, Melocactus y Opuntia, variando su tamaño individual desde los pocos centímetros hasta los 3 ó 4 metros de altura. En la zona de las cactáceas el suelo está casi desprovisto de otra vegetación. Solamente en las proximidades de los límites húmedos de la formación, y localmente donde el declive es de moderado a plano, se mezclan con las cactáceas, a veces en asociaciones puras, arbustos y subarbustos de follaje pluvifolio, o microfoliolos siempre verdes, o coriáceas rara vez mayores de dos metros de altura. La mayoría de estas plantas se caracterizan por ser espinosas, de poco follaje, y de sistemas radiculares superficiales pero muy extendidos. Sobre el suelo y entre estos arbustos se desarrolla una vegetación rala de hierbas menores, principalmente anuales y bulbíferas, que completan todo su ciclo vegetativo durante el corto período de lluvias veraniegas.

Al igual que en todas las formaciones mesotérmicas, desérticas y semiáridas, la ocurrencia de humedad permanente o casi permanente en el subsuelo (por ejemplo el fondo de las quebradas donde corren los ríos permanentes de la Sierra) conduce al desarrollo de asociaciones "hídricas" con una vegetación natural mucho más tupida, alta, y siempre verde que es típica del clima. Estas se encuentran hoy en día solamente en aquellos lugares donde la estrechez del valle, falta de terrazas extendidas, o ausencia de facilidades para riego, ha obstaculizado el uso del suelo para el cultivo. La vegetación de estos "montes ribereños"^{***}, en el desierto subtropical de la costa misma, se compone de varias es-

* Debe verse el capítulo 13.

** En todas las formaciones áridas y semiáridas, el ritmo de descomposición de la roca madre es sumamente lento a causa de la poca humedad durante el año. Por eso, y por la escasez de cubierta vegetal en la superficie, se encuentra una fuerte erosión y suelo litosólicos por las laderas de muchas formaciones vecinas a la maleza desértica subtropical, es decir en la maleza desértica montano bajo, en la maleza desértica montano, el bosque espinoso subtropical y estepa espinosa montano bajo.

*** Weberbauer, op.cit., p. 332.

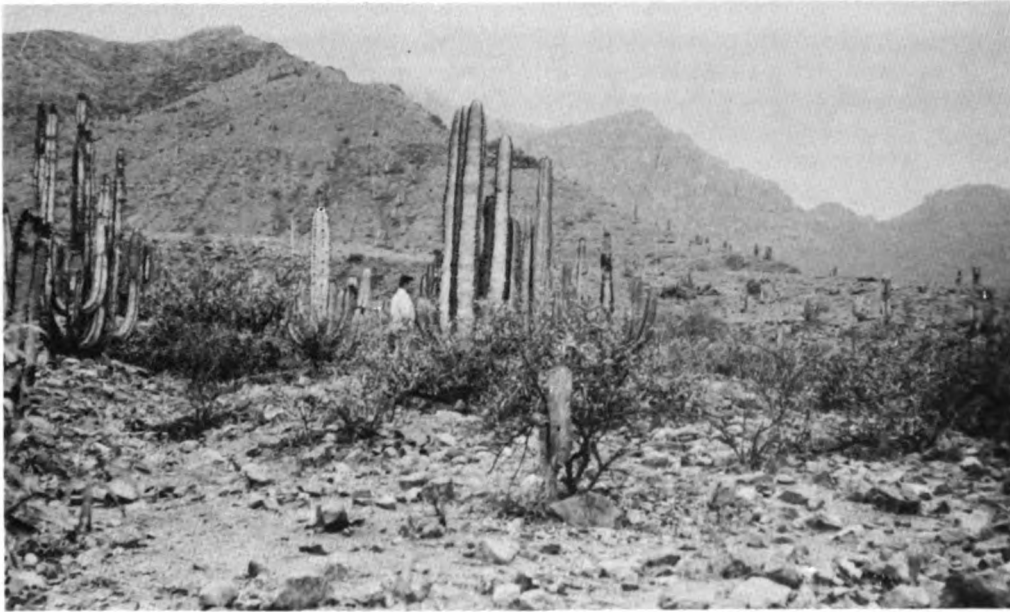


Figura 8

Maleza desértica subtropical: Asociación climática sobre terrenos coluviales, típicamente pedregosos, cercana al Rfo Jequetepeque al oeste de Chilte. Vegetación rala de hierbas anuales, arbustos y cactáceas columnares gigantes (Cereus macrostibas) al principio de la estación lluviosa.

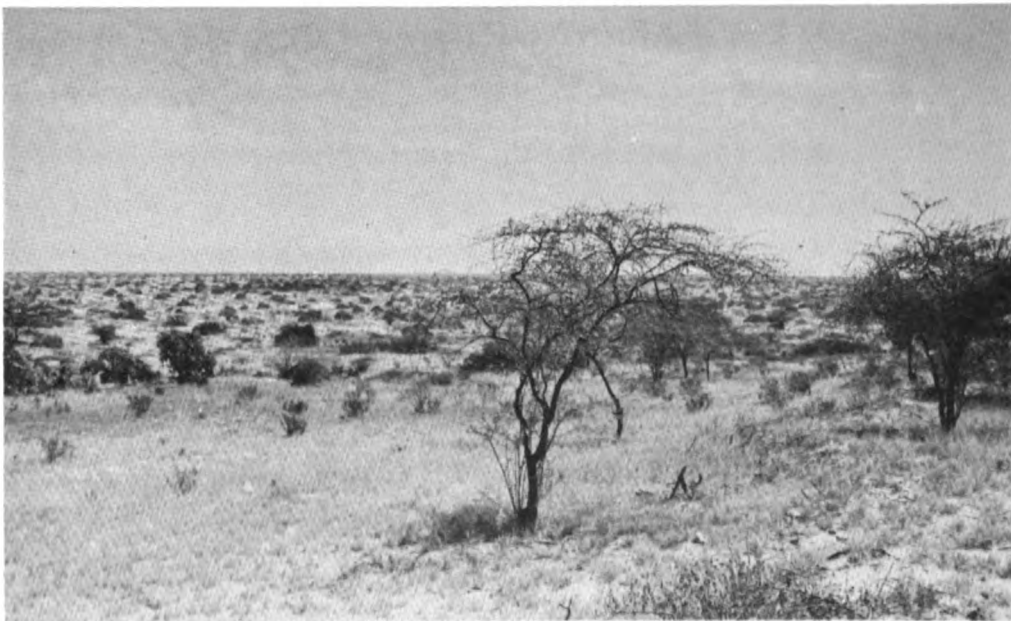


Figura 9

Maleza desértica subtropical: Asociación edáfica sobre suelos regasólicos, propia de la ancha llanura de la costa norte, al nor-oeste de Olmos. Arbustos y árboles pequeños microfoliados profundamente enraizados que aprovechan la humedad almacenada en el subsuelo.

pecies también típicas del lugar, como son los árboles desde pequeños hasta medianos de Acacia, Salix, Schinus, Caesalpinia, y Tessaria. Bordeando los cauces de ríos y arroyos, sobre terreno pedregoso y arenoso, hay fajas espesas de la gramínea leñosa, "caña brava", de conocida utilidad (Gynerium spp. y Cortaderia spp.). En el norte, los cauces de quebradas secas, arroyos intermitentes y vegas donde se extienden los ríos temporales por las anchas llanuras de la costa correspondientes a esta formación, se caracterizan por los montes abiertos de especies espinosas y microfoliolos, o "algarrobales", en los cuales dominan árboles desde pequeños hasta medianos de raíces muy profundas (que aprovechan el agua almacenada en el subsuelo) de Prosopis spp., Capparis spp., Acacia macrocarpa, y otras especies, principalmente leguminosas, de crecimiento muy lento y madera muy dura.

Las "lomas" de la costa norte adyacentes al río Pativilca se incluyen en esta formación, porque sus promedios de temperatura anual son más elevados que los correspondientes a las lomas del sur. La vegetación es un intermedio entre la descrita anteriormente para las asociaciones climáticas y la vegetación de la asociación chaparral bajo montano bajo de las lomas costaneras al sur.

Uso de la Tierra

Esta formación tiene poca importancia económica en el Perú. La precipitación anual no llega ni al mínimo necesario para cultivos temporales muy cortos, y la vegetación natural de plantas xerofitas y espinosas sólo puede ser aprovechada por ganado caprino proveyendo para éste un forraje comestible de mala calidad y poca abundancia aún durante los pocos meses de lluvia veraniega. Por las extensas áreas muy alejadas de los ríos, que atraviesa la formación, la carencia de agua potable hace imposible el pastoreo, aún el de índole temporal. Pese a que las temperaturas son propicias para el cultivo de muchas plantas económicas subtropicales donde hay terrenos regables y agua disponible de los ríos, el porcentaje de área aprovechable, es mucho menor que en el desierto subtropical de la costa. Esto se debe a la poca extensión de terrenos planos que abarca la formación, a causa del declive y de lo encañonado de los ríos procedentes de la sierra que atraviesa el área donde se encuentra esta formación. Se estima que sólo un 2% del área, como máximo, se utiliza hoy en día con fines agrícolas siendo en su mayor parte cultivos de campo muy chicos sobre las angostas terrazas naturales de los ríos o sobre terrazas artificiales en las laderas cerca de sus cauces principales. Por ello, la agricultura es principalmente de carácter "subsistencial" y la densidad de población es muy baja, constituyéndose en parte, además, de pastores de cabras que sólo habitan en la formación durante los pocos meses de verano.

Con excepción de los "algarrobales", asociaciones hídricas de los cauces temporales del norte, la vegetación natural de la maleza desértica subtropical no tiene uso real o potencial para una utilización forestal comercial. Sin embargo los arbustos leñosos de las laderas son aprovechados para leña y usos domésticos afines por los escasos pobladores del lugar; los árboles pequeños de los montes ribereños se usan para construcción de chozas; y la "caña brava" para la fabricación de canastas y "esteras" que son vendidas en la costa.

Los "algarrobales", por otra parte, han sido y siguen siendo explotados intensivamente por una población pequeña de madereros, quienes se dedican a la producción de vigas

duras de "algarrobo" (*Prosopis* spp.) usadas en construcciones de casas y corrales; madera de "huarango" (*Acacia macracantha*) usada en la construcción de barcos pesqueros, y sobre todo para carbón vegetal y leña (de las dos especies), que tienen gran venta en las ciudades de la costa. Estos algarrobales tienen además un valor apreciable para el trillado de ganado vacuno y caprino, siendo las vainas del "algarrobo" (especie más común en la asociación) de alto contenido proteico y útil para la alimentación temporal de los animales. Las mismas vainas son utilizadas para la preparación de algarrobina.

El "algarrobal", que también se encuentra en los cauces secos de las formaciones desierto subtropical y maleza desértica subtropical, y en mayor extensión sobre los terrenos planos de las formaciones bosque espinoso subtropical y bosque espinoso tropical, es actualmente el tipo forestal natural más intensamente explotado de la república y sus productos son de alta demanda dentro de la economía de la costa. Por eso y por su valor en la industria ganadera del norte, representa un recurso renovable de gran importancia. Sin embargo, es probable (aunque no está probado, por falta de estudios técnicos) que los rodales de algarrobo se encuentran en proceso de destrucción completa, debido al ritmo y sistema irracional de cortes que reciben de manos de sus explotadores. Se sugiere un estudio del problema y la aplicación de leyes e inspecciones técnicas de parte de las autoridades nacionales para su conservación y aprovechamiento racional bajo el principio de rendimiento sostenido.

Sin riego no es posible una siembra airosa de árboles forestales dentro de la formación.



Figura 10

Maleza desértica subtropical: Vista del Valle del Río Santa Eulalia arriba de Chosica. Cultivos diversos bajo riego sobre los bancos y terrazas del río; laderas pedregosas con escasa vegetación xerofítica, principalmente cactáceas.

CAPITULO 8

MALEZA DESERTICA MONTANO BAJO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Al igual que la maleza desértica subtropical, a la que se parece en muchos aspectos, esta formación ocupa una faja casi continua y relativamente estrecha en las vertientes occidentales de los Andes. Abarca una extensión total de 16,566 Km². Empieza tierra adentro e inmediatamente arriba de aquella formación alrededor de los 10 grados de latitud sur, y hasta los 12° sur. Ocupa solamente franjas estrechas sobre las extensiones mayores al oeste de los cerros. Por este sector colinda al este con la estepa espinosa montano bajo. Más al sur, se une más frecuentemente con la maleza desértica montano al este y arriba. Y al sur de 15 grados, con la disminución progresiva de las lluvias veraniegas de los Andes, colinda, directamente con el desierto montano bajo, al oeste y abajo. A 17°-20' de latitud sur, en las proximidades de Moquegua, desaparece enteramente.

Con la excepción de ser más fría, por su mayor altura sobre el nivel del mar, esta formación posee las mismas condiciones atmosféricas descritas para la maleza desértica subtropical. Sólo en los meses de enero, febrero y marzo cae una escasa lluvia veraniega. Esta es muy variable en cantidad y frecuencia de un año a otro y tiene una relación estrecha con la intensidad y extensión al oeste de las lluvias veraniegas generales de la sierra. Durante el verano el cielo es parcialmente nublado, las temperaturas son templadas en el día y frescas en la noche; a veces, llueve en la tarde. Durante el resto del año el cielo es despejado y, aunque el sol brilla fuertemente, las temperaturas son de frescas a templadas durante el día y frías por la noche, bajando hasta 1 ó 2 grados bajo 0°C. en algunas noches entre junio y agosto. Puede ocurrir escarcha.

Topografía, Vegetación y Suelos

Al igual que la maleza desértica subtropical, esta formación se extiende principalmente sobre terrenos de tadera con inclinación pronunciada. Aunque se cruzan diversas

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo md-MB y en color rojo, tono tercero.

formaciones geológicas, los factores de clima y topografía dominan con respecto al carácter de sus suelos, que son normalmente de poca profundidad por la erosión geológica que sufren y la descomposición lenta de la roca madre. Son suelos sumamente alcalinos que se han formado siguiendo un proceso de calcificación bajo un clima árido. La mayoría de los suelos parecen ser litosólicos y grises. Sin embargo, en los lugares donde el terreno es más plano, sobre todo en las extensas mesetas de las vertientes occidentales del sur, se caracterizan por ser desde rojizos hasta blancos, y por tener un estrato de cal cerca de la superficie. Su contenido de materia orgánica es muy bajo.

La vegetación natural se parece mucho a la de la formación maleza desértica subtropical. Abundan pocas especies de cactáceas, principalmente las columnares de unos 2 a 3 metros de altura, dispersas sobre el terreno en formación abierta. La Cereus candelaris, cuya talla arbórea llega hasta 5 metros, ocurre sólo esporádicamente. Excepto en donde el suelo es muy litosólico, hay una distribución muy rala de arbustos y subarbustos, la mayoría pluvifolios, entre las cactáceas. Aunque muchas de estas plantas mayores son de los mismos géneros y especies que las de la maleza desértica subtropical ubicadas al oeste, y en la parte inferior de la formación, su temperatura más baja y la ocurrencia de escarcha nocturna durante el invierno determina que el número total de especies leñosas sea aproximadamente la mitad de las que se encuentran en aquella otra formación. Durante el verano de lluvias normales o superabundantes, también se desarrolla una cubierta temporal de hierbas efímeras, inclusive algunas gramíneas anuales. Vale la pena hacer notar el dominio de dos plantas erguidas y vistosas: la "pacpa", Fourcroya spp., y las "achupallas", Puya spp. y Pitcairnia spp. sobre las laderas peñascosas de algunas áreas dentro de la formación. Estas plantas son raras en la parte baja de la formación maleza desértica subtropical.

El "monte ribereño" de esta formación se parece mucho al del subtrópico antes descrito, pero la flora es generalmente distinta; muchas especies del subtrópico de la parte inferior, son reemplazadas por especies de los pisos altitudinales. Entre los árboles domina el "aliso", Alnus jorullensis, sobre cuyas ramas se ve una abundancia de epifitas (Tillandsia spp.), mientras otras especies como el "molle" (Schinus molle) que son árboles verdaderos de la parte inferior del subtrópico, se reducen de estatura y parecen arbolillos o arbustos.

Uso de la Tierra

Por la mayor proximidad de los terrenos alto-andinos más húmedos, a aldeas y riachuelos es probable que el pastoreo de animales sea más prolongado, intensivo y extendido sobre el área que abarca esta formación que en la maleza desértica subtropical. En los veranos en que cae una cantidad de lluvia superior al promedio, hasta las ovejas entran a aprovechar el ralo pasto de hierbas y gramíneas que se desarrollan por un tiempo corto sobre suelos normalmente desprovistos de cubierta vegetal comestible. La población humana es y tiene que ser muy escasa, por ser las condiciones ambientales generalmente adversas a la habitación permanente de agricultores o pastores. Por un lado la lluvia no es suficiente ni para cultivos con requisitos mínimos de agua, y por otro, las temperaturas bajas determinan que el tiempo necesario para la maduración de cultivos sea más prolongado. Además, la formación abarca muy poca área adaptada al riego.

Excepto en el extremo sur, se extiende mayormente sobre rocas intrusivas (volcánicas) de edad Cretácico-terciaria*, las cuales son resistentes a las fuerzas de desintegración y descomposición. Por eso, y por el declive natural de las vertientes, los ríos y riachuelos que cruzan la formación están estrechamente encañonados entre laderas pedregosas y casi verticales, con la consecuente falta de terrazas naturales o de declives suaves cercanos a sus cauces, adaptables a la construcción de andenes. Solamente en los alrededores de Caravelí, Chuquibamba y Arequipa hay extensiones amplias dedicadas a la agricultura bajo riego, siendo la más notable y grande aquella situada en la ciudad de Arequipa misma. Con un riego adecuado prosperan los mismos cultivos y forrajes descritos para la formación desierto montano bajo.

La formación no incluye "algarrobales" ni áreas regables extensivas de segunda categoría, por lo cual no tiene ni puede tener un desarrollo forestal de índole comercial. Sin embargo, se siembran varias especies de Eucalyptus, bajo riego, en los cercos y al borde de las acequias en el valle de Arequipa. La escasa población de otros sectores aprovecha la vegetación arbustiva de las laderas y los árboles de los "montes ribereños" para leña, construcciones y usos domésticos.

* Según el Mapa Geológico del Perú, op. cit.

CAPITULO 9

EL CHAPARRAL BAJO Y EL CHAPARRAL ALTO, MONTANO BAJO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Estas dos "formaciones" no se pueden considerar, según la clasificación Holdridge, como formaciones vegetales verdaderamente distintas. Son, mas bien, "asociaciones atmosféricas" de las formaciones maleza desértica montano bajo y de la estepa espinosa montano bajo, respectivamente, cuyas características y extensiones más típicas o "normales" para el clima promedio se han descrito en los capítulos 8 y 13 de esta memoria. Estas asociaciones atmosféricas extraordinarias corresponden a las denominadas "lomas" por los habitantes de la costa desértica del Perú. Son zonas de vegetación de definida periodicidad invernal, rodeadas por la formación desierto subtropical, que se encuentra a lo largo de la región costanera sobre cerros y tablazos de modesta elevación en las cercanías del mar Pacífico. Existen solamente en donde estas elevaciones -- entre aproximadamente 300 y 800 metros de elevación sobre el nivel del mar -- son plenamente expuestas a la densa capa de nubes bajas adveccionales que tapa la costa exterior durante los cinco u ocho meses del invierno. Representan cierta importancia económica para los pequeños ganaderos de esta región pues, son aprovechadas con fines de pastoreo temporal y extensivo durante los meses que se ponen verdes. Son de gran interés científico.

De estos dos grupos mencionados, el chaparral bajo, es el que representa en forma más típica las condiciones reinantes de clima y vegetación. Por otra parte, constituye también la formación más extendida en área. Esta asociación ocupa un total de 7,647 Km² aproximadamente.

Se extiende desde la frontera con Chile hasta 10°-40' latitud sur o sea, hasta el Río Pativilca en el centro en una serie de áreas largas y estrechas separadas una de la otra

* El chaparral bajo montano bajo se encuentra representado en el mapa ecológico mediante el símbolo cb-MB y en color rojo, tono moteado. El chaparral alto montano bajo está indicado por el símbolo ca-MB y en color naranja, tono moteado.

por numerosos sectores del plano aluvial bajo ocupado por el desierto subtropical.* Como se ha indicado en el mapa ecológico, ocupa también ciertas islas altas cercanas a la costa.

Igualmente que en las demás asociaciones, en la maleza desértica montano bajo, el chaparral bajo tiene un clima que es en términos generales, árido y templado fresco. Abarca áreas en donde el promedio de precipitación, para un largo período de años, varía entre 125 y 250 mm. por año y en donde la temperatura media anual es entre 12 y 17°C., aproximadamente. Pero en casi todas sus otras características climáticas es bien distinto de los demás. Por las características relativas a la distribución y periodicidad de sus precipitaciones, el clima pertenece al tipo que los geógrafos han denominado "mediterráneo".** Lluve ligeramente durante un período extenso entre mediados de junio y mediados de noviembre, exactamente durante los meses más fríos del invierno, cuando en el resto del país y especialmente cuando las formaciones menos húmedas, están sufriendo su estación de máxima sequía. Así por ejemplo, en las Lomas de Lachay, entre Chancay y Huacho a una elevación de aproximadamente 350 metros sobre el nivel del mar, cae un promedio de unos 210 mm. de lluvia total y la temperatura media anual es de solamente 14.9°C. El promedio de precipitaciones, por meses registrados para el período 1931-1954, es el siguiente:

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
4.2	1.6	1.4	2.2	9.6	26.4	39.7	38.5	37.2	24.4	15.5	9.3

Mientras las temperaturas medias mensuales del invierno no bajen más de unos 2 ó 3 grados C. de la media anual, la precipitación en cada uno de estos meses es siempre algo menor que el potencial de evapotranspiración, no habiendo escurrimiento de ninguna clase. Efectivamente, toda la lluvia es aprovechada en evapotranspiración actual e inmediata y hay además cierta deficiencia de humedad. El suelo se humedece bien solamente en las partes superficiales y casi nunca se encuentra en un estado saturado, aún en los años en que el total de precipitación excede mucho el promedio. Lo que compensa en parte esta deficiencia (relativa al crecimiento vegetal), deficiencia que puede ser muy marcada durante los ciclos periódicos de años en los cuales el total de lluvias queda por debajo del promedio de un largo período, es la concentración de neblina en el aire, la ausencia casi completa de insolación directa y el carácter específico de la lluvia misma.

* Más hacia el norte, las neblinas y garúas de la costa exterior son de menos intensidad, duración y constancia de año a año. Las temperaturas medias anuales son más cálidas y las lluvias veraniegas del interior llegan hasta el litoral mismo algunos años. Allá hay una esparcida distribución de lomas que disminuye hacia el norte y que se han clasificado como asociaciones atmosféricas de la formación maleza desértica subtropical, lo que se ha discutido en el capítulo 7.

** Un clima "Bs" según la clasificación de Koeppen.

Durante todo el período de lluvias invernales efectivas (al parecer, más de 10 mm. por mes), las áreas del chaparral bajo al igual que las del chaparral alto, son bañadas casi continuamente por una espesa capa de nubes muy cargadas de humedad. Estas nubes provienen del paso de vientos superficiales procedentes del Mar Pacífico del sur y suroeste. Más cálida y capaz de absorber humedad en pleno mar (mar afuera), esta masa de aire se enfría y su humedad se condensa progresivamente en cuanto cruza primero la corriente de Humboldt y segundo, la ancha faja de aguas frías que suben desde el fondo del mar en la proximidad de la costa. Las nubes así formadas avanzan sobre la región costanera en un estrato denso de unos 500 hasta 800 metros de espesor cuyo plano superficial superior queda alrededor de 1000 metros sobre el nivel del mar. En cuanto estos aires se calientan de nuevo sobre la tierra, causan poca o ninguna lluvia sobre las partes bajas. Las nubes que se van tienden a disiparse por completo apenas tocan las vertientes principales de los Andes o donde la llanura costanera es muy baja y ancha, entre 20 y 30 kilómetros tierra adentro. Pero dondequiera que ellas choquen con los cerros, lomas y tablazos esparcidos a lo largo del litoral mismo, hay efectos de orografía y turbulencia que causa precipitaciones ligeras de larga duración. Estas precipitaciones son lloviznas muy finas de carácter directo que se combinan con la condensación de agua de la neblina sobre superficies más frías que el aire, como son las rocas y hojas de plantas expuestas a los vientos dominantes.

Aunque pueden bajar hasta el nivel del mar en algunas noches, el máximo efecto de las "garúas" sobre las "lomas" ocurre entre 300 y 800 metros de elevación y en donde las laderas se oponen más al paso del viento predominante. Tanto en elevaciones inferiores como en superiores se encuentran zonas de vegetación más baja y efímera que representan una transición hacia aquella perteneciente al desierto subtropical. Probablemente pertenece a tal formación, en la cual muchos elementos florísticos reverdecen solamente durante años de mucha precipitación. En el sotavento de los cerros con vegetación de chaparral o "lomas", aún muy cercanos al mar, la vegetación también se vuelve reducida y esparcida, con abundancia de cactáceas, que aparecen como indicadores de la importancia de la plena exposición de los terrenos para predecir la existencia del clima típico.

La llovizna o "garúa", igual como la condensación directa de la humedad atmosférica sobre superficies expuestas ocurre con más frecuencia durante las horas nocturnas, cuando las nubes son más bajas y espesas. Pero, en el Bosque Experimental Nacional en las Lomas de Lachay, el único lugar con registros fidedignos de largo tiempo para este clima, se han registrado también días enteros durante los cuales ha llovido continuamente. Los datos para esta estación indican claramente que los días lluviosos tienden a ser bien esparcidos y erráticos a pesar de que la zona queda casi constantemente tapada y envuelta en nubes durante la estación larga de invierno. También se nota que hay una regular periodicidad cíclica en lo que se refiere al total de las lluvias que caen de un año a otro. Pero no ha sido posible establecer todavía cuáles son los factores y las fuerzas que influyen en estos fenómenos debido a la falta de estudios científicos detallados.

Entre los datos más interesantes tomados en Lachay se encuentran aquellos que indican un pronunciado efecto de la vegetación misma sobre el abastecimiento de humedad para su propio crecimiento. Se han registrado diferencias muy significativas entre el total de precipitaciones medidas en pluviómetros colocados a la intemperie y debajo de árboles de eucaliptos y casuarina sembrados en forma experimental hace más de 20 años. Según Rössl, los totales para la intemperie y debajo de la copa de un árbol de Eucalyptus

rostrata en un rodal sembrado de muchos árboles han sido los siguientes: *

Año	Precipitación total anual en mm.	
	Intemperie	Bajo copa de Eucalyptus
1940	258	
1941	309	
1942	x 239	x 979
1943	161	951
1944	110	752
1945	157	253
1946	195	341
1947	184	495
1948	253	818
1949	195	682
1950	212	375
1951	226	265
1952	194	449
1953	189	856
1954	120	749
1955	144	600
1956	153	342
1957	165	463
1958	114	309
1959	x 102	x 358
Promedios de 18 años	174	551

Estos datos sólo indican el efecto del follaje en la condensación y agregación directa de la humedad condensada en las neblinas, lo que forma gotas grandes en las hojas para caer después a la tierra. Suponemos que este fenómeno, debe variar mucho de punto a punto y de hora a hora en relación con diversos y complicados factores, tales como la especie de planta** y las características de su copa, de sus hojas, y la densidad y extensión de su follaje. Asimismo varía con factores cuantitativos, tales como la relación de humedad entre la atmósfera y el suelo, y el porcentaje de rocío evaporado o absorbido directamente por la planta al nivel de la superficie de sus hojas. La importancia relativa de tales factores tanto en la fisiología de las especies autóctonas como en la ecología

* Comunicación personal del Sr. Hans Rössl, Silvicultor del Programa Cooperativo para el Desarrollo Forestal del Perú (Servicio Forestal del Perú), Lima, 1960.

** Los totales de precipitación anual registrados en el pluviómetro colocado abajo de la copa de un casuarina (*Casuarina* spp.) en esta misma estación eran siempre menores que los registrados abajo del eucalipto. El follaje del casuarina es totalmente distinto en forma, pareciéndose al de los pinos verdaderos.

de las distintas comunidades nativas, no ha sido estudiada científicamente, en forma ordenada, todavía. Pero estos datos, mas las observaciones hechas recientes por Holdridge referentes a la disparidad aparente entre la precipitación medida a la intemperie y la fisiología de la vegetación arbórea, * indican que hay grandes potencialidades en estas "lomas" peruanas para estudios básicos en fisiología vegetal, de las relaciones entre humedad atmosférica y edáfica, a través de la vegetación natural, y en otros campos fundamentales de la ecología y climatología experimental.

En los últimos años, las Lomas han sido visitadas por destacados científicos como F. W. Went y Heinz Ellenburg quienes se manifestaron también muy entusiastas sobre estas posibilidades.

El chaparral alto, con solamente 527 Km² de territorio peruano, se encuentra ocupando dos áreas dentro de la faja general del chaparral bajo. Una de estas áreas se encuentra al norte del puerto de Ilo, en la latitud de Mollendo, la otra más al norte, entre Atiquipa y Chala. No existen datos meteorológicos para esta asociación, pero al juzgar por la vegetación se puede decir que recibe algo más de 250 mm. de precipitación anual. No se comprende todavía cuáles son las condiciones especiales que proveen más lluvias a estas "lomas" que a las otras ubicadas a lo largo de la costa, en donde las condiciones de topografía y exposición son parecidas. Este problema requiere estudio.

En lo que se refiere al tiempo, estas áreas más húmedas, son aparentemente iguales a las descritas para el chaparral bajo. Pero, en general, las lluvias son más pesadas, frecuentes y prolongadas durante la misma estación invernal. De las lomas de Atiquipa dice Weberbauer: "Efectivamente . . . se distinguen de las demás que conozco, por la abundancia de agua. Aunque los arroyos probablemente se secan en el verano, deben ser de larga duración y dejar considerables cantidades de agua subterránea. Pues solamente así se explica el hecho de que en los bordes de los arroyos crecen árboles . . . y que allí se cultivan plátanos, vid, diversos árboles frutales, maíz y alfalfa."** En esta asociación, indudablemente, la precipitación (contando la producida por la condensación sobre el follaje de los montes y herbazales) excede la evapotranspiración actual durante varios meses. Pero, por falta completa de estudios detallados, no se sabe más de su clima.

Topografía, Vegetación y Suelos

Dondequiera que se encuentren las áreas de las asociaciones chaparral bajo y chapa-

* Durante su visita de junio, 1960, L. R. Holdridge anotó que los árboles más altos en el chaparral bajo de Lachay llegaron a aproximadamente 9 metros de altura, una altura que, según sus nuevas fórmulas, corresponde al monte climax del chaparral alto o estepa espinosa del montano bajo en su transición con el bosque seco montano bajo. Así, este hecho se puede explicar solamente en términos de la condensación adicional de humedad por el follaje mismo de estos biotipos.

** Op.cit., p. 241.

rral alto, existe una topografía variada y una diversidad de estructuras geológicas de origen volcánico y sedimentario con una predominancia de laderas de moderada a fuerte inclinación. Estas comunidades están siempre mejor desarrolladas en donde hay vertientes y anfiteatros fisiográficos que obstaculizan y atajan las neblinas frías procedentes del mar. Quizás el 30% del área total, consta de terrenos de baja pendiente, de antiguos y elevados bancos, de terrazas marinas y de lomas suaves formadas por el depósito eólico de arenas del litoral, entre las colinas y cerros bajos de la costa.

Suelos verdaderamente zonales no deben existir bajo estas condiciones de clima y topografía. Conocemos solamente suelos regosólicos y otros litosólicos. Ambos grupos contienen desde bajas hasta regulares cantidades de humus incorporado en forma de un horizonte delgado, superior y, en las áreas, ya algo raro, en donde no haya gran disturbio de la vegetación natural por leñadores o por un exceso de pastoreo, existe también una capa de materia orgánica parcialmente descompuesta de varios centímetros de espesor cubriendo el suelo mineral.

Los regosoles son suelos muy arenosos, de reacción generalmente neutra hasta ligeramente ácida en los sitios menos húmedos, y ligeramente alcalina donde existe menor humedad. Cuando llueve, la humedad no retenida por la capa orgánica superficial se filtra hasta profundidades apreciables, donde queda retenida en gran parte contra la evaporación directa debido a la falta de buena capilaridad en la arena. Esta humedad sirve como reserva, la cual, es nuevamente devuelta a la atmósfera solamente a través de la transpiración de las plantas, en especial por los arbustos y arbolillos provistos de sistemas radiculares profundos.

Los suelos de las fuertes pendientes de cerros y colinas, los suelos residuales que se han desarrollado sobre la roca madre, son siempre delgados y generalmente se componen de minerales limosos o de arenas muy finas mezcladas con fragmentos de piedra meteorizada. Generalmente acusan reacción alcalina. Su color varía entre gris y pardo. Según las pruebas de Quevedo, contienen carbonatos, son bajos en N y P₂O₅ y altos en K₂O.* Sobre laderas peñascosas la roca desnuda queda expuesta sobre extensos trechos. En la base de las pendientes se ve acumulación de conos de material coluvial desprendido por la meteorización de estas rocas. Por ser poco profundos y relativamente finos en textura, estos suelos retienen el monto de la humedad invernal en la zona superficial. Esta humedad, se encuentra sujeta a una rápida evaporación directa debido a que los suelos presentan mejor condición de capilaridad. Es probable que su cubierta vegetal original era mucho menos alta y tupida que la de los regosoles.

Tanto por las diversas y extrañas plantas reunidas allí como por su fácil accesibilidad física, estas dos asociaciones de "lomas" han sido objeto de numerosos estudios botánicos. En relación a las zonas menos accesibles, se puede decir que su flora es generalmente bien conocida hoy día. Ruiz y Pavon, Dombey y Raimondi estudiaron ciertas "lomas" durante el siglo XVIII y XIX, y Weberbauer, Johnston, Hitchcock, Gunther y Buchtien, MacBride, Ferreyra y Velarde han hecho publicaciones sobre sus investigacio-

* Análisis de suelos de las Lomas de Lachay en el laboratorio de la Estación Experimental Agrícola de la "Molina", Min. Agri., Lima. Informe, aún no publicado.

nes en tiempos más recientes.* En su estudio nuevo, Ferreyra anota que encontró en las "lomas" entre la latitud de Mollendo y la de Trujillo, unas 63 familias con más de 400 especies de fanerógamos, de las cuales, 80% se consideraron como endémicas. Entre estas plantas, las familias mejor representadas eran las Compuestas y Gramíneas (37 especies cada familia), las Leguminosas (23 especies), los Solanaceas (18 especies), los Boraginaceas (18 especies), los Amarillidaceas (14 especies), y los Caryophyllaceas, Nolanaceas y Umbellíferas (10 especies cada familia). Entre las especies endémicas más importantes destacan las de la familia Nolanacea y de los géneros Weberbauerella, Diclyophragmus, Leptofeddea y Fortunatia.**

Este alto grado de endemismo se pone en duda, sin embargo, por cuanto una parte significativa de la flora consta de especies que se encuentran también en las asociaciones climáticas (y edáficas afines) de las formaciones maleza desértica y estepa espinosa del piso montano bajo, sobre las vertientes occidentales principales adyacentes de los Andes, en elevaciones mayores sobre el nivel del mar. Se hizo la siguiente comparación entre la lista de Weberbauer para la maleza desértica montano bajo ubicado arriba de Chosica*** y las listas presentadas por Ferreyra****, encontrando mucha similitud. (Si se fuera a tomar todas las listas de áreas estudiadas por Weberbauer para estas formaciones sobre las vertientes occidentales del centro y sur, es muy probable que se encontrara aún más similitud de especies entre los dos).

Weberbauer: Pariache-Chosica Vertientes Occidentales		Ferreyra: Lomas de la costa entre Mejía y Trujillo	
Clasificación por Forma Biológica	Número Total de Especies	Número Total de Especies idénticas	Número Total de Géneros idénticos
1. Cactáceas Columnares	3	0	2
2. Cactáceas Menores	4	0	1
3. Monocotiledóneas de grandes hojas suculentas	1	1	0
4. Bromeliaceas de tallo robusto, echado y leñoso	1	0	1
5. Bromeliaceas grises de tallos delgados, con pocas raíces o sin ellas	(varios)	(varios)	(varios)
6. Arbustos	42	11	15

(Cont.)

* Debe verse las referencias en las bibliografías de Weberbauer, op. cit., pp. 53-82; y Ramón Ferreyra H., "Comunidades Vegetales de Algunas Lomas Costaneras del Perú" en Boletín N° 53 de la Estación Experimental Agrícola de "La Molina". (Lima, Perú; Ministerio de Agricultura, 1953).

** Ferreyra, op. cit., passim.

*** Op. cit., pp. 339-342.

**** Ibid.

(Cont.)

7. Subarbustos	22	6	11
8. Hierbas bulbíferas	2	1	1
9. Hierbas tuberosas o de raíces fusiformes	8	4	1
10. Otras hierbas perennes (tuberosas o fusiformes en parte)	12	5	4
11. Hierbas anuales	64	21	26
TOTAL	159*	49*	62½

* En los siguientes géneros: (3) Fourcroya; (5) Tillandsia; (6) Ephedra, Loasa, Jatropha, Croton, Malvastrum, Carica, Mentzelia, Heliotropium, Lantana, Encelia; (7) Che-nopodium, Mirabilis, Alternanthera, Spergularia, Cardiospermum, Heliotropium; (8) Stenomesson; (9) Commelina, Athericum, Alstroemeria, Ipomoea; (10) Eriochloa, Ca-landrinia, Portulaca, Solanum, Allionia; (11) Tragus, Stipa, Aristida, Festuca, Pa-rietaria, Cleome, Tropaeolum, Monnina, Adrachne, Malvastrum, Cristaria, Nama, Pictocarya, Crypantha, Salvia, Nicandra, Cacabus, Plantago, Galinsoga, Sieges-beckia.

Aunque se han hecho diversos estudios botánicos en las lomas, todavía se desconocen estas interesantes comunidades desde el punto de vista ecológico. En la opinión del autor, ni la fisonomía ni la composición florística de las diversas comunidades presentes hoy día, reflejan las condiciones originales o del "climax". Como se ha mencionado anteriormente, hay restos de montes abiertos de "tara" (Caesalpinia tinctoria), "palillo" (Capparis prisca), y "mito" (Carica candicans) en las Lomas de Lachay arriba de los 300 metros de elevación sobre el nivel del mar. Hay también individuos de estas especies en otras "lomas" clasificadas en el mapa ecológico como chaparral bajo. Sobre suelos regosólicos y al fondo de pedregales en suelos profundos coluviales es donde más habitan estas especies arbóreas llamativas. Aparentemente enraizan profundamente, en especial el "palillo" que es siempre verde y mesofoliado, y logran alturas de 4 y 7 metros en promedio, mientras individuos excepcionales alcanzan casi 9 metros de altura.

En el chaparral alto de las Lomas de Atiquipa, existe una flora arbórea más diversificada que forma numerosos montes pequeños. En los bordes de los arroyos abajo de 400 metros de elevación se encuentra todavía "montes ribereños" que incluyen "sauce" (Salix humboldtiana), "molle" (Schinus molle), "algarrobo" (Prosopis sp.) y "huarango" (Acacia macracantha). Estos árboles alcanzan alturas mayores de 10 metros en promedio. Aparentemente, son abastecidos con humedad del subsuelo durante casi todo el año. Más arriba, sobre laderas fuertes, hay montes tupidos compuestos de arbustos grandes y árboles pequeños (2 hasta 8 metros) alternando sobre el terreno con hierbas. Estos montes incluyen, en adición a la "tara" y al "mito", especies de Calliandra, Tournefortia, Heliotropium, Rubus, Citharexylum, Commelina, Croton, Hypericum, Malvastrum, esto para mencionar solamente una parte de las especies leñosas.

La mayoría de estos montes al igual que los árboles individuales que hoy día se encuentran en los herbajes más típicos de las "lomas", ocupan lugares en donde el suelo es pobre; frecuentemente pedregoso de muy difícil acceso, como en el caso de Lachay, la vegetación autóctona se ha protegido mediante cercos y guardianes contra el abuso de

leñadores y ganado, durante muchos años. Es muy probable que éstos sean los remanentes de la vegetación original. Claramente se ve que estas áreas eran muy importantes desde tiempos primitivos para las sociedades humanas establecidas en los valles aluviales vecinos a la costa. Las explotaban seguramente para maderas y leñas, para plantas medicinales y para la casería. Quizás tengan importancia mística o religiosa para ciertas culturas, o tal vez sirvió como balnearios para las clases altas y gobernantes. Es dudoso sin embargo, que el indígena los cultivara y como no tenía ganado doméstico, no hizo nada para usar tal vegetación.

Después de la Conquista, con la introducción de cabras, mulas, caballos y ganado vacuno a la costa y con una creciente demanda para leñas, maderas y combustible en las ciudades vecinas, es probable que hubiera existido una explotación fuerte de los montes que suponemos cubrieron la mayor parte de las "lomas" entre 300 y 700 metros de elevación o dentro de las áreas señaladas en el mapa ecológico como pertenecientes al chaparral bajo y chaparral alto. Cortaron la mayor parte de los árboles y arbustos grandes más accesibles, pastoreando su ganado cada invierno sobre los herbajes que los reemplazaron en la sucesión vegetativa. En tanto que la vegetación leñosa alta, sirvió, a través de los antes mencionados efectos de condensación directa de la neblina, para proveer una parte significativa de la humedad necesaria para su propio crecimiento, la destrucción de los montes en esta forma resultó probablemente, en una disminución de la humedad que penetraba al suelo, produciéndose cambios permanentes en el medioambiente y vegetación natural.

Hoy día, la vegetación típica de las "lomas" es principalmente herbácea con arbustos bajos esparcidos. Esta vegetación herbácea se seca durante los meses de verano dejando el suelo desnudo entre los arbustos, algunos de los cuales están siempre verdes. El carácter de la vegetación está por supuesto, muy influido por un pastoreo excesivo en casi todas partes, como se puede ver cuando se compara el aspecto que tiene la parte ubicada afuera del cerco en comparación con aquella que se puede obtener de las otras agencias oficiales. Aún durante la estación seca, la tierra queda cubierta con plantas secas y humus adentro del cerco; inmediatamente afuera está casi desnuda, quedándose solamente unos pocos arbustos de especies no comestible y, a veces, los órganos florales vistosos de hierbas bulbíferas, como de Stenomesson y Hymenocallis los que brotan, sin apariencia de hojas, en este período del año.

Sobre las ramas y ramitas de los pocos árboles que quedan de los montes originales se ve una abundancia de epífitas, musgos, helechos y Peperomias, mientras que líquenes de diversas formas y especies colonizan no solamente las ramas de los árboles sino también todas las superficies de rocas expuestas a los vientos húmedos y aún sobre el suelo mismo. La importancia de la neblina como fuente de humedad se presenta no solamente en la abundancia de líquenes y epífitos mayores, sino también en la espesa mata de plantas herbáceas que se desarrollan durante los meses húmedos. Aún cuando el suelo se encuentre escasamente húmedo en los pocos centímetros superficiales y seco más abajo, y aún cuando no sea posible medir la precipitación directa mediante pluviómetros, este herbaje está tan saturado con gotas de agua que se condensan sobre sus hojas y tallos que al pisarlo de inmediato, uno se moja su ropa y sus zapatos. Es probable que la humedad condensada sobre las hojas y tallos, constituye una fuente muy importante para satisfacer las necesidades de crecimiento de estas plantas, la cual es absorbida directamente en parte por ellas. Este fenómeno aún no se ha estudiado científicamente. Tales observaciones indican las posibilidades e importancia potencial para el mundo científico de establecer fa-



Figura 11

Chaparral bajo (montano bajo): Asociación atmosférica de la formación maleza desértica montano bajo en las Lomas de Lachay, durante la estación seca. Los árboles aislados de copa redonda son nativos y muy viejos (Caesalpinia tinctoria, Capparis sp. y Carica candicans). Los rodales densos son de Eucalyptus spp. y otros árboles exóticos sembrados en forma experimental.



Figura 12

El doctor L. R. Holdridge, autor de esta clasificación ecológica estudia líquenes y musgos que crecen sobre rocas en las Lomas de Lachay, Chaparral bajo (montano bajo).

cilidades y programas específicos para llevar a cabo estudios detenidos en fisiología vegetal, ecología y microclimatología en las lomas de la costa Peruana.*

Uso de la Tierra

Económicamente, las tierras en estas dos asociaciones atmosféricas sirven solamente para la ganadería extensiva y temporal. Y éste ha sido su único uso continuado desde el tiempo de la Conquista. En forma tradicional, los comuneros de ciertos pueblos en los valles irrigados vecinos y en algunos lugares, dueños particulares de grandes haciendas, trillan su ganado -- cabras, mulas, caballos y vacunos en gran parte, sobre estas "lomas" un poco tiempo después que verdean normalmente en julio y agosto. Los pastores siguen viviendo en forma nómada en campamentos temporales, hasta octubre o noviembre en cuanto el tiempo se seca y el pasto se agota. A base de observaciones puramente empíricas, el autor ha estimado que el número de animales en pastoreo se encuentra en gran exceso en relación con la capacidad de la vegetación para mantenerse en un buen estado de producción o de retener una balanza favorable de los forrajes más nutritivos. Como pasto de alguna importancia, se necesita aplicar una ordenación técnica, basada en investigaciones científicas. Pero hasta la fecha, las "lomas" no han recibido ni la mínima atención de esta índole.

Algún interés para los técnicos deben ofrecer las posibilidades para la agricultura sobre las "lomas". Esta cuestión sí ha recibido un poco de atención en años anteriores y fue la base principal para que el Ministerio de Agricultura adquiriera el terreno en Lachay el cual se convirtió después en un Bosque Experimental. Allí se ha ensayado el cultivo de ciertas plantas de rápida maduración y con pocos requisitos de humedad. En años en los cuales se supera el promedio de lluvias, con buena preparación de la tierra regosólicas sobre pendientes suaves, se han logrado obtener regulares cosechas en secano, de cebada y papas. Cuando el tiempo es incierto, sus posibilidades económicas son negativas. Al contrario, hay mejores posibilidades para la producción del "maguey" (Agave americana), planta perenne de fibra que aguanta el largo período de sequedad. También están cultivando, con menor éxito, la cabuya (Fourcroya occidentalis).

En consideración de la destrucción de los montes accesibles en el pasado y de que estos montes ni pudieron restablecerse naturalmente excepto con protección absoluta contra todo uso, inclusive el de pastoreo durante siglos, es fácil comprender que las lomas, se encuentran al margen de toda posibilidad económica de aprovechamiento para la producción de leñas o maderas de especies arbóreas nativas. La siembra de especies exóticas, en especial de eucaliptos, casuarinas, pinos y acacias, ha logrado cierto éxito en los experimentos llevados a cabo en Lachay. Tales especies de eucaliptos como E. camaldulensis, E. astringens, E. angulosa, E. transcontinentalis, E. citriodora y al-

* Para estos fines, se sugiere una mejor organización y desarrollo de las facilidades y programas ya establecidos en las Lomas de Lachay, donde el Servicio Forestal del Perú tiene establecido una serie de estudios sobre el comportamiento de diversas especies forestales sembrados allí hace 25 años y en donde hay un largo registro de datos climatológicos fidedignos.

gunos otros pocos nativos de las regiones más áridas de clima mediterráneo, que en aquellos países han dado buenos resultados iniciales, han tenido éxito aquí también. Debido a su lento crecimiento y bajo porte en este clima, sin embargo, es dudoso que su producción planeada resulte verdaderamente económica en comparación a los beneficios que resultan en la actualidad, del aprovechamiento de estas tierras para fines de pastoreo.

Por otra parte los árboles exóticos igualmente que los nativos, deben tener un puesto muy importante, tanto para la reforestación de áreas especiales, como para la protección de la vida silvestre de estas regiones, en proceso de desaparición por falta de hábitat adecuado. De igual o más importancia, son también para el establecimiento de parques forestales recreativos accesibles a las grandes y crecientes poblaciones de la costa. Felizmente, muchas de estas "lomas" son atravesadas o ubicadas muy cerca de la Carretera Panamericana y la experiencia de Lachay indica claramente que existe ya una tremenda demanda de parte del público para áreas recreativas en la zona rural, accesibles por automóviles. El bosque de Lachay, aunque no se ha organizado con fines de recreo, tiene miles de visitantes cada año. Más y mejores facilidades de esta clase, son definitivamente necesarias. Su organización debe ser una función del estado por medio de su Servicio Forestal.

Al sur de Lima, cercano a Chala y atravesada por la Carretera Panamericana sur, hay una zona de "lomas" pertenecientes al más húmedo chaparral alto. Estas "lomas" se llaman Lomas de Atiquipa y se encuentran entre las mejores del país. También, retienen un área apreciable en monte natural. Son de gran interés científico. Por tales razones, se sugiere que una parte, por lo menos, de estas "lomas" sea reservada por el Estado como un Parque Nacional, con prohibición de todo corte de maderas o pastoreo en el futuro, para abrirse al público con fines de recreo, descanso y estudio.

CAPITULO 10

MALEZA DESERTICA MONTANO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación se extiende principalmente al sur del grado 13 de latitud, por las faldas intermedias de las vertientes occidentales de los Andes y por la base de algunos valles altos, interiores, especialmente aquéllos que desembocan hacia el Pacífico. Se acerca a la costa entre 10 y 13 grados de latitud, donde los cerros se extienden al oeste, ocupando después estrechas franjas. En total abarca unos 13,623 Km².

Colinda por casi todo su borde inferior con la formación maleza desértica montano bajo, y forma, como en aquélla, una faja casi continua por las vertientes occidentales del sector sur del país. (Hoja N°3 del mapa). El ancho apreciable que tiene la faja de esta formación se debe en gran parte a las condiciones topográficas reinantes. Desde la latitud 14 hasta las proximidades de la frontera con Chile, el ancho altiplano de los Andes al sur se dirige hacia abajo y hacia el Océano Pacífico en forma de un arco largo que da lugar a una llanura de gradiente moderada. Este plano inclinado es poco quebrado y escarpado debido a la escasez de ríos permanentes y a que los pocos que existen son de caudal pequeño.** Debido a la falta de gradiente abrupta u orografía de estas vertientes, las lluvias veraniegas son usualmente débiles e inciertas. Por lo general, la isoyeta de 250 mm. de lluvia anual (promedio) corre entre 3000 y 3500 metros de altura por este sector, dividiendo así el piso altitudinal montano, que es allí bastante ancho, en dos secciones. La inferior se caracteriza por la vegetación de la maleza desértica y la superior por la de la estepa. Por la latitud 10, donde se encuentra el área más norteña de la formación, el límite inferior del piso montano está en 3200 metros. Desde este lugar se va bajando lentamente en altura, hasta que en las cercanías de la frontera con Chile tan sólo alcanza los 2300 metros de altitud. Excepto en los valles interiores, la

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo md-M en color naranja, tono cuarto.

** Por ser semiáridas las cuencas hidrográficas del altiplano, solamente cuatro ríos permanentes se originan de ellas, los cuales se vuelven profundamente encañonados al cruzar las vertientes occidentales. Estos ríos son: el Acari, el Ocoña, el Camaña y el Tambo.

formación tiene en el Perú un espesor vertical (altitudinal) de sólo 300 hasta 700 metros arriba de su límite inferior. Entonces, las partes más anchas que se distinguen en el mapa son las que ocupan los terrenos menos inclinados.

Típicamente, la maleza desértica montano presenta un aspecto vegetativo entre semidesértico y subhúmedo, siendo las temperaturas bastante frescas durante todo el año.* La poca lluvia que se recibe es algo más eficaz, que la que cae en cantidades iguales sobre las formaciones semidesérticas de los pisos menos elevados, por quedar sujeta a un régimen menor de evapotranspiración. La vegetación natural de esta formación queda bastante reducida en altura, densidad y en número de especies autóctonas, debido, aparentemente: a la incertidumbre de las lluvias veraniegas; a su variación en cantidad de año a año; y, al frío intenso de muchas de las noches de los meses "invernales", es decir, entre abril y diciembre. Como en las formaciones afines, estos meses secos de invierno son claros y despejados. Durante las pocas horas de sol perpendicular intenso, hay una radiación fuerte que calienta la superficie del suelo, favoreciendo por lo tanto las plantas que crecen más cerca del suelo sobre las de porte alto. Durante las largas horas de la noche y las de sol angulado, hay una fuerte radiación de este calor hacia el cielo despejado, y el aire, que era fresco durante el día, se enfría rápidamente, llegando en muchas noches bien abajo del punto de congelación del agua. Es posible que en esas ocasiones las plantas de porte bajo también sufran menos el frío nocturno, aprovechando y hasta conservando algo del calor del suelo.**

Hay lluvias eficaces (10 mm. o más durante un período de 24 horas) solamente en esta formación durante los meses de verano o entre enero y marzo. En la mayoría de los días durante estos meses, el cielo se nubla por las tardes dando origen a aguaceros cortos y dispersos. Aparentemente (no existen estaciones meteorológicas en ninguna parte del área abarcada por la formación), son muy raras las lluvias generales o los aguaceros muy fuertes y prolongados. Por lo menos los terrenos, excepto los más inclinados, muestran pocas indicaciones de erosión marcada. Según Weberbauer, la humedad y nubosidad de que provienen estas lluvias viene principalmente del interior (Amazonas) y no del Océano Pacífico.***

Ya que hay relativamente poca humedad atmosférica sobre el alto y ancho plano de los Andes sureños, aún en pleno verano, las extensiones mayores de las lluvias veraniegas del oriente son, no solamente muy inciertas de año a año en su intensidad, sino que tienden a tener poca duración diaria, sobre todo en los años relativamente secos. Muchas noches, el cielo completamente nublado por la tarde, se despeja nuevamente abriendo paso a una fuerte radiación del calor de la superficie, la cual, provista con una amplia cantidad de humedad, puede causar fuertes heladas o escarchas, especialmente en las áreas más altas y de poca inclinación.

* Reduciéndose adiabáticamente desde más o menos 12°C., de media anual, por el límite inferior a 9 u 8°C. a su transición a la estepa montano por las vertientes exteriores y a 6°C. al límite superior por los valles altos interiores.

** Para estudios sobre esta gradiente de temperatura próxima al suelo, debe consultarse W. U. Drewes and A. T. Drewes, Climate and Related Phenomena of the Eastern Andean Slopes of Central Peru (Syracuse, New York: Syracuse University Research Institute, June 1957), pp. 40-51.

*** Op. cit., p. 134.

Topografía, Vegetación y Suelos

Por las razones anteriormente expuestas, esta formación ocupa mayormente terrenos de moderada hasta poca inclinación. Solamente donde sobrepasa las paredes de los encañonados valles de los ríos Acari, Ocoña, Camaná y Tambo, las laderas que ocupa son marcadamente escarpadas. Desde el punto de vista geológico, casi toda su área, descansa sobre un complejo masivo de rocas ígneas de edad Terciario-Cuaternaria.* Siendo estas rocas duras y relativamente jóvenes y el clima frío y semidesértico, tanto su descomposición, como el proceso de edafización, sigue siendo muy lento. Aún donde hay poca erosión geológica, la mayoría de los suelos tienden a ser relativamente jóvenes y de poca a moderada profundidad. Un suelo típico zonal, estudiado en la ruta Puquio-Nazca, tenía color pardo-gris hasta castaño en su superficie y cambiaba a blanco a medida que se profundizaba unos pocos centímetros; entre 20 y 50 centímetros de profundidad se encuentra un estrato de cal o de carbonatos impermeables. En su mayoría estos suelos son sumamente alcalinos y de bajo contenido de humus. Sin embargo, parecen ser de una textura apta para la labranza, sobre todo en donde se hallan libres de piedras en la superficie, como, por ejemplo, las mesetas de las vertientes occidentales y los valles planos y altos de la sierra interior.

A causa de su poca utilidad para un aprovechamiento económico intensivo, la vegetación natural de la formación maleza desértica montano ha sufrido pocas alteraciones por la mano del hombre o de sus animales, encontrándose hoy en día casi como en su estado primitivo. Sobre los suelos zonales o climáticos, que predominan por las vastas mesetas y laderas suaves de las vertientes occidentales y donde hay pocas piedras en la superficie, predomina una comunidad vegetativa rala de arbustos y subarbustos de porte bajo entre 0.5 y 2.5 metros de altura, a veces muy dispersos sobre el terreno y a veces, sobre todo en los cauces secos, agrupados en pequeñas manchas. De estas plantas leñosas, de las cuales hay aproximadamente 15 especies distintas, la mayoría, como la muy típica "chilhua" (Franseria fruticosa Phil), son especies pluvifolias afines a las de la formación maleza desértica montano bajo. Unas pocas, como la "tola" (Lepidophyllum quadrangulare (Meyen) Benth.), son especies perennifolias afines a las de las formaciones subhúmedas frías alto-andinas y tienen resina o una tupida cubierta de pelos que revisten sus hojas pequeñas. Muy dispersa entre los arbustos y subarbustos que componen la vegetación dominante, existe una cubierta rala y baja de hierbas anuales y perennes, que crecen solamente durante el corto período de lluvias veraniegas. De éstas, las pocas especies de gramíneas son principalmente anuales y efímeras, mientras las más numerosas hierbas son en su mayoría perennes, con raíces tubíferas o bulbíferas que quedan atargadas bajo el suelo durante los meses de invierno.

En cambio, en los suelos azonales, tanto en los cauces secos, donde existen afloramientos de rocas y tierra muy pedregosa, como en las paredes escarpadas de los grandes ríos encañonados, la vegetación es más rica en especies leñosas, las cuales son también más tupidas y robustas, y algunas llegan a alcanzar hasta 3 y 4 metros de altura. En los sitios pedregosos son notables por su frecuencia y altura varias especies de cactáceas columnares inclusive el Cereus candelaris de talla arbórea que llega hasta 5 metros de altura, y son mucho más ralas las hierbas efímeras de verano.

* Según el Mapa Geológico del Perú, op. cit.

Uso de la Tierra

Se aprovechan en forma muy extensiva los terrenos incluidos en esta formación. La actividad principal es el pastoreo de cabras y ovejas, las cuales son guiadas en rebaños pequeños a estas regiones semiáridas desde regiones vecinas subhúmedas (estepa montano, páramo húmedo subalpino) una vez que la cubierta efímera de hierbas y gramíneas se ha vuelto bien verde y succulenta al principiar la estación de lluvias. En años excepcionalmente secos, y estos ocurren con regular frecuencia, la hierba no brota, imposibilitándose este pastoreo nómada. Resulta que la vegetación herbácea de estas formaciones vecinas, que en años normalmente húmedos tiene un período de descanso y recuperación en estos mismos meses de lluvia veraniega, recibe con toda seguridad un fuerte sobrepastoreo por la imposibilidad de efectuar la transferencia temporal de sus rebaños a estos "pastos de verano" en las formaciones semiáridas, y por el hecho de que el efecto de la sequía se siente también en la misma región alto-andina reduciendo el vigor del crecimiento de los pastos naturales.*

Por otra parte, la sequía periódica no puede causar un sobrepastoreo que afecte, aún indirectamente, la composición o carácter de la vegetación natural en la maleza desértica montano, como se puede apreciar.

Al igual que la formación maleza desértica montano bajo con la cual colinda por su borde inferior, la maleza desértica montano tiene muy poca área adaptada al regadío. Además, la lluvia que cae es en sí misma insuficiente para madurar cualquiera de las pocas especies cultivadas que estén adaptadas a crecer bajo las adversas condiciones de temperatura reinante en la formación. Por eso, la formación tiene muy poca población humana, estando restringida la habitación permanente a las proximidades de los pocos ríos permanentes procedentes de tierras interiores más húmedas, principalmente en los puntos donde la fisiografía es tal que se ha permitido el desarrollo de sistemas adecuados de regadío para los terrenos adyacentes. En estos lugares la gente concentra sus rebaños durante tiempos de sequía, mientras se cultivan en parcelas pequeñas, cebada para forrajes ("alcacer") y para alimentación humana, y trigo, papas, habas, oca, mashua, olluco, tarhui y otras plantas cultivadas, típicas del piso montano, para el consumo directo de ellos.

Excepto por la colección de arbustos para leña a que se dedican los pocos habitantes de la formación, ésta no tiene uso forestal ni actual ni potencial, siendo el crecimiento de tallos arbóreos solamente posible bajo riego en los lugares apropiados para cultivo.

* Es bien posible que las grandes comunidades arbustivas de la resinosa "tola" que se extiende por la estepa montano y las formaciones subalpinas vecinas se deba, por lo menos en parte, al sobrepastoreo periódico de los últimos siglos.

CAPITULO 11

BOSQUE ESPINOSO TROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación cálida y semiárida ocurre solamente al norte de 7° de latitud sur en el Perú, donde abarca unos 8,945 Km² en total. Existe, bajo condiciones atmosféricas muy distintas, tanto por la costa interior al norte de 6° de latitud, como en algunas localidades hondas y abrigadas del valle del río Marañón y sus tributarios al norte de 7° de latitud.

La mayor extensión de la formación se encuentra por la costa interior, donde forma una franja relativamente ancha tierra adentro en la formación: maleza desértica tropical. Esta franja, que llega al mismo mar entre Lobitos y Tumbes, es una continuación en terrenos bajos de planicie, de la ocupada más al sur. Va ascendiendo progresivamente en altura por las vertientes occidentales de los Andes, por las formaciones con lluvias iguales pero más frías (bosque espinoso subtropical, estepa espinosa montano bajo, estepa montano). Por su topografía más favorable y sus temperaturas más elevadas, el bosque espinoso tropical es, entre esas, la que tiene mayor población humana y la que presenta mayor cantidad de tierra de uso actual y potencial, en forma económica. Se debe a las mismas condiciones atmosféricas generales ya descritas para la formación maleza desértica tropical. Aunque sus temperaturas medias anuales son en todas partes superiores a 24° C., en ningún lugar o mes del año llegan a elevarse demasiado sobre esta cifra por el efecto siempre templarizador del mar frío cercano. Así, el límite superior de la formación, es decir, su conexión con el piso altitudinal subtropical, varía desde más o menos 200 metros por sus límites sureños hasta 450 metros por la frontera con el Ecuador. Al norte de la latitud 4° 50'. la isoyeta de 500 mm. se acerca tanto a la costa que la formación se vuelve sabana o bosque muy seco tropical tierra adentro antes de llegar al piso subtropical. Al sur de esta latitud, la formación se conecta directamente con el bosque espinoso subtropical alrededor de 250 metros de altura.

Como en las formaciones vecinas de la costa norte, las lluvias se concentran en los tres meses de verano, especialmente en febrero y marzo. Caen mayormente en forma de chubascos pesados y relativamente cortos. En años con igual o mayor lluvia que el pro-

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico mediante el símbolo be-T, y en color naranja, tono sólido.

medio hay a veces precipitaciones altas durante los meses de noviembre y diciembre. Lluve, pero ligeramente, durante otros meses del año, especialmente durante los de invierno, cuando ocasionalmente ocurren lloviznas finas o garúas, sobre todo en las noches, relacionadas con neblinas adveccionales procedentes del mar frío.

En las dos secciones del valle del río Marañón y sus afluentes donde se encuentra esta formación, no hay lluvias invernales y las temperaturas (reducidas a la presión del nivel del mar) son elevadísimas. En el valle principal norte y sur del pueblo de Balsas, cruzándolo en forma transversal para ocupar porciones de los valles tributarios de Utcubamba y Chinchipe, el piso tropical asciende desde el fondo del valle mismo (700 metros el primero y 450 metros el segundo, promedio general) hasta 1000 metros o posiblemente unos 150 metros más por las laderas adyacentes. (Jaén, pueblo vecino, a 740 metros de elevación, tiene una temperatura media anual aproximada de 26°C.). Cerca de Balsas, la formación bosque espinoso asciende hasta los límites superiores de este piso cálido, alcanzando el punto más elevado en el Perú. En el sector Utcubamba-Chinchipe (Bagua) se transforma en sabana o bosque muy seco alrededor de 700 metros, es decir, antes de llegar a los límites superiores del piso tropical.

Profundamente atrincherada detrás de los altos y extensos murales de las cordilleras que la rodean por todos lados, la formación, en estos lugares, acusa temperaturas más elevadas que la normal para estas altitudes, con una baja precipitación y humedad relativa, lo cual se debe enteramente a los efectos del "abrigado" (en inglés: 'rainshadow') y de la orografía diferencial (en alemán: 'föhn'). Las masas de aire de procedencia extraandina tienen que subir para vencer las altas barreras de las vertientes exteriores de los Andes. Enfriándose en el ascenso, descargan la mayor parte de su humedad que llevan por estas vertientes y por los terrenos altos de los Andes mismos, ganando en el proceso el calor latente de las aguas perdidas. Descendiendo las vertientes interiores, estos aires se calientan más por el aumento de presión atmosférica, llegando así a los valles profundos, muy cálidos y en estado de absorber en vez de descargar humedad (humedad relativa baja), y en términos de temperatura, más cálidos que cuando se encontraban por las mismas elevaciones sobre el nivel del mar por las vertientes exteriores. La baja incidencia de nubosidad a la cual se da origen, agrava el calor y sequedad relativa de estos aires. Mientras que sobre las montañas que la rodean, el cielo se halla frecuentemente nublado en las horas del día, sobre los valles profundos el cielo está, durante gran parte del año completamente despejado de nubes, permitiendo que el sol tropical caliente el terreno y el aire. A pesar de la baja humedad relativa (aparte del estrecho río no hay fuentes locales de agua para recargar la atmósfera), el hombre siente mucho el calor de estos lugares que con frecuencia puede llegar hasta 40°C. ó más, durante las horas de sol. El cielo se nubla más por la noche a causa de la inversión de la circulación atmosférica local y cuando hay estas nubes, ellas impiden la radiación externa del calor acumulado, haciendo opresivas las temperaturas nocturnas también. (Estas condiciones atmosféricas, en un grado u otro, son las causantes de la existencia general de otras formaciones subhúmedas y semiáridas a mayor altura por todos los valles abrigados interandinos. (Color naranja y amarillo en el mapa).

Donde existe la formación bosque espinoso tropical por el sistema del río Marañón, recibe lluvias efectivas solamente en los meses desde octubre hasta abril. El monto de estas lluvias acompaña el pasaje cercano al noreste de la franja ecuatorial de baja presión durante enero y febrero. Hay una ligera máxima secundaria desde mediados de oc-

tubre a mediados de noviembre. La mayoría de las lluvias se presentan como chubascos intensos pero de corta duración, generalmente en la madrugada, cuando la circulación nocturna (montañas abajo, desde donde se eleva hacia el centro del valle), forma fuertes depresiones locales encima del valle mismo. Aún en pleno verano, las mañanas son generalmente despejadas y cálidas, y la superficie del suelo mojada durante la noche, se seca rápidamente.

Topografía, Vegetación y Suelos

De los terrenos que ocupa esta formación en el interior de la costa norte un buen porcentaje reúne buenas condiciones para el cultivo o el pastoreo por ser relativamente planos, arables y fértiles. Sin embargo, por la escasez de ríos permanentes que la crucen y la limitación de los sistemas de riegos existentes, no se ha logrado aprovechar en forma intensiva, solamente una pequeña fracción de estos terrenos buenos. Fuera de los valles angostos de los ríos Tumbes, Chira-Quiroz y Piura que son o serán pronto cultivados, el terreno bueno y el malo quedarán en estado natural de bosques espinosos explotados por una ganadería muy extensiva y para productos forestales. Al sur del río Chira predominan formaciones geológicas de edad cuaternaria, muchos de carácter arenoso que proveen suelos "Regosólicos" con baja capacidad para retener el agua en la superficie. Su riego no sería factible. Al norte de este río, por el contrario, las formaciones geológicas, cretácicas y terciarias, ambas sedimentarias e intrusivas, proveen suelos mayormente arcillo-limosos y alcalinos, que podrían convertirse en ricos campos cultivados o forrajeros, dando solamente el agua de riego necesaria como suplemento a la poca e incierta lluvia que cae naturalmente. Estos suelos zonales probablemente pertenecen al denominado grupo castaño-rojizo (E.E.U.U.), o árido castaño claro (Miller).

Por la costa hay mucho terreno potencialmente útil para cultivo pero una cantidad insuficiente de agua aprovechable para riego. Por el valle del río Marañón en cambio hay relativamente poco terreno irrigable y un gran exceso de aguas que se desperdicia hoy en día. El río Marañón y sus afluentes están desde poco hasta muy atrincherados durante todo su curso dentro de los Andes mismos. El lecho del río que trae grandes cantidades de agua, ocupa normalmente una tercera parte del estrecho fondo y el resto es ocupado por terraplenes elevados detrás de los cuales la pendiente de la tierra varía entre fuertemente inclinada y acantilada o pendientes casi verticales, elevándose casi sin encontrar nivelaciones menores hasta las punas, 3000 metros arriba. Solamente los terraplenes ofrecen posibilidades para el cultivo bajo riego, y muchos de éstos ya han sido regados y cultivados por muchos años. Los terraplenes que todavía faltan de cultivar, inclusive un gran porcentaje de los terrenos incluidos en el más ancho sector del valle del sector Bagua-Bellavista (Utcubamba-Chinchipe), están tan elevados sobre el nivel actual del río que no pueden ser regados sin la instalación de sistemas pesados y costosos para bombear o transportar desde lejos el agua. Como los terrenos sin riego en la sección de la formación situada en la costa interior, estos terrenos siguen cubiertos con vegetación natural.

En los pocos lugares protegidos contra las actividades destructivas del hombre y su ganado, se puede ver todavía la vegetación primaria de esta formación. Sobre suelos

zonales y declive ligero, ésta está constituida de un monte que varía mucho en densidad pero que es normalmente ralo hasta abierto, es decir, sin dosel continuo de las copas. Los árboles dominantes de este monte llegan hasta 8 metros de altura en promedio, con diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) que varía entre 10 hasta 30 pulgadas. Entre los árboles y bajo ellos, con sus copas esparcidas, planas y extendidas, crecen en forma muy rala arbustos y varias especies de cactáceas. Unas de las cactáceas son columnares y otras son de tallo arbóreo ramificándose en la parte superior, de 3 hasta 6 metros de altura. En total hay entre 25 y 50 especies leñosas distintas, de las cuales la mayoría son pluvifolias que reverdecen solamente al principiar la estación de lluvias. De las siempre verdes, algunas son microfoliadas y espinosas y otras mesoesclerofoliadas.

Sobre el piso de este monte se desarrolla una densa y alta cubierta de plantas herbáceas, inclusive muchas gramíneas y plantas trepadoras, la mayoría de las cuales, como los árboles pluvifolios florecen antes de secarse al terminar la estación de lluvias. Aunque toma un aspecto vegetativo muy exuberante durante los meses de verano, durante el invierno esta asociación climática de la formación vuelve a ser seca y triste, permaneciendo como única vegetación verde las cactáceas y los dispersos árboles de especies siempre verdes. Sobre suelos malos o litosólicos, como en las laderas de inclinación marcada, las asociaciones edáficas y topográficas se vuelven reducidas en estatura. Hay menos especies de estos árboles pues casi todos se hallan reducidos a la estatura de arbustos. En estas asociaciones las cactáceas aumentan mucho en frecuencia y el herbazal se vuelve esparcido y bajo.

La asociación hídrica o monte ribereño de esta formación se compone en su mayoría de especies siempre verdes, pero en su aspecto fisonómico es muy parecido al descrito para la asociación climática.

Uso de la Tierra

Como se explicó anteriormente, casi todo el terreno no regado de la formación está cubierto por una vegetación natural cuyo estado varía entre ligeramente degradada y muy degradada, como resultado de la explotación humana y ganadera. Muchos de los árboles más grandes y viejos del bosque primario como los del hualtaco (Loxopterygium huasango), guayacán (Tabebuia sp.), huarango (Vachellia sp.), y ébano (Zyzyphus sp.) han sido o siguen siendo muy intensivamente explotados por sus maderas valiosas, mientras otras, principalmente el algarrobo (Prosopis juliflora), zapote y margarito (Capparis spp.), faique (Acacia macracantha), charán (Caesalpinia corymbosa), añalgue (Coccoloba Ruiziana), y limoncillo (Ximenia americana) son cortadas principalmente por sus leñas, la mayor parte de las cuales se convierten directamente a carbón vegetal en el monte. Mucho del carbón vegetal y de la leña dura que se consumen en las grandes ciudades de la costa peruana, así también como la madera de parquet, son productos de los bosques de esta formación, especialmente aquellos que son accesibles a la carretera panamericana y carreteras secundarias conexas de la costa norte. Una gran proporción de la población humana esparcida en el territorio comprendido, se dedica a la fabricación de carbón, exclusivamente o en combinación con actividades ganaderas.

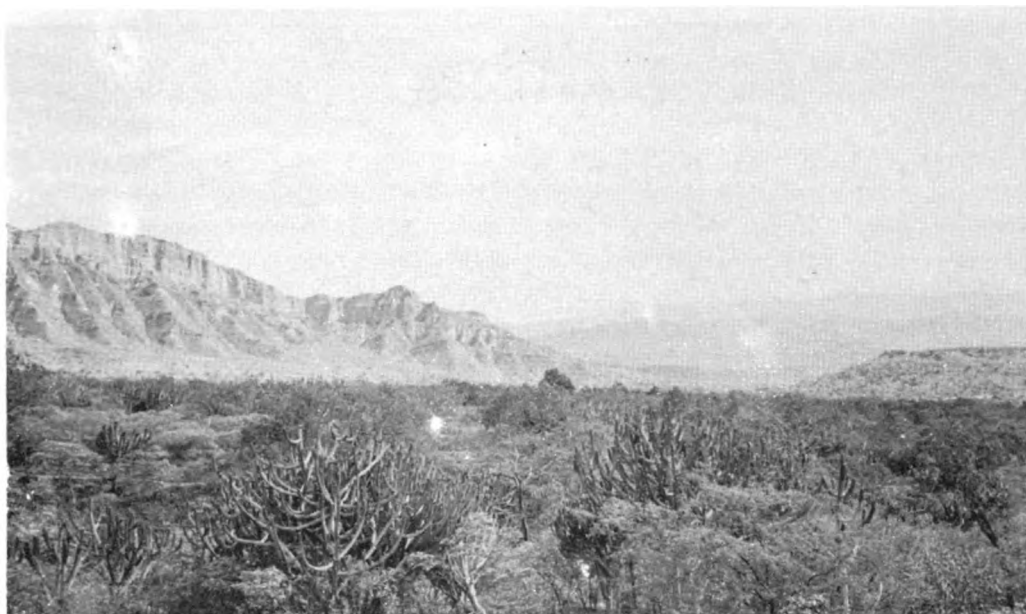


Figura 13

Bosque (Monte) espinoso tropical: Muestra la vegetación primaria degradada por siglos de ramoneo por cabras y vacunos salvajes, en una zona cercana a la confluencia del Río Utcubamba con el Marañón a 600 metros sobre el nivel del mar.

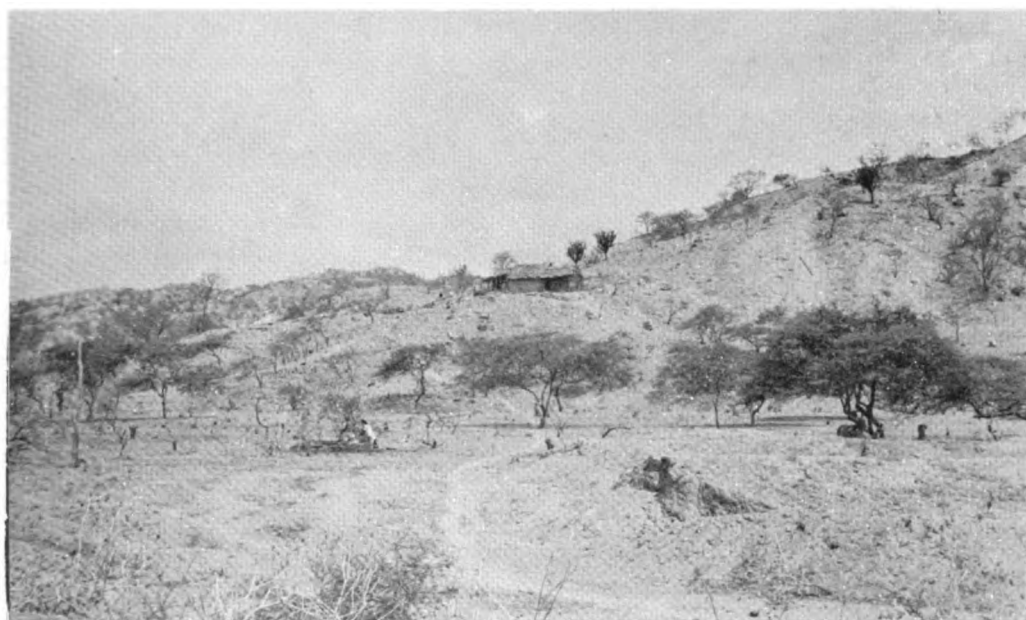


Figura 14

Bosque (Monte) espinoso tropical en las afueras de Tumbes cercano a la frontera con Ecuador. Nótese la degradación causada por leñadores, carboneros y por el sobrepastoreo de ganado caprino. Obsérvese un "chivo" montado sobre el árbol en el cual busca comida verde durante la estación seca.

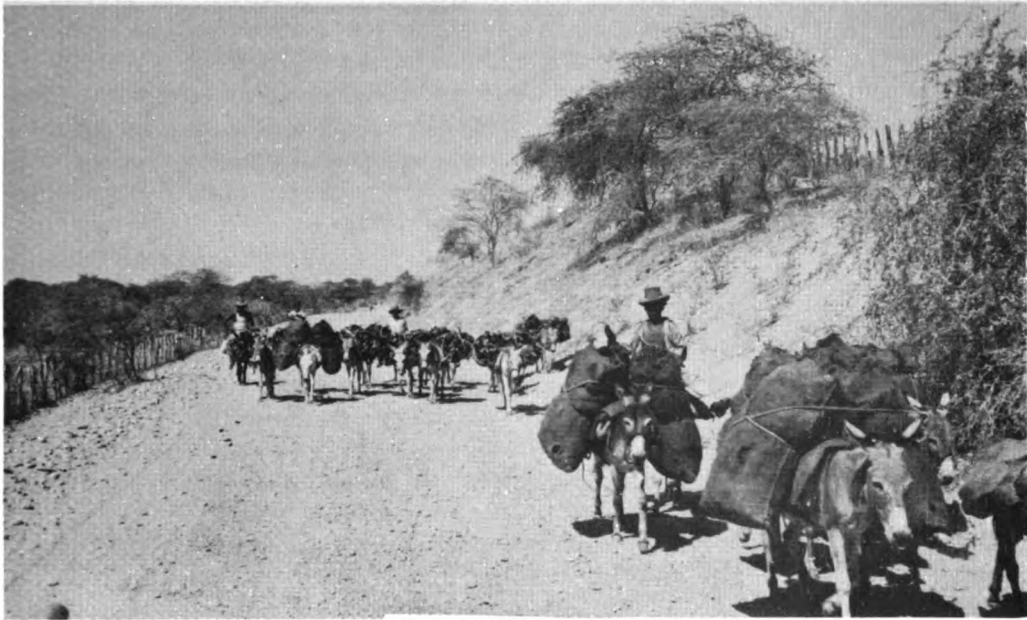


Figura 15

Bosque (Monte) espinoso tropical: Mulas cargadas con carbón vegetal y leña de "algarrobo" (*Prosopis* sp.). Estos importantes productos serán vendidos a camioneros, con destino al mercado de Lima. Foto tomada en un lugar cercano a Sullana y la carretera Panamericana.

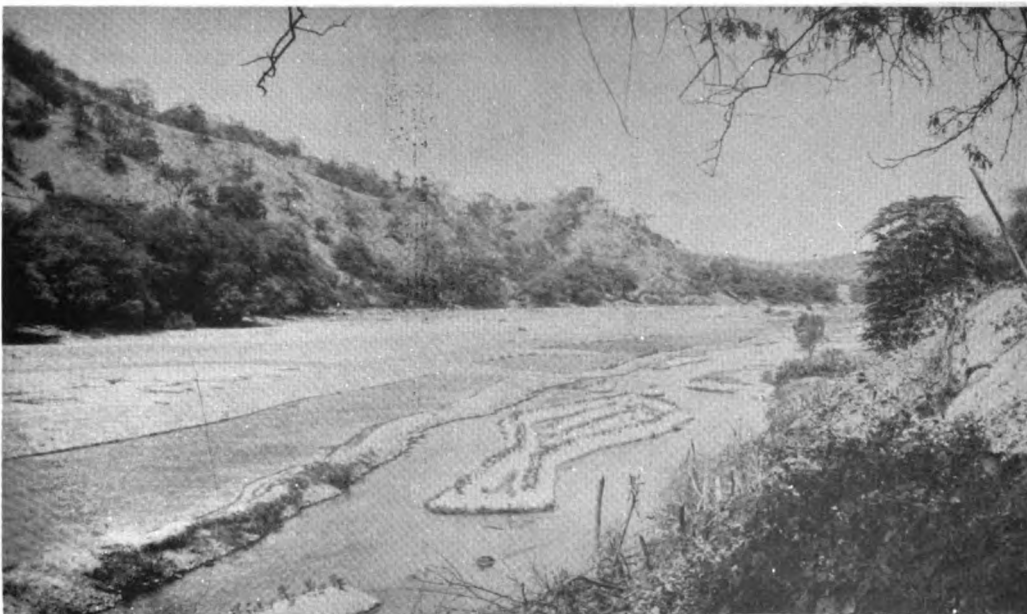


Figura 16

Bosque (Monte) espinoso tropical: Cultivos de riego sobre islotes y playas del Río Chipillico durante la estación seca. Las lomas vecinas, arboladas con algarrobo son usadas para pastoreo extensivo y la extracción de leña.
Foto cortesía de E. Smith (SN6)

Aunque hay excepciones, la ganadería es aquí una actividad por lo general extensiva y atrasada técnicamente. No debiera ser, porque la región es generalmente buena para la producción de reses para carne. Con pozos y otras fuentes locales de agua potable para los animales, el ganado vacuno puede pastorear sobre los herbazales todo el año si se ejerce un estricto control para prevenir el sobrepastoreo, porque las gramíneas anuales que predominan en esta formación son mayormente grandes y se secan naturalmente en pie produciendo un heno espeso y nutritivo que dura todo el invierno. La abundante semilla del algarrobo provee un suplemento excelente de alto contenido proteico que les gusta a los animales. Se nota, sin embargo, que la mayoría de los campos de pastizales abiertos demuestran una reducción excesiva de las gramíneas por razón del sobrepastoreo, mientras la gente sigue destruyendo las manchas restantes de algarrobo, esparcidas sobre ellos, para la fabricación de carbón. En los montes naturales, por otra parte, se practica algo de pastoreo o se lleva a cabo en forma muy extensiva, sin vigilancia sobre los animales, siendo especialmente numerosas las cabras del pequeño ganadero y carbonero. Cercano a cualquier fuente de agua potable estos animales se concentran en exceso. Al terminar de comer todo el herbazal de verano no tienen otro remedio que alimentarse a base de hojas, corteza, brotes y ramas tiernas de los árboles y arbustos durante los meses secos. Con este fin la cabra se ve muchas veces montada sobre los troncos de árboles inclinados. Cuando este proceso se continúa durante años seguidos y se acompaña a las actividades de sobreexplotación de maderas y leñas en los mismos montes (los cuales son, por la lluvia que recibe en la formación, de muy lento crecimiento) el resultado es la destrucción parcial o completa del monte y su herbazal, o su reducción a un matorral bajo, casi impenetrable, en el cual predominan las cactáceas columnares y/o arbustos muy espinosos o venenosos y bajo los cuales el herbazal queda casi completamente eliminado. En la región de la costa cercana a Tumbes, por ejemplo, la destrucción ha sido tan completa que el territorio parece semidesértico. En el valle del Marañón, en el sector Bagua-Bellavista, donde ha pastoreado por siglos lo que parece ser una res de tipo criollo-silvestre,* hay extensiones enormes de terrenos ondulados sobre los cuales el matorral de cactáceas y leñosas espinosas han reemplazado completamente al monte y al herbazal. (Fig. 13).

Aunque hay de vez en cuando quemas accidentales de los herbazales al empezar la estación seca, el valor del heno seco es tal que no es la costumbre entre los ganaderos de quemar anualmente a propósito. Debido al reducido carácter de la vegetación natural en muchos lugares, hoy resulta casi imposible que se quemen, aún accidentalmente. Sin embargo el fuego merece una investigación cuidadosa para averiguar qué valor podría tener para la eliminación de matorrales y el restablecimiento de herbazales en cualquier programa de mejoramiento de pastos naturales para la región. También deben iniciarse estudios de la economía relativa de la ganadería y la dasonomía, considerando un manejo detenidamente técnico en cada uno, como base para el planeamiento de mejor y más intensivo uso del terreno en esta formación en el futuro. Es muy posible que se pudiera desenvolver un sistema bajo el cual estas dos actividades se combinaran efectivamente con ventajas recíprocas. Es positivo que los terrenos no regables abarcados por la formación contribuyen hoy día, con valores apreciables de carne y productos forestales para la economía

* Animal flaco, largo, de cuernos muy extendidos, parecido al desaparecido tipo "longhorn" del siglo pasado en E. E. U. U. y México.

nacional, y que estos valores están en peligro de reducirse en el futuro por un mal uso y manejo del recurso renovable existente si es que pronto no se toman pasos para contrarrestarlo.

En lo que se refiere al cultivo bajo riego, la formación es sumamente productiva en lo que se refiere a una estricta aplicación de la técnica agronómica. Se siembran o se pueden sembrar las mismas plantas del piso tropical bajo, que se han anotado para la formación maleza desértica tropical.

Para la reforestación se recomienda las especies nativas de más alto valor.

CAPITULO 12

BOSQUE ESPINOSO SUBTROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación es, en muchos aspectos, un prototipo de la formación bosque espinoso tropical, con la cual está directamente conectada en algunos lugares del norte del Perú. Abarca unos 12,865 Km². Es, por lo tanto, algo más extensa. Esta formación se diferencia del bosque espinoso tropical por encontrarse ubicada a una altura más elevada sobre el nivel del mar, y como consecuencia, tiene temperaturas medias anuales más bajas. En las demás características climáticas, es en todo similar a aquella formación semiárida. En su extensión al norte por la costa ocupa el sector sur de los cerros de Amotape sobre los 500 metros. Alrededor de la latitud 5° sur, por la llanura costanera y los flancos bajos de las vertientes occidentales de los Andes se une con el bosque espinoso tropical alrededor de 250 metros de altitud para formar una faja ancha hasta el río de la Leche.

Encima de Chiclayo deja la llanura completamente y asciende por las laderas inclinadas y peñascosas exteriores de los Andes, y continúa luego en una faja más estrecha entre límites de 400 y 1200 metros de altura hasta la latitud de Trujillo. Al sur de Trujillo, hasta el río Pisco, la faja no es continua y asciende aún más para ocupar solamente las laderas intermedias y cabeceras de algunos de los valles más profundos procedentes del interior. Al sur del mencionado río esta formación no existe ni en las cuencas hidrográficas que se dirigen hacia el Pacífico por ser enteramente reemplazada por formaciones más secas. Por toda esta sección frente al mar, la formación está relacionada principalmente con la extensión al oeste de las lluvias veraniegas alto-Andinas. Ocupa dentro de los límites altitudinales del piso subtropical, los sectores abarcados por las isoyetas de 250 y 500 mm. de lluvia anual. Sin embargo, al norte de la latitud 7, hay una influencia secundaria de las neblinas y garúas costaneras del invierno y primavera. Al sur de esta latitud, casi toda la lluvia que recibe viene en forma de chubascos vespertinos de intensidad y frecuencia bastante variable, entre los meses de noviembre y abril. Como en todas las formaciones de lluvias deficientes, hay una marcada variación en el total que cae de mes a mes y de año a año.

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico mediante el símbolo be-ST y en color naranja, tono segundo.

En el interior del país, la formación ocupa solamente los niveles inferiores de profundos y estrechos valles interandinos entre 5° y 14° L.S. Se extiende casi siempre desde el fondo del valle mismo hasta los límites superiores del piso altitudinal subtropical o hasta la isoterma representada, aproximadamente por la media anual de 17.5°C. Como su presencia en estos lugares puede atribuirse a las mismas condiciones atmosféricas descritas para la formación bosque espinoso tropical, es decir, al "abrigado" y orografía diferencial,* las temperaturas de estos valles son excepcionalmente elevadas sobre la normal para su altura y los límites superiores de la formación son los más elevados sobre el nivel del mar que se encuentran en el país, y, posiblemente, en el mundo entero. Aunque este límite está alrededor de 2200 metros en el valle del río Huallaga en la región de Huánuco, y nuevamente en los del Apurímac y Pachachaca en las vecindades de Abancay, llega a casi 2300 metros en los valles de Huancabamba, Marañón y Mantaro.

Debido a los efectos del "abrigado" y orografía local, los niveles inferiores de estos valles no reciben más que la mitad del total de precipitación anual que cae sobre los terrenos más elevados de la sierra que los rodean. El monto de las lluvias anuales se recibe durante los meses del verano en los pocos días (y noches) en que la presión atmosférica de toda la región es sumamente baja y caen lluvias generales y prolongadas por toda la región serrana. Los fuertes chubascos vespertinos de primavera y verano, común en los terrenos altos, vecinos, casi no tocan los lugares en donde se encuentra esta formación.

Por toda el área abarcada las temperaturas del día son cálidas, las de la noche frescas, siendo la oscilación diaria bien marcada. Esta oscilación diaria produce vientos fuertes en los valles interandinos; durante las horas del día el aire sube y durante las de la noche baja por los valles y sus laderas adyacentes. Sin embargo, aún en las noches más frías del invierno, las temperaturas no bajan al punto de congelación ni hay escarchas.

Topografía, Vegetación y Suelos

Las condiciones topográficas y geológicas en las zonas comprendidas por la formación bosque espinoso subtropical son, en la mayoría, adversas para su aprovechamiento en cultivo bajo riego o en una ganadería muy intensiva. Tanto en los valles estrechos interandinos como en las faldas abruptas y peñascosas de las vertientes occidentales, más de 3/4 del terreno abarcado tienen declive marcado y suelos litosólicos y muchas veces pedregosos. Se puede cultivar solamente los angostos terraplenes adyacentes a ríos y riachuelos permanentes procedentes de áreas altas más húmedas.

Por la costa norte, en la faja ancha que se extiende desde el límite con el bosque espinoso tropical hasta el río de la Leche, el terreno se caracteriza por cerros bajos que alternan con grandes extensiones de terrenos planos hasta ondulados. Desafortunadamente, una gran parte de estos terrenos están cubiertos por arenas cuaternarias que dan origen a suelos regosólicos, de excesivo drenaje interno y poca capacidad para retener agua de riego en las capas superficiales. Aunque se aprovechen los mejores terrenos de ellos, es-

* Ver Capítulo 11.



Figura 17
Bosque (Monte) espinoso subtropical: cercano a
Mayoc en el valle del Río Mantaro donde desemboca el río Huarpa, 2100 metros de elevación.
Asociación climática degradada por el corte de leña y sobre pastoreo de ganado caprino.

pecialmente aquellos de los cauces temporalmente secos, para cultivo temporal o de riego, la mayor parte retiene su vegetación natural y parece que nunca puede ser cultivada en forma económica bajo riego. Los suelos zonales en esta formación, aunque escasos, pertenecen probablemente al grupo de castaños-rojizos.

La vegetación natural que caracteriza la formación es un monte pluvifolio abierto con herbazal temporal en la parte inferior muy parecido al del bosque espinoso tropical, pero un tanto más reducida en estatura. En la costa y valles del norte contiene muchas de las mismas especies dominantes, como el "hualtaco", el "palo santo" (Bursera graveolens), "el guayacán", "el faique", "el charán", y varias cactáceas columnares. El algarrobo es más abundante en los sectores más bajos y cálidos de la formación, siendo reemplazado arriba por el "pati" (Bombax spp.), unas especies de Piptadenia y Pithecolobium, Jacaranda acutifolia y otros, casi todas de hábito pluvifolio.

En su mejor desarrollo, sobre suelos zonales y terrenos poco inclinados, donde no se ha hecho sentir mucho la mano del hombre y su ganado, el monte se encuentra cerrado hasta ligeramente abierto, y los árboles más grandes alcanzan una altura máxima de 7 a 9 metros. Tanto en la parte inferior de los árboles como entre los espacios que quedan entre ellos, hay una variedad de especies arbustivas y cactáceas columnares. En total existen unas 25 especies leñosas distintas, de las cuales aproximadamente la mitad son árboles y el resto solamente arbustos y cactáceas. La mayoría son de hábito pluvifolio. En la parte inferior vecina al suelo, se desarrolla una comunidad de plantas herbáceas, inclusive muchas gramíneas y especies de trepadoras, mayormente anuales, que se secan al terminar la estación lluviosa y que en años especialmente secos no germinan. Donde se desarrollan muy tupidas sobre suelos profundos, como en la región alrededor de Olmos, estas plantas menores se secan manteniéndose en pie proveyendo un heno nutritivo y comestible para animales durante todo el invierno.

Sobre los declives y suelos litosólicos que cubren tan gran proporción del área abarcada por la formación en el Perú, la vegetación natural se caracteriza por ser muy reducida. Los árboles escasamente llegan a más de 3 ó 4 metros de altura máxima, mientras sus troncos están muy torcidos o deformados. Además, el monte que forman es muy abierto. Entre los árboles dispersos hay un matorral ralo de especies arbustivas y cactáceas columnares. En lugares pedregosos, así como donde hay un sobrepastoreo fuerte y prolongado, las cactáceas forman a veces rodales casi puros. En otros se mezclan con arbustos, bromeliáceas como Tillandsia y monocotiledóneas de los géneros Foucroya, Puya, Pitcairnia y Deuterocohnia.* Bajo estas condiciones el herbazal efímero está muy esparcido, es de bajo porte y frecuentemente ausente por completo sobre grandes extensiones de tierra.

La asociación hídrica, o monte ribereño, de esta formación se parece mucho a la climática, excepto porque predominan las especies leñosas siempre verdes.

* Weberbauer, op. cit., p. 433.

Uso de la Tierra

Sobre los terrenos de regadío anteriormente mencionados se practica el cultivo de cosechas típicas del piso subtropical. Por la costa norte, y en algunos de sus valles tributarios de las vertientes occidentales, hay siembras comerciales de café, arroz y algodón, y donde hay escasez de agua, se siembran cultivos de subsistencia, tales como maíz y frijol de palo. Más al sur, por los valles interiores de la costa, hay cierta producción comercial de frutales, como el mango, chirimoya, paltas y cítricos, más el algodón y hortalizas. La mayor parte del terreno de regadío de los valles interandinos, por otro lado, se dedican al cultivo de caña de azúcar, casi el total del cual se aprovecha en la fabricación de alcohol o "aguardiente" de venta entre los indígenas de la sierra aleña. Sobre terrenos sin riego, en algunos sectores de estos valles interandinos, como Huánuco, crece muy bien y se industrializa la cabuya o "pacpa" Fourcroya sp., que produce una buena fibra usada en sogas y cordeles.

La mayor parte del terreno abarcado por la formación, por razón de su pendiente y/o sus suelos pobres, queda y tiene que quedarse bajo una cubierta de vegetación natural. Por lo general esta vegetación ha estado y sigue sufriendo una degradación fuerte y progresiva a manos de pequeños ganaderos y el maderero inconsciente. La cabra es el animal más abundante y el que más daño hace, pero el efecto de los carboneros y cortadores de maderas valiosas, es casi tan notable como el descrito para el bosque espinoso tropical. En muchos lugares el monte ha sido destruido por completo por la explotación de maderas o leñas, el herbaje casi eliminado por el sobrepastoreo, y el terreno ocupado por una distribución esparcida de cactáceas, arbustos espinosos y venenosos, hasta que llega a parecer más una formación maleza desértica que el que realmente es: bosque espinoso. Esta condición es especialmente notable por los valles estrechos interandinos, como los del Huancabamba, Marañón y Huallaga, en donde, como el río está siempre próximo, hay agua disponible para todo el pastoreo que se desea en los montes. La costumbre de la gente que vive junto a estos ríos grandes y cultiva sus terraplenes, no es solamente la cría de ganado en gran número sino también el cortar maderas pequeñas y leña en los montes vecinos para sus necesidades, proceso que se ha llevado a cabo en la sierra durante siglos. Cambiando la vegetación así, el suelo queda expuesto a quemarse por el sol del invierno, y a erosionarse por las lluvias y vientos del verano, ocasionando, a veces, grandes huaycos.

Por la costa norte interior, sobre la llanura ondulada de arenas cuaternarias y cerros bajos asociados, en el llamado "distrito de Olmos", y otra vez en los aislados cerros de Amotape, más al norte, son pocos y pequeños los ríos que cruzan la formación y la población humana es y ha sido relativamente baja. Aunque desde la época de la conquista la ganadería era muy extensiva. La explotación forestal de sus montes naturales se ha iniciado en forma intensiva sólo recientemente con la terminación de la Carretera Panamericana, que pasa longitudinalmente por esta región y sus proximidades. Aunque estos montes están sufriendo una degradación rápida hoy día por la explotación de maderas y leña, es todavía posible ver montes parecidos a los primitivos en las áreas menos accesibles a la carretera misma. Parece que bajo el ritmo actual de explotación, que incluye la explotación de hualtaco para parquet; de palo santo para cajonería; y de algarrobo, guayacán, faique y otras maderas duras para leña comercial y carbón, estos montes van a quedar eliminados en unos pocos años más. Necesitan de un manejo cuidadoso y técnicamente fundamentado, que no están recibiendo hoy en día. Como el ritmo de crecimiento es

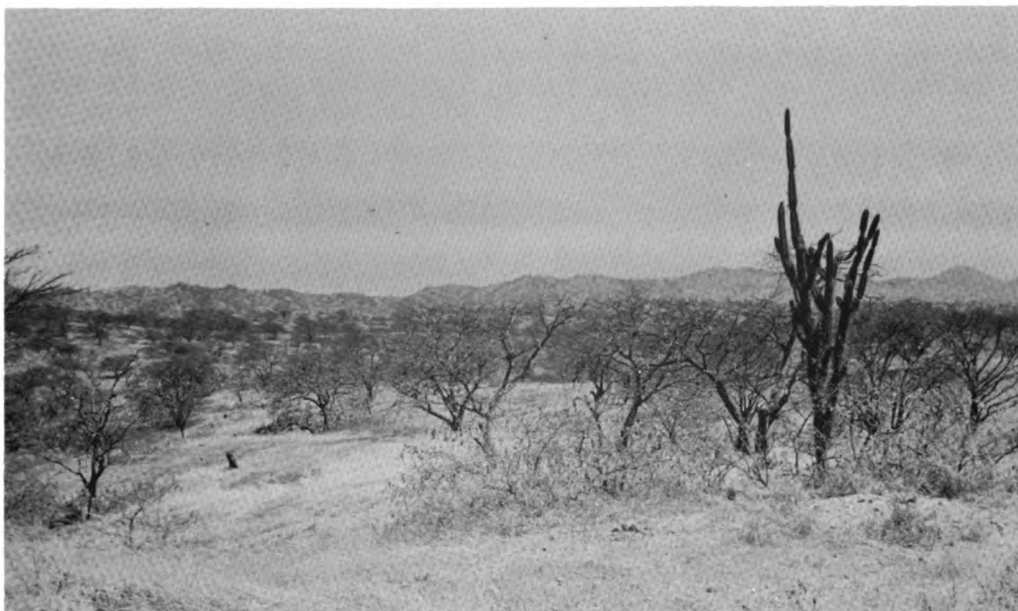


Figura 18

Bosque (Monte) espinoso subtropical: Ubicado al norte de Chulucanas, en la vertiente occidental exterior a 300 metros de elevación. Asociación climática degradada. Sabana de gramíneas anuales y demás hierbas con algunos árboles pequeños de "palo santo" (*Bursera graveolens*) y cactáceas.

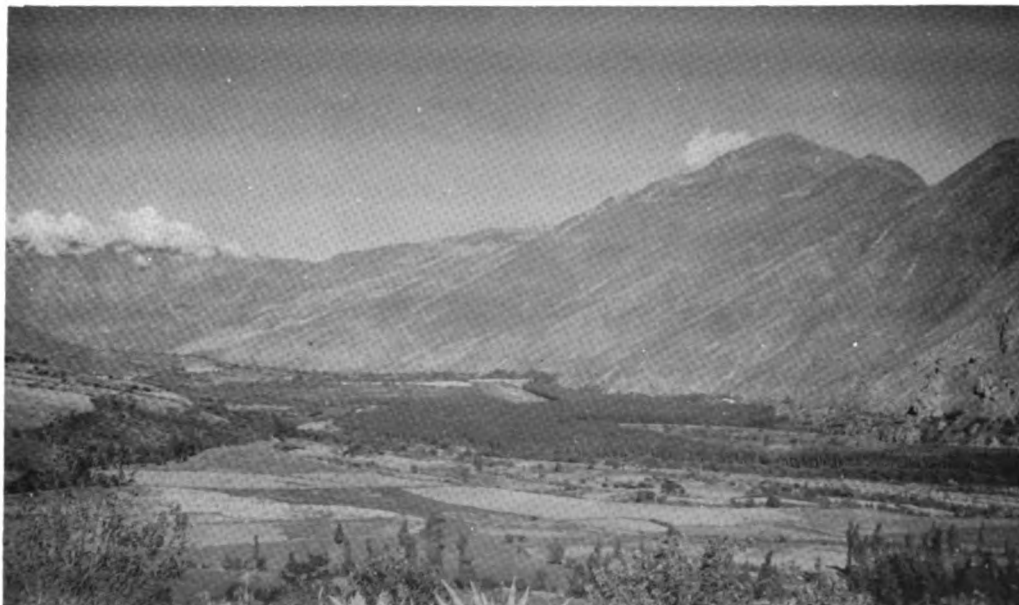


Figura 19

Bosque (Monte) espinoso subtropical: Valle del Rfo Huallaga cerca de Huánuco, a 2000 metros. Cultivo de caña de azúcar, frutales y eucaliptos bajo riego en suelos aluviales que bordean el río. Las laderas vecinas tienen una vegetación muy rala de cactáceas y arbustos espinosos.

Foto cortesía de E. Smith (S-25)

muy lento, no se recuperan, por lo general, de los cortes excesivos ni aún a base de brotación de las raíces y tocones establecidos. El ganado tanto caprino como vacuno trillado por toda la región come y destruye los brotes jóvenes y tiernos al igual que los almácigos naturales de la mayoría de las especies presentes, dejando solamente las más espinosas y venenosas. La falta absoluta de protección que reciben estos montes contra las quemas agrava aún más el problema. Es difícil averiguar si estas quemas son intencionales o accidentales meramente. Azotan los sectores donde, por falta de agua potable para grandes distancias, el pastoreo no basta para reducir el espeso y alto herbaje de trepadoras y gramíneas secas que cubren el suelo después de un verano de lluvias anormalmente altas. Estos fuegos han cubierto grandes áreas en años recientes, dejando los casi desprovistos de árboles o arbustos vivos.

En conclusión, podemos decir que, igual a la formación bosque espinoso tropical la vegetación natural del bosque espinoso subtropical contribuye con valores apreciables de carne y productos forestales para la población de la República. Sin embargo, la producción actual está definitivamente abajo de su potencial y está bajando día a día a causa del ritmo acelerado de su explotación irracional y destructiva. Por el bienestar futuro del país, sería deseable iniciar estudios detenidos sobre el modo aconsejable de regular técnica y administrativamente un sistema que pudiera asegurar una producción máxima sostenida.

CAPITULO 13

ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Aunque abarca solamente 10,359 Km² en el Perú, la formación estepa espinosa montano bajo tiene una importancia especial. A pesar de ser semiárida y mesotérmica, ocupa un puesto muy significativo en la hidrología andina, especialmente en lo que se refiere a la creación y potencialidades para el futuro dominio de los llamados "huaycos" o aludes de barro fluido mezclado con piedras que con devastador efecto azotan campos cultivados, pueblos y carreteras de los valles de la formación. La estepa espinosa montano bajo se extiende por todo el país sobre terrenos de ladera de marcada inclinación, con suelos litosólicos y pedregosos. Su vegetación natural, que debiera ejercer influencia suficiente para prevenir la erosión laminar y por cárcavas, ha quedado tan reducida y degradada por siglos de sobrepastoreo y desmonte, que no puede cumplir esta función natural.

El área principal de ocurrencia, y de importancia hidrológica, de la formación, está en las vertientes occidentales de los Andes entre 8° y 13° de latitud sur. Se extiende en una faja casi continua por todo el piso altitudinal montano bajo entre 8° y 10° latitud sur, desde más o menos 2100 hasta 3100 metros de altura. Al sur de esta latitud hasta donde es reemplazada por la maleza desértica montano bajo, ocupa solamente las porciones de este piso que siguen por las faldas interiores de los ríos principales procedentes de la sierra. Toda esta región está relacionada estrechamente con las condiciones atmosféricas descritas anteriormente para estas vertientes, es decir, bajo la influencia del mar frío y la barrera de los Andes, con la predominancia de alta presión atmosférica y aire seco durante nueve meses del año, y de baja presión atmosférica y aire húmedo durante los tres meses de verano (enero a marzo) cuando se extienden las lluvias continentales por toda la región andina. Ocurre también por las laderas intermedias de muchos de los valles principales interandinos (como los del río Santa y Marañón, el Huallaga en el distrito de Huánuco, la cuenca de Tarma, la parte media del Mantaro, y las cuencas intermedias de los afluentes principales al suroeste del río Apurímac). En estos valles se debe enteramente a los efectos de "abrigado" y de orografía diferencial** consecuencia de sus

* Esta formación se encuentra representada en el Mapa Ecológico, mediante el símbolo ee-MB, y en color naranja, tono tercero.

** Estas condiciones han sido explicadas en detalle en la discusión de la formación bosque espinoso tropical, Capítulo 11.

ubicaciones muy encañonadas dentro de regiones elevadas y normalmente húmedas (o por lo menos subhúmedas como en el sur). Por estos valles la formación colinda en casi todas partes con el bosque espinoso subtropical (2300 metros) y cambia, alrededor del medio de este mismo piso altitudinal montano bajo (2700 metros), a sabana o bosque seco. Solamente en el suroeste, en la cuenca hidrográfica del alto Apurímac, ocupa todo el piso para colindar arriba con la estepa montano.

Aunque las precipitaciones en esta formación varían más o menos entre 250 y 500 mm. de promedio anual, hay una gran desviación en el total que cae de año a año. Aún en los años en que se precipita el promedio o una cantidad mayor de lluvias, el monto cae durante los tres meses de verano, es decir, entre enero y marzo inclusive. En estos años llueve también, pero en forma errática y más ligera, en los meses de primavera, principalmente noviembre y diciembre. Al contrario, en años de escasa lluvia, el total se recibe casi siempre sólo en los meses de febrero y marzo. Estas lluvias llegan en dos formas: las primeras, como resultado de tempestades locales conveccionales o de orografía, vienen principalmente en primavera y se caracterizan por chubascos vespertinos de corta duración. Como llegan después del invierno prolongado estos chubascos pueden ocasionar poco daño por erosión ya que son casi totalmente absorbidos por el suelo seco, pero por ser muy inciertos y normalmente ligeros, tampoco proveen la humedad segura necesaria para la iniciación de siembras sin riego. Durante los meses de verano, al contrario, llueve en forma más persistente, con lloviznas cuya intensidad varía desde ligera hasta moderadamente pesada. Estas lluvias se relacionan directamente al parecer con profundas depresiones atmosféricas (tiempo ciclónico) que se extienden sobre los Andes al aproximarse a la franja intertropical de baja presión sobre Loreto en el Amazonas. Como la orografía local disminuye mucho dentro de los valles interandinos, éstos participan durante estos tiempos ciclónicos de las lluvias persistentes y frecuentemente prolongadas que caracterizan los terrenos andinos superiores que los rodean.

Topografía, Vegetación y Suelos

Con sólo una o dos de estas lluvias prolongadas, los suelos de la formación (y los de las formaciones superiores) vuelven a estar bien mojados y empieza el escurrimiento. Los cauces de los muchos riachuelos casi o completamente secos durante varios meses anteriores corren de nuevo, y los ríos principales aumentan su caudal enormemente. Sobre las pocas áreas de terreno relativamente planas y suelos profundos, la humedad es suficiente para la siembra de los granos pequeños y otras cosechas típicas del piso, especialmente aquellos que pueden llegar a la madurez antes de las escarchas invernales. Pero la mayoría de los terrenos, por ser de marcado declive y tener suelos poco profundos, no almacenan agua suficiente para ser cultivados. No obstante su declive marcado, han venido siendo aprovechados por siglos para pastoreo de ganado, especialmente de cabras. Por ello su vegetación natural ha sufrido una reducción apreciable en densidad y valor protector. Desprovisto de esta tupida protección natural con su extenso sistema radical, los suelos litosólicos expuestos que han llegado muy rápidamente al punto de saturación, empiezan a erosionarse. Sobre las laderas largas, el agua corre hacia abajo aumentando su volumen y velocidad constantemente y causando severa erosión laminar en el suelo. En las depresiones locales de estas laderas donde se recoge el agua, se forman corrientes que cavan canales profundos sobre muchas áreas, mientras que en algunos lugares muy peñas-

cosos, el suelo entero se desliza produciendo avalanchas de tierra y roca. Cuando bajo el impulso de las persistentes lluvias, todos estos productos de la erosión acelerada llegan a los cauces secundarios de fuerte pendiente, hay una concentración y se forman verdaderos ríos de barro fluido mezclados con rocas, constituyendo los denominados "huaycos". Como es bien sabido, sus efectos pueden ser desastrosos para el transporte y las carreteras, los campos de cultivo aluviales y aún para los pueblos mismos. Miles de toneladas de rocas y sedimentos entran al agua de los ríos principales que conducen a la costa, causando desbordamientos y cambios de su curso, relleno de las acequias con barro, ensuciando el agua potable y las instalaciones de purificación, y contribuyendo en forma significativa a las inundaciones.

Hoy día, tras años y años de abusivas prácticas ganaderas, los suelos y la vegetación natural de esta formación, que deben actuar conjuntamente en la regulación y estabilización del régimen hidrográfico, están tan erosionados y degradados que no pueden cumplir esta función natural. En vez de permitir sólo un aumento moderado en el escurrimiento durante las lluvias veraniegas, existe incapacidad por parte de los suelos para absorber una adecuada cantidad de agua, lo cual dificulta la regulación del escurrimiento. Este es mucho mayor que el que debiera ser y se produce en forma desenfrenada y en lugar de que el agua sobrante sea liberada poco a poco a los arroyos y ríos, en forma de un flujo constante de agua clara, se produce un escurrimiento irregular de agua cargada de sedimentos. Consecuentemente la mayor parte del agua baja al mar en una grande y rápida ola de sedimentos, imposibilitando por lo tanto su debido aprovechamiento en la agricultura e industria, causando los daños previamente enumerados. Por otra parte, unos pocos días después de terminar las lluvias, los suelos y los riachuelos quedan secos y los caudales de los ríos muy bajos nuevamente.

Actualmente, esto es un problema muy serio para el país. Cuesta en daños directos e indirectos, varios millones de soles cada año y sólo para que un reducido grupo de familias pobres puedan continuar pastoreando sus rebaños de cabras sobre las extensas áreas de laderas pronunciadas de la formación estepa espinosa montano bajo (y otras formaciones vecinas). Por esto se considera imprescindible señalar la solución de este problema. Es sencillo y consiste en la prohibición de toda actividad ganadera dentro del área indicada. No es necesario la resiembra de los terrenos con árboles o gramíneas. Será necesario solamente su protección absoluta contra la invasión de cabras u otros animales domésticos. Con esta protección (que también contempla la prohibición de quemas y explotación de leñas), en un corto período de años habrá una regeneración relativamente completa de la tupida vegetación natural, con su correspondiente mejoramiento en la condición edáfica. Como la vegetación y suelos en conjunto irán mejorando su equilibrio año tras año, llegará un momento en que la interrelación suelo, agua, vegetación y fauna, se perfeccionará y entonces, habrá mejorado la capacidad de toda el área como regularizadora de las aguas. Sería deseable que se prohibiera todo pastoreo futuro sobre los terrenos inclinados de la formación, especialmente en las cuencas de los ríos más afectados como el Rímac, Chillón, Huaura, Pativilca, Fortaleza y Santa.*

* Seguramente costará mucho menos pagar el cuerpo de guardabosques necesario que lo que cuesta al Estado cada año solamente la reparación de carreteras destruidas o interrumpidas por los huaycos. Además, los beneficios de orden económico y social se extenderán mucho más allá del área actual. Se podría resolver el problema de la desocupación de los actuales pastores, que viven en estos lugares y que los cono-
(continúa)



Figura 20
Estepa espinosa montano bajo en transición con
bosque seco montano bajo, ubicado entre Aya-
cucho y Andahuaylas, Valle del río Pampas.
Presencia de tunas (*Opuntia* spp.) y otras cac-
táceas se debe mayormente al pastoreo de ca-
bras.

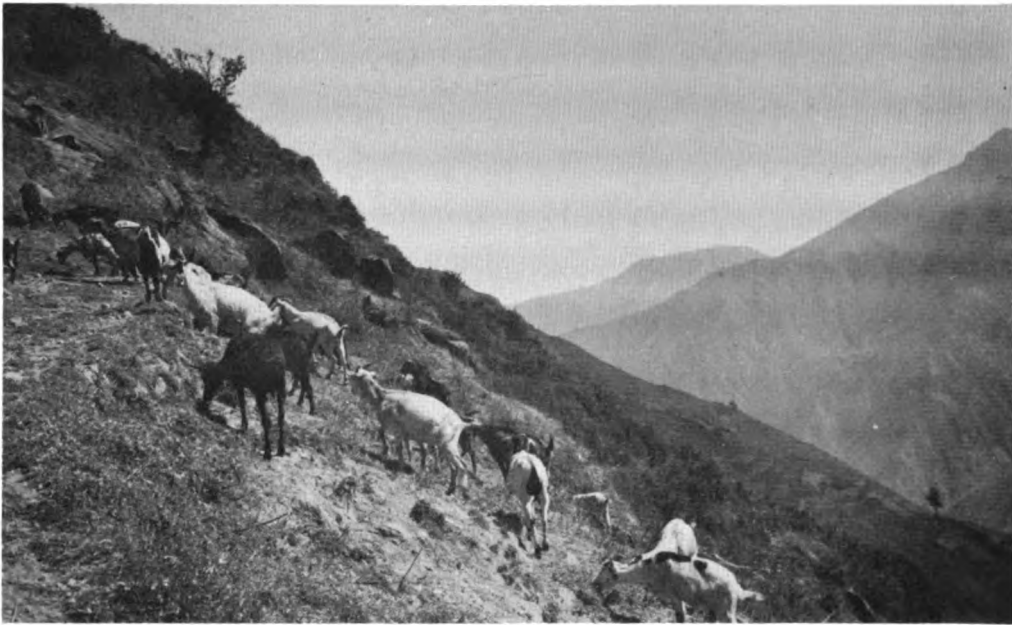


Figura 21

Estepa espinosa montano bajo: Laderas ubicadas en la parte alta del gran huayco de Surco, Valle del Río Rimac. La foto muestra las cabras destruyendo la cubierta protectora de vegetación natural. Nótese la condición desnuda del suelo.



Figura 22

Estepa espinosa montano bajo: Asociación edáfica sobre pendientes fuertes, encima de Surco, Valle del Río Rimac. Destrucción del monte original por leñadores y quemas intencionales con visibles efectos de erosión por cárcavas.

Donde, por su ubicación sobre peñascosos cerros completamente inaccesibles a la influencia del hombre y sus rebaños, aún quedan unos pocos vestigios de la vegetación natural original de esta formación, se puede ver claramente el grado de reducción y degradación que ha sufrido por la mano del hombre y sus animales, así como el carácter que debe reasumir tras unos años de protección estricta. En vez de una rala y esparcida distribución de arbustos bajos y deformados, entre los cuales hay muchas cactáceas y pocas hierbas, que dejan gran parte del suelo abierto y desnudo, se ve un monte bajo compuesto de árboles pequeños, arbustos y subarbustos con una tupida cubierta de hierbas perennes, inclusive gramíneas que forman manojos, que protegen casi toda la superficie del suelo. El dosel principal de este monte, que incluye entre 25 y 50 especies leñosas distintas varía entre 5 y 8 metros en altura (aparentemente la altura varía localmente con pequeñas diferencias en la profundidad del suelo), con unos pocos individuos emergentes hasta casi 9 metros. La mayoría de las especies leñosas parecen ser pluvifolias, mientras las perennifolias parecen ser microfoliadas en gran parte y frecuentemente espinosas. El número de cactáceas es reducido. Estas, como muchas bromeliáceas, forman comunidades casi puras y espesas solamente sobre rocas y laderas muy peñascosas. Entre los arbolitos y arbustos existen notables especies de los géneros Ephedra, Caesalpinia, Cassia, Schinus, Cordia, Citharexylum, Carica, Baccharis, Helianthus, Mutisia, Jatropha y Stenolobium. Hay algunas 40 especies de hierbas o más, la mayoría de las cuales son perennes. Entre las gramíneas son notables las especies de Stipa, Melica, Andropogon, Eragrostis y Pennisetum. Muchas de estas gramíneas forman manojos de hojas angostas y tiesas que se secan al principiar el invierno seco. Esta vegetación, que es claramente transicional entre la del bosque espinoso subtropical y la de la estepa montano, debido a su corto período de crecimiento anual, no puede tolerar un sobrepastoreo, pero tiene obviamente un gran valor por sus influencias hidrográficas y es por esto, principalmente, que debe ser manejada para el futuro bienestar del país entero.

Uso de la Tierra

Es dudoso que se pueda reforestar los terrenos de esta formación en forma económica para producir maderas, a excepción de aquellas áreas susceptibles de ser regadas. La forma de los fustes así como la altura que alcanzan en su madurez son completamente inadecuados para la producción de productos más valiosos que leña y carbón, a la vez que su ritmo de crecimiento es muy lento y su volumen por hectárea muy bajo. Sin embargo la producción de semillas de Caesalpinia tinctoria, la "tara", que son muy bien cotizadas en el mercado para su uso en curtiembres, así como la producción de la esencia "ephedrine" que se obtiene de Ephedra americana, una gimnosperma, ofrecen posibilidades para un rendimiento económico si el monte natural fuera enriquecido artificialmente con es-

(Cont.')

cen bien, empleándolos para esta tarea de guardianía, y si fuere necesario, el Estado podría comprar el ganado desplazado, recuperando parte de este dinero al venderlo como carne, como se hizo en el Distrito Federal de Caracas, Venezuela, hace unos años para resolver un problema parecido. Este interesante proyecto lo documenta Francisco Tamayo en "Consecuencias del Sobrepastoreo de Caprinos en la Quebrada de Tacagua. Un problema de conservación". Procés-Verbaux et Rapports de la Reunion Technique de la Union Internationale Pour la Protection de la Nature, (Publiés par le Secretariat de la U.I.P.N.; 42 rue Montoyer, Bruxelles: 1954), pp. 438-448.

tas especies nativas de la formación.*

(Sugiere el Ing. Renato Rossi que asimismo, ofrece buena posibilidad la cosecha de cochinilla que parasita los cactus, pues la exportación de cochinilla, para utilización en cosméticos y tintes, puede constituir una apreciable fuente de divisas extranjeras para el país.)**

* Tales actividades deben ofrecer una fuente adicional de ingresos para los guardabosques a cargo de las cuencas hidrográficas para la protección pública propuesta anteriormente.

** Comunicación personal.



Figura 23
Estepa espinosa montano bajo en transición con
estepa montano, arriba de Tarma. Andenes anti-
guos cultivados intensivamente, bajo riego, por
comunidades indígenas.

CAPITULO 14

ESTEPA MONTANO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Ocupando unos 26,900 Km² en total, la formación estepa montano encuentra su más amplia representación en el sector suroeste del país. Allí por las vertientes occidentales de los Andes, cubre grandes extensiones de terreno de sólo moderada gradiente sobre la parte superior del piso altitudinal montano. También ocupa extensiones considerables por algunos valles altos interiores, especialmente por las cuencas hidrográficas de los ríos Pampas y Pachachaca, afluentes del Apurímac, y en el sector oeste de la pampa que rodea el lago Titicaca. Más al norte, entre 12 y 8 grados de latitud sur, por las vertientes occidentales andinas del centro, ocupa solamente una franja estrecha y algo discontinua por la parte inferior del piso montano, siendo estos terrenos marcadamente inclinados en su mayor parte.

Normalmente, el borde inferior de la formación varía entre 3000 y 3500 metros de altura sobre el nivel del mar. Por las vertientes occidentales del centro, la isoyeta de 250 mm. se extiende bien al oeste y la formación colinda abajo directamente con la estepa espinosa montano bajo, alrededor de 3200 metros de altura. Aquí, por los cerros altos que se extienden más al oeste cubre el piso altitudinal completamente, (o hasta 4100 metros aproximadamente), pero por los flancos de los valles grandes que los separan, la isoyeta de 500 mm. divide el piso en dos niveles; la mitad superior cae, en promedio, en la formación pradera o bosque húmedo montano. Por las vastas mesetas altas de las vertientes occidentales del sur, por el contrario, donde las lluvias veraniegas de los Andes son más débiles, la isoyeta de 250 mm. divide el piso montano más o menos horizontalmente en dos secciones: la inferior que está ocupada por la maleza desértica y la superior ocupada por la estepa. Allí su límite inferior varía desde 3500 metros aproximadamente arriba de Nazca hasta 3000 metros arriba de Tacna. Por todo este sector la formación colinda arriba directamente con el páramo húmedo subalpino entre 3900 y 4100 metros hacia el norte, y baja progresivamente este líndero hasta quedar solamente en 3500 metros cerca de la frontera con Chile.

* Esta formación, se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo e-M y en color amarillo tono cuarto.

Teniendo en cuenta que las temperaturas son templadofrías durante todo el año, así como en todas las formaciones montano tropicales, la vegetación natural de la estepa montano indica claramente que varía entre semiárida y subhúmeda en términos de efectividad de precipitación. No existe ninguna estación meteorológica dentro del área comprendida por esta formación en el Perú. Aunque la precipitación promedio anual varía entre más o menos 250 mm. por el lado semiárido y 500 mm. por el lado subhúmedo, hay aparentemente una marcada variación en el total que cae de un año a otro, y habiendo algunos años casi sin lluvias, especialmente en el lado semiárido. En los años en que las lluvias alcanzan el promedio o lo superan, empiezan a precipitarse normalmente en diciembre y siguen en forma efectiva hasta abril o mayo. Cuando las lluvias son inferiores al promedio, entonces se concentran en los meses de febrero y marzo. Esta variabilidad extrema de lluvia anual debe tener cierta tendencia a impedir el desarrollo de la vegetación de gramíneas típicas de la formación, sobre todo en las vertientes occidentales de los Andes del sur, donde son más inciertas de año a año, y donde se combina con un sobre pastoreo fuerte en los años de sequía general, como se describió previamente para la formación vecina maleza desértica montano.

Es muy probable que las lluvias de esta formación formen parte integral de las lluvias generales de los Andes mismos, y como tales, se relacionen con extensas áreas locales de baja presión atmosférica que se desarrollan sobre los terrenos altos de la sierra durante los meses de verano. Sin embargo, las áreas en las cuales se encuentra esta formación están comparativamente lejos, o "sombreados por altos cerros al este", de las principales fuentes de humedad atmosférica del Amazonas que proveen la nubosidad y precipitaciones que son producto de esas depresiones atmosféricas. Por haber descargado mucho de su humedad por los cerros y altiplanos hacia el este, las masas de aire con algo de humedad o muy secas, llegan a las áreas ocupadas por la estepa montano, dando origen a lluvias temporales que varían en cantidad, frecuencia, certidumbre e intensidad. Aunque el cielo estuviere nublado, por lo menos parcialmente, durante muchos de los días de primavera y verano, dice la gente, que es raro ver lluvias generales o prolongadas. Normalmente llueve por las tardes en forma de aguaceros locales, dispersos, de corta duración, siendo con frecuencia esta lluvia finísima y densa. Conjuntamente con los raros chubascos, sobre todo los de primavera, no resulta raro ver granizo.

Durante los 7 meses que aproximadamente dura el "invierno", esto es entre mayo y noviembre, son muy escasas las lluvias individuales, y de éstas, casi ninguna es efectiva desde el punto de vista de proveer humedad útil al suelo, por ser menos de 5 mm. en promedio. Estos meses son generalmente de cielo despejado que permite una radiación solar intensa que calienta al suelo y las plantas adheridas a él durante el día, y una radiación de este calor por las noches hacia el cielo, tan fuerte, que las temperaturas bajan frecuentemente a 0°C. o menos. Durante los meses de invierno la escarcha nocturna ocurre con frecuencia, pero puede ocurrir también aún durante algunas noches del verano.

Topografía, Vegetación y Suelos

Es difícil generalizar sobre la topografía y geología de las áreas que comprende esta formación. Por ser extensa y dispersa en su distribución varía bastante de lugar a lugar

la fisiografía y el carácter de la roca madre de que se derivan los suelos. Por las vertientes occidentales del centro, o entre Trujillo e Ica, ocupa topografía de gradiente muy marcada desarrollada sobre el estrato volcánico de edad Cretácico, Terciario y Cuaternario. Los suelos aquí son mayormente litosólicos, de poca profundidad por la lentitud de la descomposición de la roca ígnea y la erosión acelerada a que están sujetas las laderas inclinadas. Aunque estas mismas formaciones geológicas predominan en las vertientes occidentales del sur, su gradiente promedio es mucho menor. Por las razones expuestas en la discusión de la maleza desértica montano, existen aquí vastas mesetas onduladas, ligeramente inclinadas hacia el oeste y la costa. Sobre estas se han desarrollado suelos zonales más típicos del clima. Aunque no han sido estudiados detenidamente por el autor, observaciones hechas al pasar por los cortes de la carretera sugieren que entran más en la categoría de suelos Brunizem (brown soils) de Frei, o Serrano seco, de Miller.* Estos suelos han sido formados por el proceso de calcificación pero tienen buen drenaje interno por ser el horizonte de acumulación de cal y carbonatos poco desarrollados o a una profundidad apreciable. Son fértiles, arables y bien adaptados a la siembra de granos pequeños sin riego, con 350 mm. o más de lluvias cuando éstas comienzan temprano en el verano. Sin embargo, a causa de la incierta cantidad y fecha del comienzo de las lluvias temporales, en gran parte de este sector son relativamente pequeñas las áreas dedicadas a esos cultivos sin riego, mientras que el área regable es sumamente restringida por factores topográficos, de drenaje y de hidrografía. La mayor parte del terreno de la formación por estas vertientes, y también por los valles altos de los ríos Pampas y Pachachaca se usan solamente para el pastoreo de ganado lanar, vacuno y auquénidos.

Por los sectores más occidentales de la pampa que rodea el lago Titicaca, una gran parte del área abarcada por esta formación se funda en estratos sedimentarios de edad cuaternaria. Los suelos acá son principalmente azonales, descansan en profundos depósitos lacustres y aluviales. Por ser planos y muy poco elevados sobre el nivel del lago mismo, tiene mal drenaje interno y superficial en muchas partes. En los lugares donde han logrado perfeccionar sistemas extensos y conexos de diques y zanjales de drenaje, se cultivan intensivamente las cosechas típicas del piso montano. El resto de estas pampas queda en gramíneo susceptible a anegarse durante la estación lluviosa.

La vegetación natural que predomina sobre las vastas áreas de suelos zonales o climáticos, es la "estepa" o gramíneo que contiene arbustos muy dispersos.** Siendo el suelo normalmente profundo, bien oreado y retentivo de humedad, se desarrolla una asociación en la que predominan las gramíneas perennes, sobre todo las que forman manojos

* Eiliff V., Miller, Ecuadorian Soils and Some of their Fertility Properties, Tesis de Grado sin publicar, a que hace referencia Julio Peña Herrera en una Conferencia presentada ante la V Reunión de Consulta de la Comisión de Geografía del IPGH., llevada a cabo en Quito, Ecuador, enero de 1959 y titulada "Ligera reseña acerca del estado en que se encuentra el conocimiento de los suelos del Ecuador en relación con la morfología, clasificación y fertilidad."

** En conversaciones personales sostenidas con el autor en octubre de 1958, el Dr. Holdridge opinó que las condiciones climáticas descritas para esta formación son las que más favorecen la predominancia y evolución de las gramíneas.

de hojas angostas y tiesas de los géneros Poa, Festuca, Eragrostis, Stipa y Calamagrostis.* Aunque nunca llega a formarse un césped, encontrando las mejores condiciones de suelo, estas gramíneas crecen casi una junto a la otra y llegan casi a un metro de altura, pero típicamente son algo esparcidas y de menor estatura. Distribuidas ligeramente entre los manojos de las gramíneas dominantes hay una variedad considerable de otras especies de hierbas, algunas perennes y otras efímeras que crecen solamente durante la estación de lluvias, inclusive unas especies de gramíneas que no forman manojos. Muy esparcidos por esta comunidad, a veces ausentes sobre áreas extensas, se ven arbustos aislados, algunos perennifolios y otros pluvifolios. Estas plantas leñosas se dan con más frecuencia cerca de los límites inferiores y más cálidos de la formación; su densidad también aumenta al aproximarse a sus límites secos a cualquier altura. Varían en altura de dos metros por el borde inferior hasta alrededor de un metro por el borde superior. Así, por las vertientes occidentales del sur, donde la formación es casi transicional con la maleza desértica aún en la sección superior del piso montano, el graminal típico de la estepa se ve entremezclado, y a veces completamente reemplazado, sobre extensas áreas de las mesetas, por comunidades arbustivas cerradas, o sea los bien conocidos "tolares", compuestos mayormente o exclusivamente de la resinosa, densa, micropennifoliada "tola" o "taya" (Lepidophyllum quadrangulare (Meyen) Benth.). Estos arbustos, que varían entre 50 cm. y 1 metro de altura sobre el suelo pueden observarse cubriendo inmensas áreas de la estepa con sus típicas manchas o brinzales de color oscuro. Aunque no han sido estudiados detenidamente por ningún ecólogo o edafólogo, muchos opinan que estos brinzales de tola pura son asociaciones edáficas del aspecto más frío y seco de la formación.** Weberbauer mismo anotó que se asocian mayormente con suelos que parecen secos y relativamente pobres, especialmente aquellos de las mesetas.*** En la opinión del autor, es muy posible que el área de la tola (planta no comestible por el ganado), se haya extendido mucho durante los últimos siglos, debido principalmente al sobrepastoreo del graminal climax. Esta a su vez ha causado cierta degradación de los suelos y un aumento progresivo en la presión del ganado sobre el área reducida de pasto restante. Sin el sobrepastoreo, el graminal puede competir efectivamente con las plantas leñosas en esta formación, favoreciéndose mucho donde se encuentra suficientemente denso y tupido para quemarse periódicamente, matando los arbustos como la tola, que arden fuertemente a causa de su alto contenido de resina. El sobrepastoreo, especialmente fuerte en los años de marcada sequía que no permite el traslado de los rebaños a pastos de verano en la maleza desértica montano adyacente, suprime enormemente el vigor y densidad de las gramíneas perennes, causa un secamiento y finalmente una erosión de la superficie de los suelos, creando así condiciones muy favorables para la invasión de hierbas menos comestibles, plantas espinosas (especialmente cactáceas decumbentes que generalmente se encuentran aquí tan sólo en lugares peñascosos), y de leñosas co-

* Según las colecciones de Weberbauer, op. cit., pp. 297-366.

** No cabe duda que las "tolares" pertenecen en parte a la formación estepa montano, porque están siempre entremezcladas sobre el mismo terreno con comunidades típicas de gramíneas y arbustos dispersos, mientras que por todas las áreas de la formación situadas al sur de la latitud 13 se encuentra la tola misma incluida entre las especies arbustivas del graminal.

*** Ibid., p, 229.



Figura 24
Estepa montana: Pendientes moderadas arriba de
Tama. Cultivo de cebada y trigo sobre andenes
antiguos sin riego.

mo la tola que forma manchas puras completamente inútiles para forraje. En este sentido el senecio de la tola parece un prototipo del "sagebrush" (Artemisia spp. L.), arbusto que invade las estepas de gramíneas enanas en Norteamérica que están sujetas al sobrepastoreo.

Al norte de la latitud 13, más o menos, donde la formación se caracteriza por su menor elevación sobre el nivel del mar, por la humedad y temperatura algo más elevadas, y por sus suelos normalmente litosólicos, la tola desaparece, siendo reemplazada por especies arbustivas en su mayor parte perennifolias, las cuales rara vez forman manchas o brinzales excepto a lo largo de las corrientes de agua y manantiales, donde se forman montes pequeños o asociaciones hídricas de porte bajo que incluyen, donde no han sido explotados, árboles pequeños de aliso, sauco (Sambucus peruviana) chachucama (Escallonia spp.), quinar (Polylepis spp.), y quisuar (Buddleia spp.).

Uso de la Tierra

Como se ha indicado anteriormente, poco del terreno comprendido dentro de la formación se aprovecha para cultivo sin riego, mientras el área regable, por condiciones de topografía muy abrupta en el norte y la escasez de ríos permanentes en el sur, constituye una proporción relativamente baja del área total. El área cultivada sin riego se siembra por 1 ó 2 años con los cereales de granos pequeños típicos del piso, dándole varios años de descanso para que el suelo pueda acumular un sobrante de humedad para el próximo período corto de cultivo. El terreno de regadío y el monto de la pequeña población humana están distribuidos a lo largo de los ríos y riachuelos más o menos permanentes en caudal. Allí se siembran granos pequeños como cebada para "alcacer" y las plantas tubíferas comestibles típicas del piso.

Debido a la baja efectividad e incertidumbre de las lluvias en esta formación, el pastoreo ha sido y tiene que seguir siendo el uso predominante que se dé a los terrenos no regables. Se cría más y con mejor rendimiento, la oveja, animal tolerante al frío, que puede aprovechar aún las gramíneas más duras y secas del invierno. Sin embargo el pastoreo de la oveja y hasta cierto punto de los auquénidos se lleva a cabo en forma sumamente primitiva, siendo extensivo y nómada en gran parte, y se cuentan en pequeña cantidad los animales de razas mejoradas y de alto rendimiento. No se ejerce ningún cuidado sobre el número de animales, ni dónde ni cuándo pasan sobre el terreno. Así al pastoreo irracional y excesivo a que han sido y son sometidas las gramíneas nativas, se debe la baja producción y las repetidas crisis económicas y sociales (inclusive el abigeato) que azotan estas regiones. Empleando métodos ya bien desarrollados por la ciencia agraria, sería relativamente fácil establecer normas y técnicas para el mejoramiento de los pastos y la regulación del pastoreo como para la gradual eliminación de los animales comunes y su reemplazo con razas de alta calidad y producción. Sería igualmente fácil determinar cómo aumentar el área para pastoreo por la eliminación de las grandes extensiones inútiles de tola reemplazándola con gramíneas nativas de alto valor forrajero. Por otro lado, sería muy difícil, al parecer, efectuar los cambios en las esferas de cultura, demografía, organización social, y economía tan necesarios para que estas técnicas, una vez desarrolladas, sean aceptadas y puestas en práctica en forma eficaz.

Esta formación tiene poco valor o potencial forestal. Aunque quedan unos pocos montes bajos del quinar (*Polylepis* spp.) en lugares peñascosos cerca de los límites altitudinales superiores de la formación, y también algunos montes estrechos ribereños en lugares inadecuados para el cultivo bajo riego, casi todos han sido muy intensamente degradados por acción humana, quemas y trilla de ganado. Casi no tienen árboles maderables hoy en día. En vista de su valor científico (y localmente para leñas) sería deseable su preservación como Bosques Nacionales de algunos de los montes más extensos de quinar, porque están sufriendo una desaparición muy rápida debido a su explotación para carbón. Por otro lado, sería deseable la explotación en gran escala de los extensos brinzales de la resinífera tola para venta como leña, especialmente si al mismo tiempo se pone en acción un programa integral de mejoramiento de pastos naturales en estas regiones.

En cuanto a árboles maderables se refiere, sólo existe la posibilidad de sembrar especies como el aliso (*Alnus jorulensis*) y unas pocas especies de eucalipto resistentes al frío, en las áreas adyacentes a los cultivos bajo riego. Las pocas siembras de estas especies en existencia en la actualidad indican que su crecimiento no será rápido ni notables los tamaños que alcanzarán.

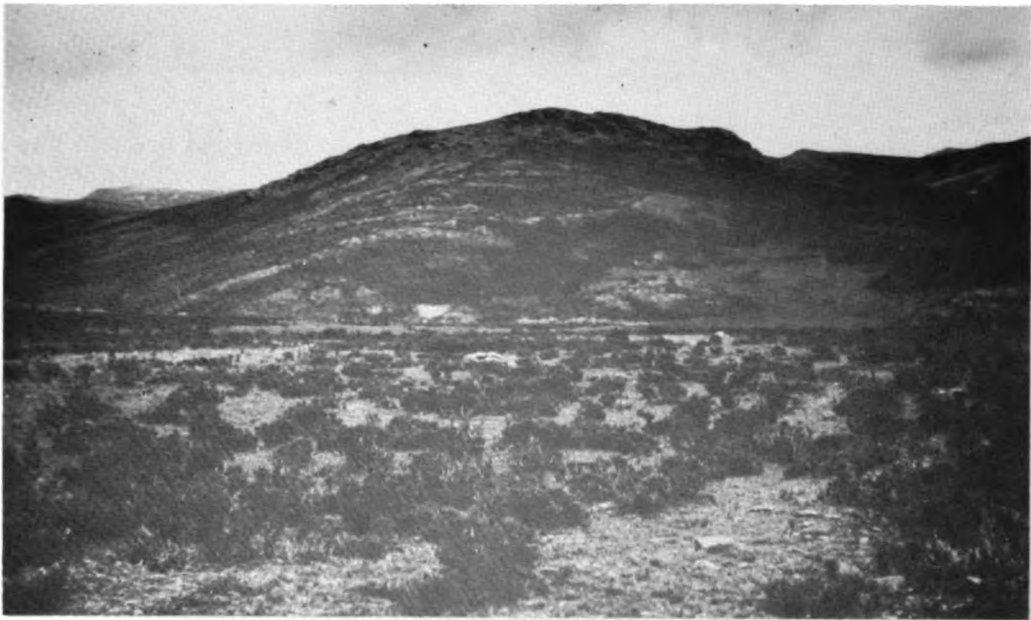


Figura 25

Estepa montana entre Puquio y Nasca. Asociación de gramíneas y "tola" (Lepidophyllum quadrangulare) sobre terrenos suaves. Nótese el efecto del sobrepastoreo.

CAPITULO 15

SABANA O BOSQUE MUY SECO TROPICAL *

Localización y Condiciones Atmosféricas

Debido al poco territorio que ocupa, en total solamente 5,346 Km², y a otros factores, esta formación es relativamente poco importante en el Perú. Existe principalmente al norte de los 6°-30' latitud sur, donde se encuentra distribuida limitadamente por la llanura costera interior y la profunda cuenca interandina formada por el río Marañón y sus importantes afluentes tales como el Chamaya, el Chinchipe y el Utcubamba. Ocupa también una pequeña área en el valle del bajo Mantaro, desde la confluencia de este río hasta unos 30 kilómetros antes de su desembocadura en el Apurímac.

Por la costa norte, la formación ocupa terrenos de planicie y lomas relativamente bajas entre la formación bosque espinoso tropical al oeste y el bosque seco subtropical al este, el cual se extiende sobre las más elevadas vertientes. Cerca de la frontera con el Ecuador, en la región de Tumbes, colinda directamente con el bosque seco tropical sobre la llanura costera tierra adentro. Las condiciones atmosféricas a que se debe la existencia de la formación por estos lugares, son iguales a las descritas anteriormente para las formaciones bosque espinoso tropical y maleza desértica tropical. Solamente a causa de estar ubicada más al interior y al norte, sus terrenos reciben más lluvia: el total anual promedio varía desde 500 mm. a 1000 mm., y la temporada de lluvias es más prolongada. Hay precipitaciones eficaces durante casi 5 meses del año, de noviembre a abril, y en los meses de invierno y primavera se notan algunas lloviznas y garúas ligeras, sobre todo por las vertientes occidentales de los cerros de Amotape que son los más expuestos a las neblinas adveccionales nocturnas procedentes del mar frío.

En los sectores interandinos la existencia de la formación se relaciona estrictamente con los fenómenos atmosféricos del abrigado y orografía diferencial que fueron explicados previamente en detalle para la formación bosque espinoso tropical.

Esta formación, abarca los terrenos más bajos y centrales de la cuenca de Bagua-Bellavista, por ejemplo, al mismo tiempo que está rodeada encima y por los valles tributarios más elevados por la sabana o bosque muy seco que ocupa la faja superior del piso

* Esta formación, se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bms-T y en color amarillo tono sólido.

tropical entre los 700 y 1000 ó 1150 metros de elevación sobre el nivel del mar. Por el Mantaro, al contrario, las cordilleras hacia el este son menos elevadas, el abrigo es menos intenso, y la formación sabana o bosque muy seco se extiende sobre todo el piso tropical del valle interior. Allí colinda arriba y hacia adentro directamente con la formación bosque seco subtropical alrededor de los 900 metros de altura. Acercándose al valle de Apurímac al este, que es más húmedo y se transforma en formación bosque seco tropical.

Topografía, Vegetación y Suelos

Solamente una pequeña parte de los terrenos abarcados por esta formación reúne condiciones topográficas y edáficas que favorecen su uso para cultivo. Como las lluvias son muy variables en cantidad de año a año y la estación seca es muy larga, resulta indispensable el riego suplementario para casi todos los forrajes y cultivos de carácter perenne. Para cultivar sin riego plantas anuales de corto período vegetativo se necesitan suelos normalmente planos, profundos, y de una alta retentividad natural para la humedad que reciben. Suelos con estas características se encuentran extensivamente sólo por la costa norte interior donde la formación cruza el río Tumbes, y otra vez sobre las llanuras que están esparcidas por los tributarios principales del río Chira, los ríos Macará, Quiroz y Chipillico. Actualmente gran parte de este terreno no es aprovechable por estar comprendido dentro de la zona militar de la frontera con el Ecuador. Sin embargo, sobre los llanos que rodean el río Quiroz y el Chipillico, se está desarrollando un proyecto de colonización a base de extensas obras de represamiento e irrigación.

Por los valles interandinos, las tierras cultivables de la formación están prácticamente restringidas a los angostos terraplenes que bordean los ríos mismos. La mayoría de los terrenos superiores, que ocupan en gran parte faldas de marcada inclinación y relieve, se caracterizan por sus suelos delgados y frecuentemente erosionados. Aun en donde existen reducidas áreas de suelos cultivables como consecuencia de nivelaciones locales realizadas tanto en las faldas, como en las laderas que rodean la cuenca de Bagua-Bellavista y los valles de Utcubamba y Chinchipe, resulta difícil y frecuentemente demasiado costoso abastecerlas con agua de riego por medio de bombas o canales largos en contorno. El total de estos terrenos se aprovecha solamente para cultivos anuales de muy rápido crecimiento y/o para el pastoreo de ganado. Los terrenos más inclinados quedan en montes pobres en los cuales se deja el ganado sin vigilancia.

Como el clima es semiárido, la geología y fisiografía deben haber ejercido mucha influencia sobre el desarrollo de las principales características morfológicas de los suelos. Por eso, aunque el área total de la formación es relativamente restringida, debe de haber una gran diversidad de tipos de suelos, ya que además, la topografía y la roca madre varían mucho de lugar a lugar, presentando estructuras geológicas complejas desde las de la edad paleozoica hasta las de la edad terciario-continental. Como la edafización es un proceso más bien lento por la falta de humedad invernal, a pesar de que las lluvias son muy fuertes a veces durante su corta estación eficaz, el suelo se lava casi tan rápido como se forma sobre las laderas que tienen una gradiente más que moderada. Allí, se encuentran suelos delgados hasta litosólicos en relación directa a la resistencia de la roca

madre, a la descomposición química y al grado de declive. Solamente cuando el relieve es, desde plano hasta ondulado o ligeramente quebrado, se desarrollan suelos de profundidad moderada con buenas a regulares características físicas para su manejo bajo irrigación y cultivo. Estos suelos "zonales" o "climáticos" deben ser normalmente de fértiles a muy fértiles, de reacción neutra hasta algo alcalina y si están calcificados lo son sólo muy débilmente. Como recientemente se han llevado a cabo estudios técnicos detallados de los suelos comprendidos en esta formación dentro del Proyecto del Quiroz, tenemos muy buenas referencias de sus distintas condiciones sobre las diversas clases de topografía y materia madre.* A continuación se presenta una breve y resumida descripción de los suelos de la serie "Tejedores", que se pueden clasificar como unos suelos zonales o climáticos típicos de la región Yuscay y Tejedores dentro del Proyecto Quiroz:

"Estos suelos ocupan aproximadamente el 50% del área estudiada, se les encuentra en pendientes que varían desde casi a nivel, hasta quebrada (3-12%) y ocurren en posición más alta que aquella en la que se encuentran los suelos aluviales. El material madre está constituido por una mezcla de rocas ígneas, principalmente andesita y granodiorita, transportada desde cortas distancias, las principales características del perfil de estos suelos es la siguiente: 0 - 5 cm. franco a franco-arenoso fino, color marrón gris oscuro, estructura débil en láminas con tendencia a bloques angulares y de consistencia blanda en seco (friable en húmedo). El pH está entre 6.0 y 6.5 (5-35 cm.) franco arcilloso a franco arcillo-limoso, color marrón gris oscuro, estructura bien marcada en bloques angulares grandes y consistencia de ligeramente dura a dura en seco (plástico en húmedo). Se presentan concreciones de carbonato de calcio de más o menos 1 mm. de diámetro. El pH es 7.0. Se puede observar concreciones negras, redondeadas de hasta 2 mm. de diámetro. En este horizonte están concentradas las raíces de la vegetación natural. La permeabilidad es lenta. El contenido de materia orgánica es bajo.

"A partir de 35 cm. se presenta un horizonte de textura franco-arcillosa y que varía en espesor de acuerdo con la pendiente, siendo más delgado a mayores pendientes. La estructura está débilmente desarrollada, siendo la consistencia dura en seco y plástica en húmedo. El pH varía entre 7.5 y 8.0 habiendo un aumento en el contenido de las concreciones calcáreas. La permeabilidad es lenta. El espesor de esta capa varía entre 20 y 70 cm. o más. Luego sigue el material madre.

"Desde el punto de vista de la fertilidad, estos suelos presentan buenas condiciones; el pH es el apropiado para el desarrollo de casi todos los cultivos y el contenido de fósforo y potasio es aceptable. . . El contenido de materia orgánica si es bajo, debiendo mostrar respuesta a los abonamientos nitrogenados."**

* Cf., Félix Quevedo y Carlos Zamora, Informe del Estudio de Suelos del Área Yuscay y Tejedores, preparado por la División de Estudio de Suelos Proyecto Quiroz-Piura (Ministerio de Agricultura, La División de Estudio de Suelos Proyecto Quiroz en cooperación con la Escuela Nacional de Agricultura "La Molina" y el Departamento de Ingeniería del SCIPA: Lima, Perú, 1958). Mimeografiado.

** Ibid, pp. 6-8.

Parece que estos suelos son más o menos los mismos llamados "pardo forestal tropical" por Frei, "pardo grisáceo" por Miller,* y "non-calcic brown" bajo el antiguo sistema de E.E.U.U.** Sus características son indicativas del desarrollo de una cubierta vegetal netamente forestal. Hoy en día son muy pocas las áreas del Perú donde la vegetación natural primaria de la formación no haya sufrido marcados cambios a mano del hombre y su ganado. Sin embargo quedan algunas áreas, sobre todo en las zonas fronterizas con el Ecuador, en donde las alteraciones han sido mínimas y donde se demuestra claramente el carácter específico de un monte pluvifolio que parece ser la vegetación "climax" del bosque muy seco tropical. Este monte está formado por árboles de regular porte que son en su mayoría biotipos pluvifolios. Hay una ligera mezcla, también, de especies microfilias y esclerofoliadas. Todas se reúnen para formar un rodal cerrado hasta ligeramente abierto, dentro y abajo del cual existe un sotobosque de árboles pequeños, arbustos, trepadoras y plantas herbáceas de densidad variable pero a veces muy tupidas.*** Son frecuentes varias especies de bromeliáceas tanto en el sotobosque como a modo de epífitas sobre las ramas de los árboles, mientras que las cactáceas, en especial los tipos trepadores y epífitos, son de regular ocurrencia. Se encuentra también una variedad considerable de lianas y de gramíneas de porte alto.

El dosel principal de este monte varía en altura según las condiciones de lluvia y de sitio local, pero en general, sobre suelos de buena calidad y retentivos de humedad en el centro de la formación, alcanza unos 15 metros. Los troncos de algunos árboles dominantes y anormalmente corpulentos, como los del vistoso "ceibo" (*Bombax* sp.) y del "pretino" (*Cavanillesia platanifolia*), puedan sobrepasar a un metro de diámetro, pero el promedio es mucho menor, comúnmente de 30 a 60 cm. en la madurez de las especies más maderables. Tampoco son muy largos los fustes aprovechables para trozas; como máximo llega a 10 metros y el promedio es menor. En la zona forestal comprendida entre Cazadores y El Caucho detrás de Tumbes en el lado más húmedo y fresco de la formación, Barreda encontró, contando todas las especies existentes sin considerar el valor de su madera, entre 90 y 125 árboles aprovechables por hectárea (donde el rodal es viejo y bien desarrollado), con un volumen total de 20 a 60 metros cúbicos (9,000 hasta 24,000 pies cuadrados)****. Aunque debiera haber unas 50 a 75 especies distintas más o menos en la asociación climática de esta formación, Barreda ha enumerado solamente unas 25. El autor, sin embargo, ha visto otras, no identificadas por Barreda, en este mismo tramo. Entre las más nota-

*Julio Peña Herrera, op. cit., p. 4

**U.S.D.A., Soils and Men: Yearbook of Agriculture, 1938 (Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1938), pp. 990-997.

***El Dr. Ramón Ferreyra ha descrito esta vegetación herbácea y arbustiva en su estudio "Contribución al conocimiento de la Flora Costanera del Norte Peruano (Departamento de Tumbes)", Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Vol. 6, N°3 y 4 (Abril 1957), pp. 202-203.

****J. Alberto Barreda "Estudio Forestal Preliminar del Departamento de Tumbes", La Vida Agrícola (Lima, Perú) Vol. XXI, N°253, Dic. 1944 y Vol. XXII, N°254 Enero 1945.



Figura 26

Bosque muy seco tropical sobre lomas al sureste de Tumbes a 400 metros de elevación. Aquí, el vistoso y corpulento "ceibo" de corteza verde (*Bombax* sp.) (deshojado durante la estación seca) lleva tupidas barbas grises del epifito "selvatina" (*Tillandsia usneoides*). Estos árboles no tienen valor por su madera, y es casi todo lo que queda del bosque original.



Figura 27
Bosque muy seco tropical: asociación edáfica
sobre suelos pedregosos cercano a El Caucho,
Dept. de Tumbes.

bles y características, además del ceibo y pretino que son de poca utilidad, existe el payaso (Bombax discolor) y las valiosas especies de amarillo (Centrolobium ochroxylon), bálsamo (Myroxylon sp.), laurel (Cordia sp.), madera negra o guayacán (Tabebuia crysantha), cedro (Cedrela sp.) colorado (Lucuma obovata), palo de vaca (Alseis geyzeersii), palo de sangre (Brosimum sp.), y huachapell (Lysiloma hauchapelo). Y entre los menos apreciados palo santo (Bursera graveolens), cascol (Libidibia corymbosa), caucho (Castilloa elastica), Fernán Sánchez (Triplaris guayaquilensis), y varias especies de matapalos (Ficus spp. y Clusia spp.). En el lado más seco y cálido de la formación se encuentran muchas de las especies enumeradas para el vecino bosque espinoso tropical. En otros distritos, como el de Marañón, la composición específica debiera ser algo distinta, pero la fisonomía del monte es muy parecida a la descrita. Con un manejo técnico bien orientado, estos montes poco degradados podrían contribuir con cantidades limitadas de maderas valiosas a la economía maderera nacional.

Uso de la Tierra

Sobre la mayor parte del terreno comprendido por la formación, la vegetación natural se ha modificado mucho a consecuencia de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales de la gente campesina. El efecto principal ha sido el de cambiarlo de bosque a sabana o graminal pluvifolio con árboles dispersos. En estos cambios, las quemas y el pastoreo de ganado vacuno han desempeñado papel preponderante, aunque el desmonte para cultivos temporales y la explotación de maderas y carbón han tenido también importancia local. En oposición a las más secas de las formaciones semiáridas anteriormente descritas, el clima de esta formación, aunque desfavorable, permite el establecimiento de una población esparcida permanente en casi todas sus partes. Donde no existen fuentes de agua o terrenos apropiados para riego, por lo menos hay manantiales con agua potable disponible durante todo el año, adecuada para satisfacer las necesidades tanto del hombre como de sus animales.

Una vez destruido parcial o completamente el monte original, las gramíneas nativas se propagan bien, formando pastos altos y tupidos durante la estación de lluvias. Durante la estación de invierno estos permanecen para volverse un buen heno seco en pie. Bajo estas condiciones la gente practica la ganadería de vacunos y caprinos, especialmente de los primeros, y para combatir la invasión natural de las plantas leñosas del monte en los pastos, así como para proveer pasto verde y tierno de brotes jóvenes, prenden fuego a las sabanas inmediatamente antes de principiar las lluvias. Estas quemas, bajo la influencia de los vientos fuertes diurnos, corren rápidamente cubriendo grandes distancias quedando completamente sin dominio. Entran por los bordes de los montes reduciéndolos progresivamente año tras año, hasta que solamente quedan en los fondos de las quebradas más húmedas y sobre laderas peñascosas inaccesibles al fuego. Estos montes, si no los tumban para hacer carbón, son usualmente degradados por los animales que los usan como refugio contra el sol fuerte, alimentándose mientras tanto de sus plantas herbáceas y de toda clase de reproducción natural, frutas y semillas, hojas y ramitas. El algarrobo y el huásimo (Guazuma ulmifolia) que dan sombra permanente son numerosas en estos montes y dan semillas que gustan a los animales.

Por las sabanas se ven árboles dispersos, reunidos a veces en manchas pequeñas, de

especies muy resistentes al fuego como el faique, huarango, y hualtaco, típicamente incomedibles por los animales. En aquellos lugares de mala calidad de suelos y en los que se ejerció el sobrepastoreo, la gramínea no crece en forma espesa ni alta, y por eso no se quema con facilidad. Sobre tales áreas se puede ver la invasión de plantas leñosas, como el rústico algarrobo, cuyas semillas se diseminan y germinan en el nutritivo ambiente del excremento de las reses. Invaden también, en donde el fuego es débil o inexistente, varias especies de la formación vecina y más seca, bosque espinoso tropical como el zapote, guayacán, huarango, charán y varias cactáceas, todas buenas indicadores de que el microambiente se ha tornado más seco y cálido con la destrucción del monte original.

En los lugares más accidentados, casi toda la pequeña población cultiva también pequeños campos de cosechas anuales y perennes, sobre todo en las más húmedas y fértiles quebradas. En especial, siembran el maíz que madura muy rápido y requiere poca agua. También hay chacras con frijol de palo y yuca, plantas de más largo crecimiento que resisten el invierno seco. Para hacer estas chacras, tumban el monte y queman lo desmontado antes de que se inicie la estación lluviosa. A veces hacen carbón de las leñas más duras y venden la madera valiosa para ebanistería si es posible su transporte al mercado. A causa de las quemaduras practicadas, sin embargo, los campos abandonados por la agricultura no se pueden reforestar naturalmente y van aumentando la siempre creciente área de sabana. Se supone que después de unas décadas, o siglos, bajo cubierta de las gramíneas de la sabana, el carácter del suelo mismo cambiará, volviéndose más alcalino, formando capas inferiores compactas, lentamente permeables o impermeables al movimiento vertical del agua.*

Con riego y un manejo técnico de los suelos de acuerdo con sus características, deben rendir muy bien la mayoría de cultivos, pastos y forrajeras bajo-tropicales. La caña de azúcar sería especialmente productiva a razón de la poca acidez del suelo y de la alta incidencia de sol directo. Para forrajes se puede sembrar, aún con poca agua de riego, varios tipos de sorgo.

Para el área sin riego se necesita todavía mucha investigación y experimentación científica antes que puedan encontrarse soluciones satisfactorias a sus múltiples y correlacionables problemas en uso de la tierra, suelos, pastos y forrajes naturales y destrucción forestal.

* Gerardo Budowski analiza estas circunstancias en su artículo "Tropical Savannas, A Sequence of Forest Felling and repeated Burnings", Turrialba Vol. 6 N°1-2 Enero-Junio, 1956, pp. 22-23.

CAPITULO 16

SABANA O BOSQUE SECO SUBTROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Con 14,420 Km² en territorio peruano, esta formación tiene en la actualidad más importancia para el país que su prototipo más cálido y seco, la sabana o bosque muy seco tropical. Como aquella formación, se extiende principalmente al norte de 7° latitud sur sobre las llanuras, valles interiores y sobre las laderas inferiores del valle del Marañón y sus grandes afluentes. Ocurre en forma más restringida donde los encañonados ríos Huallaga, Mantaro, Tulumayo, Apurímac y Urubamba se acercan a las formaciones húmedas de la ceja de montaña, y en la mayoría de estos lugares, como en el norte, la formación con frecuencia colinda directamente abajo con el bosque muy seco tropical. En la Clave del Mapa Ecológico se puede apreciar que recibe cantidades de lluvia anual promedio iguales a las que recibe aquella formación, pero a causa de su mayor elevación sobre el nivel del mar sus temperaturas son algo más frescas, y por eso, estas lluvias son más eficaces en términos de la relación de evapotranspiración. Generalmente, las condiciones atmosféricas son iguales a las descritas para este prototipo tropical. Por las vertientes occidentales de la costa norte, debido a una marcada orografía y fuertes influencias marítimas del noroeste, chocan también fuertes neblinas que producen lloviznas invernales. Los efectos de esa nubosidad se reflejan bien en las masas del epifito barbudo vulgarmente llamado "salvajina" (Tillandsia usneoides), colgados de las ramas de todos los árboles dominantes de los remanentes montes pluvifolios.

Esta formación es, entonces, subhúmeda y cálido mesotérmica. Sus límites inferiores demarcados por la isoterma de 24°C. media anual o por la isoyeta de 500 mm. de lluvia anual, varían mucho en altura, siendo más baja en la costa (hasta 350 m. de altura) que en los valles interandinos (hasta 1150 m.). Su límite superior indica aproximadamente el límite inferior de las escarchas nocturnas invernales (puede llegar hasta 2200 m., pero es normalmente más bajo) o de la isoyeta de 1000 mm. de lluvia anual promedio. Los días son normalmente cálidos hasta moderadamente cálidos; las noches frescas hasta algo frías. Como en todas las formaciones subhúmedas y semiáridas en el Perú, la duración de la época lluviosa y el total de precipitación que cae, tienden a variar en forma algo cíclica. Hay períodos de años secos durante los cuales el monto de la lluvia se recibe so-

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bs-ST y en color amarillo, tono segundo.

lamente en los meses típicos de verano, es decir, entre diciembre y abril, y otros períodos de años húmedos en los cuales se reciben también lluvias efectivas de primavera y otoño o desde setiembre hasta mayo. El promedio es de unos 6 a 7 meses entre octubre y abril, con una máxima ligera entre octubre y noviembre y una fuerte en febrero y marzo. Los meses de junio, julio y agosto casi nunca reciben lluvias reales. Como las lluvias son más inciertas en primavera, hay siempre peligro para las cosechas sembradas en estos meses.

Topografía, Vegetación y Suelos

Casi todo el terreno abarcado por esta formación se caracteriza por laderas de gradiente moderada hasta muy marcada. Siendo pronunciado el relieve, la erosión natural, tanto fluvial como geológica, es también sumamente pronunciada. En lo que se refiere a la geología de las áreas no se puede decir sino que son de carácter muy diversificado, predominando los estratos metamórficos y sedimentarios de edad paleozoico y cretácico, según el Mapa Geológico del Perú.*

Bajo este clima temporalmente seco, el ritmo de erosión natural que acompaña las lluvias pesadas del verano tiende a igualar o sobrepasar el de la edafización sobre gran parte del terreno inclinado, y los suelos son, en su mayoría, delgados hasta litosólicos. En los lugares donde la materia madre no está consolidada, es decir, cuando es de origen sedimentario geológico, de coluvium o de aluvium, como también sobre las áreas de poco declive, los suelos llegan a ser de moderada profundidad con buenas características para la agricultura. Aunque se carece de estudios especiales al respecto, parecen ser muy parecidos a los descritos para la formación bosque muy seco tropical. Los suelos deben ser de color pardo, pardo gris, o pardo oscuro hasta pardo rojizo en el subsuelo, ligeramente ácidos o neutros hasta ligeramente alcalinos pero sin una acumulación notable de cal o carbonatos en el subsuelo, con bajo contenido de humus (excepto en los lugares que han estado cubiertos por gramíneas durante muchos años), normalmente fértiles hasta muy fértiles, con buena capacidad de intercambio de bases y retentivos de humedad. Con agua de irrigación suplementaria deben ser sumamente productivos para la mayoría de las cosechas del piso subtropical.

Estos suelos se han desarrollado bajo una cubierta forestal de carácter foliar de especies de hojas caducas o semicaducas. Sobre los mejores suelos el bosque original era de regular estatura y densidad. El dosel principal era cerrado y llegaba a unos 15 hasta 20 metros de altura en promedio, con árboles dominantes algo más altos. Los diámetros máximos alcanzados eran posiblemente de 1 metro, pero el promedio entre los árboles dominantes era la mitad de esa cantidad. En la mayoría de las especies las hojas se caían al principiar la estación seca, brotando de nuevo al mojarse el suelo con las primeras lluvias de primavera. Sin embargo, había un porcentaje variable de especies esclerofoliadas y microfoliadas espinosas de carácter perennifolio. El número de especies en las asociaciones climáticas ascendía a unos 40 ó 50, abundando especies de los géneros Astronium, Annona, Aspidosperma, Bombax, Bauhinia, Bursera, Clusia, Calliandra, Chorisia, Curatella, Cordia,

* Op. cit.



Figura 28
Bosque seco subtropical: Al sureste de Tumbes, zona fronteriza. Vegetación primaria de la asociación climática con árboles dominantes de "palo de vaca" (*Alseis geyseri*) y "amarillo" (*Centrolobium* sp.).

Croton, Citharexylum, Cochlospermum, Caesalpinia, Centrolobium, Colubrina, Dalea, Embothrium, Erythrina, Fagara, Inga, Jacaranda, Ladenbergia, Linoceria, Phyllanthus, Pithecolobium, Roupala, Tecoma, Tabebuia, Schinus y Sapindus. Había un estrato inferior o sotobosque compuesto de árboles pequeños, arbustos grandes y reproducción natural. La cubierta terrestre de hierbas era muy ligera, debido a la densidad de los tallos mayores con sus extensos sistemas radiculares y la sombra pesada que sus copas daban durante el tiempo húmedo de crecimiento. Entre las plantas herbáceas más comunes se encontraban especies de bromeliáceas terrestres y epifitas (Pitcairnia spp. y Tillandsia spp.) y algunas lianas heliofíticas. Las cactáceas eran muy escasas o completamente ausentes.

Uso de la Tierra

Hoy día se encuentran pocos vestigios de este monte virgen. Existen bosques relativamente poco distribuidos por toda la zona fronteriza con el Ecuador ocupada por la formación. Sobre el resto del territorio, en lugares de suelos peñascosos y pedregosos, donde no ha sido posible el uso del terreno para cultivo ni para pastoreo quedan también montes, los cuales, debido a la pobreza del sitio, son normalmente de algo a muy reducidos en estatura y densidad. Sobre las restringidas áreas planas hasta moderadamente onduladas, en especial aquellas bien ubicadas con relación a fuentes de agua permanentes para el riego suplementario, la población humana es relativamente densa y se dedica al cultivo sedentario de cosechas tanto comerciales como de subsistencia. Producen una gran variedad de plantas anuales y perennes típicas del piso subtropical, inclusive el algodón, caña de azúcar, café y muchos frutales. Para tales cosechas el clima es excepcionalmente favorable ya que en él casi no prosperan las enfermedades patógenas, al mismo tiempo que el suelo retiene su fertilidad tras años de cultivos permanentes. Desgraciadamente, por ubicarse en zonas mayormente montañosas, poca parte del terreno puede aprovecharse así, y la mayor parte del área se ha trocado en sabanas o graminales pluvifolios con árboles o arbustos dispersos. Estas sabanas se usan para el pastoreo extensivo de ganado vacuno, porcino y caprino, y en sus mejores lugares para campos de cultivos de subsistencia como maíz, frijol, yuca y varias hortalizas.

Las sabanas son en su carácter tanto como en sus orígenes muy parecidas a la descripción hecha para la vecina formación bosque muy seco tropical. Aparentemente se han originado del cultivo nómada seguido por las quemadas anuales de las áreas abandonadas. No solamente el fuego ha impedido el restablecimiento de las especies leñosas del monte durante ciclos de años excepcionalmente secos. Una vez quemado el monte se ha vuelto más abierto, con más tupido herbazal bajo y, por consiguiente, más susceptible a futuras quemadas, trocándose al fin en sabana con árboles dispersos, la mayoría de estos de especies resistentes al fuego como Curatella, Eupatorium, Hyptis y Acacia. Parece que el área de estas sabanas se está extendiendo en esta formación hoy día por causa de la agricultura nómada. No solamente talan los bosques que quedan sobre las laderas de gradiente marcada con este fin, sino que también hacen chacras temporales sobre áreas antiguas de sabana en las que se están volviendo a notar indicios de especies leñosas.

En algunos lugares donde se da este caso, la vegetación natural, aunque sea bosque o sabana, tiene alto valor hidrológico, como en las cuencas superiores del río Piura y Chira.

El río Quiroz, fuente de agua para la represa del proyecto de irrigación del mismo valle, capta la mayor parte de sus aguas de una zona de vertientes abruptas comprendidas dentro de esta formación. Durante la estación lluviosa, los suelos cultivados y sobrepastoreados se erosionan llenando el río de sedimentos. De no dirigirse estas prácticas agrícolas y ganaderas en las cuencas, existe un peligro inminente que los sedimentos llevados por el río rellenen en pocos años la represa reduciendo su capacidad de almacenar agua. Se sugiere la reforestación de muchos terrenos de pronunciada inclinación por el método sencillo de protegerlos estrictamente contra todo uso de cultivos nómadas, de ganadería y, sobre todo, del fuego que impide el reestablecimiento natural del monte. Para la reforestación artificial con fines económicos se recomienda la siembra de especies taníferas como la tara (Caesalpinia tinctoria), o miembros del género Acacia, como A. mollissima, de las especies nativas de conocido valor económico, de varios eucaliptos como E. camaldulensis (E. rostrata), y de unos pinos subtropicales de conocida resistencia al fuego y la sequía como Pinus oocarpa, P. caribaea, P. halapensis, P. pinea y quizá P. Merkusii, P. longifolia, y P. canariensis.

CAPITULO 17

SABANA O BOSQUE SECO MONTANO BAJO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación abarca solamente unos 24,946 Km² pero su importancia agrícola y ganadera en el Perú es, sin embargo, sumamente alta. La formación es la más típica de la faja montano bajo en los grandes valles andinos entre la frontera con el Ecuador y los 14° de latitud sur. Ocurre en forma restringida por las vertientes occidentales exteriores de los Andes al norte de 9° latitud sur. Tiene un índice de población humana entre los más altos de las formaciones andinas y es muy posible que el origen de estas poblaciones se remonte a la edad preincaica. La mayoría de las ciudades grandes de la sierra, como Cajamarca, Huaraz,** Chachapoyas, Huancayo, Ayacucho, Andahuaylas, Abancay, Urubamba y Paucartambo son centros poblados, la mayoría de los cuales han sido establecidos desde tiempos antiguos dentro o al borde de áreas abarcadas por esta formación. Existen también un gran número de poblaciones secundarias y pequeñas aldeas. Esto es lo más significativo porque, con la excepción de Cajamarca y Huancayo, que ocupan valles anchos y relativamente planos, el terreno se encuentra, en su mayor parte, encañonado en estrechos valles en donde predominan las laderas de fuerte inclinación.

Se podría explicar este fenómeno solamente en términos climáticos. El clima de esta formación se acerca a lo ideal para la vida humana y para las actividades agrarias tradicionales del indígena de la sierra. Aunque recibe solamente 500 hasta 1000 mm. de lluvia anual, el clima es definitivamente subhúmedo hasta ligeramente húmedo debido a sus más bajas temperaturas y relación de evapotranspiración. Los suelos profundos y estructuralmente retentivos del agua son húmedos durante seis meses hasta ocho meses del año, o desde aproximadamente noviembre hasta junio inclusive, y durante este período

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bs-MB, en color amarillo, tono tercero.

** Por error de imprenta, un corto sector del valle del río Santa que se extiende desde Huaraz hasta la mitad de la distancia a Carhuaz y que verdaderamente pertenece a la formación bosque seco, se ha incluido en la estepa espinosa montano bajo.

do pueden madurar sobre ellos una variedad de cosechas típicas del piso sin ningún riego. Sobre suelos de poca profundidad la humedad se retiene normalmente durante cuatro o cinco meses permitiendo el cultivo de cosechas de rápido crecimiento. En este sentido la lluvia no es lo suficientemente adecuada y así, en los pocos años de lluvia muy escasa pueden perderse las cosechas. El hecho de que la lluvia no sea excesiva, tiene la ventaja de causar menos lavado y erosión de los suelos, aún en los de las laderas, los cuales, mediante la aplicación racional de medidas agrotécnicas relacionados con la conservación de los suelos y de su humedad, tienen la oportunidad de defender sus inherentes características de fertilidad que ha venido manteniéndose más o menos bien, durante siglos.

Las temperaturas son típicamente templadas en promedio, siendo templadas hasta ligeramente cálidas durante las horas del día pero frescas hasta algo frías en la noche. Aparentemente son agradables y estimulantes al hombre, posiblemente a causa de la bien marcada variación diaria que se anota, especialmente durante los cuatro meses de invierno, cuando la diferencia entre las máximas (primeras horas de la tarde) y las mínimas (alborada) puede llegar a 18°C. o más. Exactamente en estos meses, debido al cielo despejado y a la fuerte radiación nocturna, hay periódica ocurrencia de escarchas nocturnas y la temperatura que ha llegado a 18° o 22° durante el día, baja en la madrugada hasta -2° ó -4°C. Estas escarchas son más serias y notables en la parte inferior de las laderas y en los valles pequeños laterales, donde se acumula el aire frío drenado de las tierras más altas, constituyendo un factor perjudicial durante estos meses para la siembra de muchas cosechas, aún cuando se disponga de riego. Durante el período de invierno también hay vientos fuertes en las horas del día. Estos se deben a la marcada orografía local de los valles. Pueden perjudicar los cultivos desde agosto hasta noviembre especialmente.*

De las varias formaciones que se encuentran típicamente en los valles interandinos, ésta es la primera que participa plenamente de las lluvias generales de los Andes superiores. Hay poca influencia del "abrigado" excepto en los valles más estrechos rodeados por cordilleras muy altas: en gran parte las lluvias de los valles donde se encuentra esta formación y en las punas más altas son aproximadamente iguales en lo que se refiere a su ritmo de ocurrencia, cantidad y fuerza. Por el contrario, la orografía diferencial continúa en sus efectos, y por eso las temperaturas del aire son más elevadas para su altura que el normal adiabático. Así, tanto en los valles del extremo norte donde los Andes son bastante reducidos en elevación general, como en las vertientes occidentales exteriores donde ocurre esta formación, sus límites superiores aproximadamente coincidentes con la isoterma de 12°C. se encuentra solamente a 2800 hasta 3000 metros de altura sobre el nivel del mar, pero en los valles interiores de la más alta y ancha sierra del centro, estos mismos límites superiores llegan hasta 3350 metros de altura. Aquí encima, entonces, la formación sabana o bosque seco montano bajo colinda directamente con la pradera o bosque húmedo montano por casi todas partes. Además, por la falta de "abrigado"

* El autor analizó detalladamente las características del clima transicional entre el bosque seco montano bajo y el bosque húmedo montano a base de datos para el valle del río Mantaro entre Jauja y Huancayo en su trabajo previo sobre El Clima y la Ecología Climática General de Huancayo-Perú, Publicación Miscelánea N°11, del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., Zona Andina, Proyecto 39 del Programa de Cooperación Técnica, Lima.

marcado ocupa usualmente todo el piso altitudinal montano bajo o hasta el límite inferior de escarchas significantes. En general, este límite coincide con la isoterma de 17°C. media anual que se encuentra ubicada a unos 1000 metros, más o menos, por debajo de los límites superiores dados. Donde los valles se profundizan, sin embargo, se nota el efecto marcado del "abrigado" y, como consecuencia, es usual ver que el clima se vuelve semiárido allá abajo y que la formación colinde en su límite inferior con el bosque espinoso subtropical.

Topografía, Vegetación y Suelos

Poca parte del área comprendida por la formación dentro del territorio peruano es plana o tiene suelo profundo. Sólo en los valles estructurales de Cajamarca en el norte y de Huancayo en el centro se encuentran llanuras extensas adaptadas al riego y al cultivo con maquinaria. Allá, sobre profundos sedimentos lacustres depositados durante el período glacial y postglacial cuaternario, se han desarrollado suelos de buenas características por lo general y en parte, fáciles de ser regados. Estos terrenos, aunque limitados en su área total, se hallan entre los de mayor capacidad productiva de toda la Sierra. Es muy posible que estas llanuras hayan sido sabanas naturales en tiempos prehistóricos y que por ello hubiesen sido escogidas por las antiguas culturas para el establecimiento de sus primeros centros poblados y la práctica de una agricultura sedentaria. Hoy en día sostienen altas densidades de población y se caracterizan, en gran parte, por el cultivo comercial de granos y lechería (industria lechera). Sería posible aumentar la producción de estas áreas si las granjas aplicaran más ampliamente una estricta técnica agronómica, y si se resolviera el problema del minifundismo que existe en algunos lugares.

Aproximadamente un 80% del área de la formación se distribuye en la Sierra, por las faldas y fondos de estrechos valles profundamente encañonados por acción fluvial. Por eso, la estructura geológica expuesta, aunque localmente variada, consta principalmente de estrato antiguo y de rocas duras, tanto ígneas como metamórficas. La topografía es abrupta. Se encuentran pequeñas áreas de terreno plano y de gradiente moderada dispersas sobre la larga falda de los cañones, los estrechos terraplenes y los abanicos aluviales que bordean los ríos y sus afluentes. Las faldas son tan peñascosas que sólo existen precipicios y rocas desnudas expuestas sobre grandes extensiones. Es exactamente en tales lugares donde no se puede siquiera cultivar, pastorear, explotar leñas con facilidad o prender fuego, y en las que se ve crecer entre los escondrijos y hendiduras de las rocas una vegetación natural baja y esparcida, de carácter leñoso, indicadora de que alguna vez, posiblemente siglos atrás, haya existido un monte de árboles sobre la mayoría de los terrenos que abarca la formación. El grado de erosión es muy variable de lugar a lugar, variando en relación a las prácticas agrícolas y al carácter específico del material madre. A un extremo se ve una abundancia de andenes antiguos y bien conservados, que todavía están en uso, cuyos suelos son más profundos y de mejor calidad que los que originalmente existieron sobre estas laderas. Al otro extremo se ven terrenos de ladera de moderado declive casi completamente destruidos por la erosión laminar o de cárcavas. Sin embargo, por lo general, las condiciones son intermedias entre ambos extremos. El área total de los andenes es reducida así como también lo es la de suelos completamente erosionados. La

mayoría de los terrenos de declive moderado tienen suelos delgados o muy delgados, a veces muy pedregosos, pero cultivados intensivamente en un mosaico de pequeños lotes, año tras año, sin ninguna práctica de conservación de suelos. Los suelos más inclinados, por su parte, exhiben una degradación severa a causa del cultivo periódico y del sobre pastoreo. Sobre pequeñas áreas locales que son más o menos planas, los suelos son moderadamente profundos y deben tener alta capacidad de producción por cuanto siguen productivos después de siglos de uso constante casi sin ninguna aplicación de fertilizantes.

La morfología de estos suelos zonales es más parecida a la de los llamados Brunizem (ejemplar claro) por Frei, Serrano seco por Miller,* y pradera (Prairie) y pradera-rojiza (Reddish Prairie) según el antiguo sistema de E.E.U.U.** Sostienen altas densidades de pequeños agricultores indígenas, muchas áreas parecen estar superpobladas, los cuales cultivan mayormente sementeras en surcos y pastorean ganado vacuno, ovino y porcino, para su propia subsistencia. La productividad de estas áreas podría aumentarse en gran escala si se le aplicaran por lo menos los principios elementales de conservación de suelos, de abonamiento, de pastoreo dirigido, y de mejoramiento de razas de animales y plantas.

En lo que se refiere a la vegetación natural, como se ha explicado anteriormente, ésta ha quedado bastante reducida y alterada por la acción humana a través de los siglos. La vegetación primaria ha sido eliminada sobre grandes extensiones para dar lugar a cultivos, mientras que, sobre extensiones aún más grandes, ha sido reemplazada por lo que Weberbauer llama "la estepa de gramíneas con arbustos dispersos".*** Esto es una comunidad de gramíneas mayormente pluvifolias mantenidas contra la invasión de leñosas por las quemas y efectos de pastoreo de ganado, y sobre la cual, por algunos lugares, se ven arbustos y pequeños árboles resistentes al fuego y no comestibles por el ganado. Sobre áreas pedregosas así como en las depresiones más húmedas las especies leñosas aumentan mucho su frecuencia y a veces forman brinzales espesos. Bajo estas condiciones es muy posible que algunas especies originales de árboles hayan desaparecido completamente de la flora. Sin embargo nos podemos hacer una idea de cómo era la vegetación original "climax" estudiando la vegetación leñosa de las comunidades secundarias que existen hoy día escondidas en algunas quebradas y gargantas peñascosas y aisladas, y por estudios del hábito vegetativo de árboles nativos cultivados alrededor de las casas rurales y en parques de las poblaciones urbanas.

Esta vegetación indica que originalmente, consistía en casi todas partes, excepto quizás en las llanuras anteriormente mencionadas, de un monte o bosque caducifolio que contenía unas 20 ó 30 especies de árboles distintos. Algunos de estos árboles eran pluvifolios y otros siempre verdes. El monte variaba bastante en altura y densidad en relación al carácter local de los suelos y grado de pendiente así como en relación al rango de temperaturas y precipitaciones dentro de los límites de la formación misma. En la asociación climática en el centro de la formación, su dosel principal llegaba a unos 15 metros de altura sobre el suelo y el rodal era sólo de regular densidad. Los diámetros (d.a.p.) máximos

* Peña Herrera, op. cit.

** U.S.D.A., op. cit., pp. 990-997.

*** Op. cit., pp. 217.



Figura 29

Bosque seco montano bajo: antiguo pueblo de Pisac, Valle del río Urubamba cercano a Cuzco. Cultivo Intensivo de granos y hortalizas sobre antiguas terrazas con riego. Campos de granos cultivados en secano, instalados sobre laderas de fuertes pendientes.



Figura 30

Bosque seco montano bajo: Ayacucho: antigua capital del Perú, suelos pobres pero clima muy agradable.

Foto cortesía de E. Smith (A-12)

alcanzados por los árboles viejos y maduros eran de unas 15 a 20 pulgadas en promedio. Bajo el dosel principal había un estrato inferior y discontinuo compuesto de árboles pequeños y arbustos, mientras que sobre el suelo mismo existía una ligera cubierta de plantas herbáceas, algunas de las cuales eran pluvifolias y otras esclerofilas. Bordeando los ríos y riachuelos, como en algunas gargantas y cimas donde se acumulaban nubes y neblinas a la orografía local, el bosque era muy alto y tupido y tenía fustes más grandes entre los árboles dominantes, mientras que sobre los troncos y ramas principales se acumulaba cierta cantidad de epifitas y briofitas. En los lugares y/o pedregosos, por otro lado, el monte se redujo hasta quedar muy bajo y abierto o desapareció totalmente, dando lugar a comunidades terrestres en las que abundaban las bromeliáceas leñosas y herbáceas o las cactáceas columnares mezcladas con arbustos bajos y frecuentemente espinosos. Estas últimas comunidades son las que se encuentran hoy con más frecuencia y dan a las áreas de esta formación un aspecto mucho más seco de lo que realmente es.

Entre las especies de árboles y arbustos característicos de los montes bajos secundarios, se encuentra hoy día con frecuencia Jacaranda acutifolia, Kageneckia lanceolata, Dodonaea viscosa, Schinus molle, Caesalpinia tinctoria y varias especies de los géneros Cassia, Dalea, Mimosa, Barnadesia, Annona, Clusia, Maytenus, Stenolobium, Piqueria, Acacia, Eugenia y Mentzelia. En las gargantas y otros lugares húmedos, como en las zonas de neblinas, se encuentra a veces montes más robustos de cedro (Cedrela weberbaueri) y carapacho (Weinmannia sp.). Bordeando las carreteras, caminos, arroyos secos, y alrededor de las casas se ve con frecuencia el magüey grande y suculento (Agave americano), traído desde México durante la Colonia y ahora naturalizado, lo mismo que la retama (Spartium junceum), arbusto microfoliado exótico de la región mediterránea, tan diseminada hoy en día que constituye una plaga en los pastizales, y la tuna (Opuntia ficus-indica) que ocupa terrenos pobres y sobrepastoreados. El monte ribereño, aunque poco desarrollado debido a los cortes indiscriminados, incluye el ubicuita sauce (Salix humboldtianaj), el molle (Schinus molle), aquí un árbol de porte regular, el huilco (Piptadenia colubrina), y en las partes superiores de la formación, el aliso (Alnus jorullensis).

Uso de la Tierra

Ya hemos mencionado algo sobre el carácter de la agricultura que se practica sobre los terrenos inclinados prevalecientes. En casi todas partes el viajero puede ver los pequeños pueblos de adobe que marcan las "comunidades" de los indígenas, o las casas solitarias de los campesinos con terrenos propios, los cercos con sus eucaliptos (Eucalyptus globulus) y pashurus (Erythrina sp.) sembrados, y en mayo y junio, el mosaico de pequeños campos amarillos de granos en maduración (maíz, trigo y cebada) que alternan con los aún verdes campos de hortalizas y alfalfa y los terrenos pardos en descanso. Bajo el amparo de una técnica agrícola algo primitiva, se usan estos terrenos al máximo de su capacidad y, por dificultades de transporte y baja productividad en relación a la población se consumen casi todos los productos de origen vegetal y animal para la subsistencia local. Por eso y porque viven bastante aislados de la sociedad más moderna y progresista no tienen siquiera lo necesario ni el deseo de aplicar técnicas más avanzadas como aquellas que se relacionan con el abonamiento, conservación de suelos etc., que les podrían ayudar a elevar sus ingresos y por consiguiente sus niveles de vida. Representa realmente una de

las áreas andinas que más necesita la atención coordinada de científicos y extensionistas para la solución de los múltiples problemas culturales, económicos y sociales que afectan el uso del terreno. Con una aplicación de las ciencias agronómicas, ganaderas y forestales adecuadamente escogidas para sus circunstancias especiales, estas regiones podrían volverse mucho más productivas y prósperas en el futuro. Por lo menos su clima es sumamente favorable.

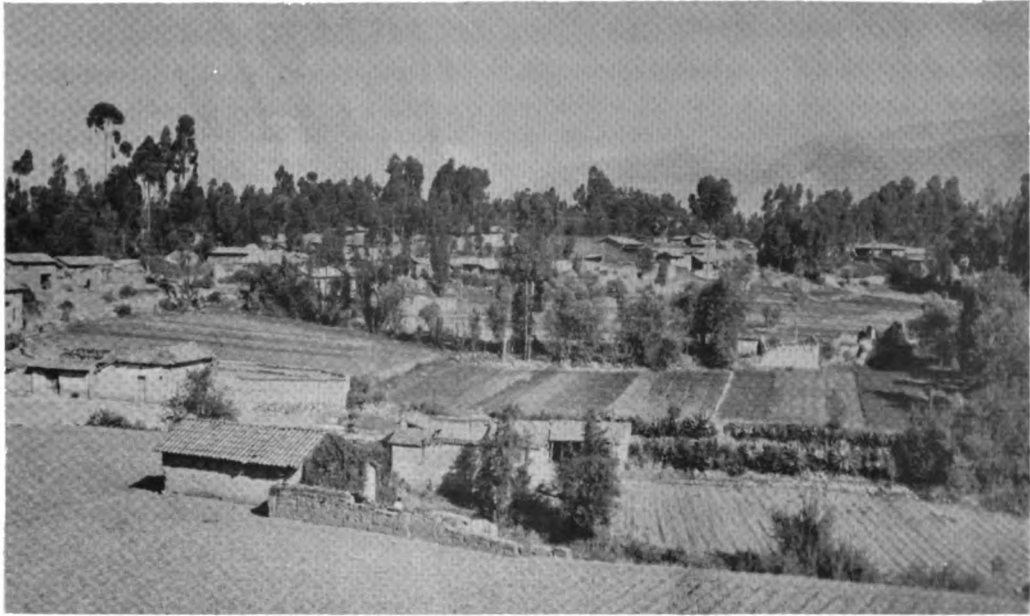


Figura 31
Bosque seco montano bajo en transición al bosque húmedo montano, valle del Río Mantaro entre Huayao y Sicaya, a 3250 metros de altura. Terrazas aluviales cultivadas intensivamente por pequeños agricultores tanto bajo riego como sin él. Nótese los cercos formados por árboles de "eucalipto" (Eucalyptus globulus).



Figura 32
Bosque seco montano bajo abajo de Mariscal Cáceres en el cañón del río Mantaro. Sabanas con árboles esparcidos del raro árbol "ccasi" (Haplorhus peruviana).

CAPITULO 18

PRADERA O BOSQUE HUMEDO MONTANO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación andina ha tenido y sigue teniendo una enorme importancia en el Perú. Ocupa 62,616 Km² y sobre la mayor parte de esta gran área reúne condiciones climáticas, edáficas y de topografía que son desde ligeramente hasta muy favorables a las actividades agrícolas y ganaderas andinas. Aquí vive un porcentaje muy alto de población indígena de la sierra que se dedica a la producción tanto de cultivos comerciales como de subsistencia, de granos y tuberosas, ganado lanar, leche y carne. Hay muchas poblaciones, muy antiguas y numerosas, ubicadas dentro de la formación, como Puno, Sicuani, Huancavelica, Jauja y Recuay. A base de su abundante producción agrícola nació aquí el genio y vitalidad humana de los Incas que se centralizó en el Cuzco y se extendió por toda la región andina.

La formación se extiende desde la frontera con Bolivia hasta unos pocos kilómetros al norte de Cajamarca. Más al norte casi no se encuentra (hasta llegar bien adentro del Ecuador). En el sur y en el centro, hasta más o menos 8° latitud sur, donde los Andes son bien elevados, ocupa mayormente valles altos y abiertos como el altiplano del Titicaca, las mesetas entre el alto Urubamba y alto Apurímac y Vilcanota, y las cuencas altas del Mantaro y Marañón siempre encerradas entre altas planicies de "puna" y dispersas cordilleras nevadas. Pero al norte de esta latitud, los Andes reducen sus elevaciones superiores y el piso montano reemplaza al alpino y subalpino para extenderse sobre casi toda la planicie más alta. Aquí la "jalca" o pradera montana sustituye las "punas" o páramos húmedos y muy húmedos del centro y sur. Excepto en las cuencas superiores de valles laterales profundos, esta formación, se encuentra poco extendida por las vertientes exteriores de los Andes, por ser éstas demasiado secas en general por el occidente, y demasiado húmedas por el oriente.

Verdaderamente esta formación es la expresión de condiciones de precipitación que son típicas sobre las regiones muy elevadas en el interior de la sierra. Por eso, donde ocurre, usualmente ocupa el piso montano entero, colindando a menores elevaciones con

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bh-M, y en color olivo tono cuarto.

la formación sabana o bosque seco montano bajo y a elevaciones superiores con la formación páramo muy húmedo subalpino. Así, sus límites inferiores siguen la isoterma de más o menos 12°C. y sus límites superiores la de 6°C. Debido a las condiciones fisiográficas, sin embargo, ni llega a sus límites absolutos inferiores en el extremo sur, ni a sus superiores en el extremo norte de su distribución, como se puede apreciar.* Al igual que para el caso de las formaciones vecinas, varían también las alturas reales en las cuales se pasan las isotermas que corresponden a los límites altitudinales de la formación en relación al grado de latitud, condiciones de exposición, y cantidad promedio de precipitación. Así, en el norte, donde el clima es relativamente más húmedo y el terreno más expuesto a los vientos y nubosidad por ocupar la formación los altiplanos mismos, el límite inferior puede ser tan bajo como 2800 metros, mientras que en los abrigados valles del centro y del sur donde llueve un poco menos en promedio, este límite inferior sube a veces hasta 3350 metros. Sus límites superiores están igualmente afectados por estos factores y su altura varía desde unos 3600 metros en los lugares más húmedos y expuestos del norte, hasta casi 4200 metros en los más secos y abrigados del centro y sur.

La formación recibe solamente de 500 a 1000 mm. más o menos de lluvia anualmente, o una cantidad igual a la que recibe la formación inmediatamente inferior, el subhúmedo bosque seco montano bajo, pero por razón de su mayor elevación, sus temperaturas promedio son más bajas, factor que reduce el potencial de evapotranspiración y hace su clima netamente húmedo. En el año promedio, llueve en forma eficaz desde mediados de setiembre hasta fines de abril, como en casi toda la sierra alta, bajo las condiciones explicadas previamente. Los suelos son normalmente profundos y retentivos de humedad, sin embargo, almacenan suficiente agua para no llegar al punto de marchitez hasta julio o agosto, siendo de muy corta duración el período de absoluta sequedad en el suelo.** Sobre suelos delgados, por otro lado, el período de crecimiento sin riego se reduce prácticamente al de las precipitaciones más eficaces y más seguras o sea entre mediados de noviembre hasta fines de mayo. En toda la región andina llueve con más intensidad y prolongación en los meses estivales de enero, febrero y marzo. Como el suelo ya ha recargado su capacidad de campo con las lluvias de primavera, mucho de esta agua constituye un sobrante que se pierde en forma de escurrimiento superficial o penetra en el subsuelo. Muchos de los ríos que se originan o pasan a través de la formación aumentan su caudal, y sus aguas se vuelven bastante turbias durante estos meses de verano. Solamente durante estos mismos meses los campos cultivados o en terrenos de ladera sobrepastoreados están sujetos a la erosión laminar o zanjada.*** En algunos años, por supuesto, la lluvia excede o es mucho menor que el promedio. Esta variación es menos pronunciada y severa en sus efectos aquí que en las formaciones subhúmedas y semiáridas del mismo piso altitudinal. Son raros los años de sequía tan severa en que se pierdan totalmente las cosechas, en cambio son muy frecuentes los años en que la lluvia sobrepasa las necesidades.

* Por ejemplo, en el altiplano del Titicaca el nivel básico del valle corresponde al del lago mismo: 3812 metros, y la formación colinda arriba con el páramo muy húmedo subalpino alrededor de 4100 metros.

** Cf., Tosi, op. cit., pp. 41-46.

*** Ibid, loc. cit.



Figura 33

Pradera o bosque húmedo montano: Asociación climática sobre terrenos suaves cercano a Acostambo, a una altura de 3600 metros. Cultivo en secano de granos, papas y hortalizas resistentes al frío.

El factor más limitante de la agricultura es la baja eficiencia térmica. Esto se debe, por supuesto, al bien conocido efecto adiabático sobre la presión atmosférica. Como en todos los pisos altitudinales tropicales, las temperaturas promedio se reducen en relación a estos factores pero no pierden su característico ritmo bajo-tropical, estando estrechamente relacionado con el fotoperiodismo de las latitudes bajas.* Al llegar al piso montano los promedios son tan bajos durante todo el año que aún las temperaturas máximas alcanzadas durante las horas de sol fuerte (normalmente alrededor de 1400 horas) son desde ligeramente hasta muy inferiores al óptimo para el crecimiento de la mayoría de las plantas cultivadas. Durante las horas de oscuridad la temperatura baja casi hasta el punto de congelación del agua. Excepto durante los pocos meses estivales de nubosidad y alta lluvia, hay alta frecuencia de escarcha nocturna, sobre todo en las partes superiores de esta faja altitudinal. Pasando el límite superior absoluto, con temperaturas promedio menores de 6°C., el frío nocturno es tan intenso durante todo el año que no se puede sembrar ninguna planta de cultivo. Así mismo, al ascender desde los límites inferiores hasta los superiores de la formación, notamos una reducción progresiva en (a) el número de especies que se puede cultivar; (b) la velocidad de maduración de las plantas; y (c) la calidad, altura y densidad de la cosecha misma.

Topografía, Vegetación y Suelos

Debido a su gran extensión y amplia distribución a lo largo de la sierra, la formación cruza una gran diversidad de formaciones geológicas, imprimiendo en cada una de ellas un sello especial en todo aquello que se refiere a topografía y calidad del terreno. Esta última, varía bastante tanto local como regionalmente. Sin embargo, la proporción de terrenos planos y de declive moderado es mucho mayor que en las formaciones andinas inferiores. En casi todas las regiones, aún en las más encañonadas del centro, hay siempre extensiones locales de terreno plano o de ligera pendiente que sirven muy bien para la práctica de la agricultura sedentaria. Sobre estas áreas, y esparcidas entre el mosaico de pequeños campos cultivados, se ven las comunidades, pueblos y viviendas aisladas de una antigua y densa población indígena. Por todos lados se ven ríos y pequeños riachuelos de caudal constante que proveen abundante agua para cubrir las necesidades del hombre y sus rebaños. Estos cursos de agua, por ser fisiográficamente jóvenes, son en su mayoría superficiales. Sin embargo, el riego es poco practicado, aún en los terraplenes mismos.

* Es decir, las temperaturas promedio (a base de las cuales se calcula la media anual) varían muy poco día a día y mes a mes durante el año, mientras que las temperaturas reales fluctúan típicamente de 6° a 9° encima y bajo los promedios diarios. En el centro y sur de la sierra peruana, esta fluctuación es algo mayor durante los meses de invierno, tiempo durante el cual son también algo más bajos los promedios diarios y mensuales. Cf., Tosi, op. cit., pp. 24-31.

Rodeando e interrumpiendo estos sectores tan intensivamente poblados y cultivados, se ven algunos cerros y muchas laderas fuertemente inclinadas que conducen a los terrenos más planos y más elevados de "puna" del piso subalpino. Sobre estas laderas de fuerte inclinación la ganadería es la actividad principal, pero también se cultivan a intervalos todas las áreas con excepción de aquellas más peñascosas. Para soportar el cultivo permanente en estos suelos se debe recurrir al uso de abonos y de prácticas especiales para su conservación contra la erosión. Por eso el pobre indígena ha desarrollado y aún practica la llamada "cuaresma". Bajo este antiguo sistema para cultivo de terrenos en declive, se siembra un año y se da descanso al campo durante los siguientes seis años. La hierba y el pasto invaden rápidamente los campos en descanso desde aquellos lugares inapropiados para cualquier cultivo, siendo aprovechados por el ganado. Como los campos son típicamente pequeños y los de cultivo de un año están muy esparcidos y rodeados por los terrenos en descanso y pastura, el suelo casi no tiende a erosionarse. Así, en esta formación, sobre todo en su parte superior, las laderas más fuertes presentan un aspecto singular de extensas praderas verdes (o amarillas durante el corto período de sequía) moteados con pequeños campos de los cultivos más típicos del piso montano. (Por lo general, el límite superior del piso mismo corresponde al límite superior de los campos cultivados.)

Cuando uno considera la antigüedad de las culturas agrarias de los Andes y el hecho de que nunca ha tenido esta gente el conocimiento ni la posibilidad de usar abonos químicos, puede darse cuenta de que sus sistemas tradicionales de uso de la tierra están relativamente bien adaptados a la conservación de la capacidad productiva de los suelos. Sin embargo, debe señalarse que el clima de esta formación ha sido más favorable que el de las otras, especialmente en cuanto a condiciones de humedad y precipitación. Por un lado, el ritmo de edafización y de descomposición de la roca madre es de regular hasta rápido porque hay humedad durante casi todo el año. Por otro lado, esta misma humedad garantiza el desarrollo natural de una cubierta herbácea tupida y completa sobre todos los suelos, excepto aquellas cultivadas activamente. Esta cubierta reduce mucho la severidad de la erosión, siempre que la lluvia no sea muy excesiva ni muy pesada durante las estaciones más lluviosas. Seguramente, esta relación entre las condiciones de humedad, suelo y hasta cierto punto, las condiciones topográficas, no solamente han favorecido mucho el desarrollo de una agricultura sedentaria primitiva en tiempos prehistóricos, sino que también ha permitido su continuación hasta nuestros días.

En oposición a las condiciones edáficas anotadas para las formaciones áridas y semiáridas, parece que aquí la evolución y morfología de los suelos han sido influidas más por el clima y la vegetación que por el carácter de la materia madre o por la geología. No se sabe hasta qué punto han influido también las actividades humanas de cultivo y pastoreo, pero es casi seguro que esta influencia ha sido significativa, especialmente con respecto a los cambios causados en la vegetación natural por efectos de la erosión. Aunque casi no existen montes naturales hoy día dentro del área que abarca la formación en el Perú, se considera que antes del advenimiento del agricultor primitivo casi todo este terreno estaba cubierto por bosques bajos pero tupidos.* De esto hay numerosas pruebas en la flora arbórea restante y también en los suelos zonales que retienen algunas características morfológicas que indican un desarrollo bajo cubierta de plantas leñosas en

* Cf., O. F. Cook, "Agriculture and Native Vegetation in Peru", Journal of the Washington Academy of Sciences (Washington, D.C.), Vol. VI, N°10 (1916) pp. 284-293.



Figura 34
Bosque húmedo montano: Asociación climática
sobre terrenos suaves cercano a Andahuaylas.
Cultivo intensivo de granos y tuberosas en seco-
no. Nótese los eucaliptos (*E. globulus*) sem-
brados alrededor de las casas.
Foto cortesía de E. Smith (A-20)



Figura 35

Pradera o bosque húmedo montano: Pastos naturales sobre pendientes moderadas a 3900 metros de altura sobre el nivel del mar. Laderas superiores del Valle del Rfo Pampas.

Foto cortesía de E. Smith (A-24)

vez de gramíneas. Generalmente se parecen mucho a los suelos llamados Brunizem (ejemplar oscuro) por Frei, Serrano-húmedo por Miller,* y Podzólico-pardo (Brown-podzolic) y Podzólico-gris pardo (Gray-brown podzolic) según el antiguo sistema de EEUU.** En el lado más cálido y seco de la formación, donde colinda con la sabana o bosque seco montano bajo, los suelos vuelven a ser algo más calizos y parecidos al grupo pradera (prairie) del antiguo sistema de los EEUU.*** Estos suelos no son muy profundos, pues llegan a unos 60 u 80 cm. sobre la materia madre. Su reacción varía, desde ligeramente hasta moderadamente ácidos en todos los horizontes. No se encuentran acumulaciones de calcio en el subsuelo, excepto en el último mencionado (pradera) que se ha formado sobre materia fuertemente caliza (rendzina). En parte, la poca profundidad puede resultar de la erosión, pues a veces, en muchas áreas de declive pronunciado, el horizonte A falta en parte o ha desaparecido totalmente. O puede ser la consecuencia del movimiento de los glaciares del cuaternario sobre algunas secciones de estos terrenos, como ejemplos se pueden citar los lugares en donde los suelos son delgados pero retienen un perfil completo. A continuación se da una descripción del tipo Sañus franco limoso desarrollado por terrenos coluviales bordeando el Valle del río Mantaro entre Sañus Grande y Huallayo donde el clima se acerca al lado cálido de la formación:

" Perfil -

Suelo u horizonte "A" de color pardo oscuro. Superficial de unos 12 a 15 cm. de espesor. Textura media: franco limoso. Regularmente dotado en materia orgánica. Buena permeabilidad. Buena capacidad retentiva para el agua. Consistencia media. Reacción ligeramente ácida en la superficie, medio y fuertemente ácida hacia los 10 y 15 cm. de profundidad, pH 6.5 a 5.0.

"El subsuelo "B" va desde los 30 a los 65 cm. de profundidad, ligeramente más claro que "A", pero de la misma textura, consistencia, permeabilidad y drenaje. No se observan acumulaciones de cal. Reacción fuerte y medianamente ácida, pH 5.0 a 5.5.

"Entre los horizontes "A" y "B", se observa una capa de suelo gris claro, franco-arenoso fino, de unos 15 cm. de espesor, que en ciertos casos es estéril y retarda o vuelve un tanto lento el drenaje.

"El substracto "C" comienza a los 65 cm. de profundidad, está constituido por conglomerado de cascajo cuarzoso y pizarroso suelto.

"Topografía -

Plana a ligeramente inclinada, en ciertas zonas un promedio de 4% de gradiente es la dominante."****

* Peña Herrera, loc. cit.

** U.S.D.A., op. cit., pp. 990-998.

*** Ibid., loc. cit.

**** Renato Rossi, C. O. Rocha, y Charles Simmons, "Reconocimiento Agrológico y Estudio de los Suelos del Valle del Mantaro", Revista Agropecuaria del Perú (Órgano del Ministerio de Agricultura) I, (Abril-Mayo-Junio) 1950.

Casi toda el área de este suelo está y ha estado durante muchos siglos bajo cultivo, pero es interesante ver que retiene sus características podzólicas.

Si los suelos se han formado bajo una cubierta netamente forestal, casi no se ven vestigios de estos bosques en la actualidad, y es muy posible que hayan sido eliminados casi en su totalidad antes de la Conquista. Weberbauer no hace distinciones entre la vegetación de esta formación y la de la vecina formación sabana o bosque seco montano bajo. A ambos les dá el título "estepa de gramíneas con arbustos dispersos", bastante descriptivo del aspecto que presenta la vegetación natural. Sin embargo, hay unos pocos lugares bien adentro de la formación en donde se nota lo que puede considerarse restos de montes secundarios o primarios y elementos de la flora arbórea que alguna vez existió sobre toda el área de suelos bien oreados.* Estos montes son muy abiertos, semejantes a parques, como resultado de su constante explotación para combustibles domésticos, pero aparentemente sobreviven por ocupar lugares bien húmedos o tan pedregosos que se usan poco para la ganadería y no soportan pasto suficiente como para que su área se vea invadida por las quemas. Basados en estudios de estos montes abiertos, podemos suponer que la vegetación primaria era un monte bajo pero cerrado, que alcanzaba entre 10 y 15 metros de altura en el dosel superior. En lugares pedregosos y sobre suelos delgados, así como en los límites superiores de la formación misma, dicha vegetación se reducía a un matorral de arbustos erguidos que sólo llegaban a 2 ó 3 metros de altura. En la asociación climática había entre 10 y 15 especies arbóreas.

Es dudoso que algunos elementos de la flora original hayan sido eliminados por completo, aunque los números actuales de cualquiera de ellos no reflejen las condiciones originales. Las que más se ven hoy día son especies típicamente secundarias o especies que rebrotan vigorosamente de los tocones cortados. En los montes abiertos mencionados anteriormente son de regular y común ocurrencia especies de los géneros Escallonia, Buddleia, Gynoxis, Polylepis, Berberis, Eugenia, Rapanea, Senecio, Ribes, Baccharis, Solanum y Oreopanax. Cerca de las casas, y aparentemente cultivados, se encuentran el "sauco" Sambucus peruviana, la "güeña" Polylepis spp., y a veces el "quishuar" (Buddleia spp.) y Escallonia. Unas especies arbustivas erguidas de Cassia llamadas "mutuy" se aprovechan para cercos vivos y se ve como silvestres en los pastos vecinos. El "aliso" (Alnus jorullensis), se encuentra en esta formación, sobre todo en las quebradas húmedas donde acompaña los cursos de agua y a veces forma pequeños montes secundarios sobre los deslizamientos.

* Sobre las llanuras mal drenadas superficialmente como las que rodean el Lago Titicaca, así como por los suelos derivados de piedra pómez, las praderas deben ser naturales por razón de la formación de capas impermeables cerca de la superficie del suelo, o por la absoluta esterilidad edáfica. Sobre suelos zonales o climáticos, la vegetación natural clímax de esta formación es un bosque cerrado.



Figura 36

Bosque húmedo montano: Pequeño monte residual de Polylepis racemosa en un arroyo cercano a Huancavelica aproximadamente 3600 metros de elevación.
Foto cortesía de E. Smith (A-8)

Uso de la Tierra

Antes de la Conquista Española, las sedentarias poblaciones agrícolas de la Sierra se concentraron mayormente en las áreas abarcadas por la formación pradera o bosque húmedo montano. Bajo sus excelentes condiciones de humedad y suelo se han cultivado intensivamente varias plantas autóctonas de notable valor alimenticio, como la papa, la oca, el olluco, la quihuicha, la mashua, el tarhui, la cañahua y la quinua. En la cumbre de su organización socio-política y técnica se construyeron sistemas formidables de andenes sobre las laderas de declive más marcado. A su llegada, los españoles introdujeron los granos europeos y asiáticos que hoy día ocupan la mayor parte del área cultivada, como el trigo, la cebada, la avena y el centeno. También se trajeron de Europa el haba, la cebolla y varias otras hortalizas que se han aclimatado y producen, bien a pesar de la baja eficiencia termal reinante.* (El maíz, otra planta autóctona del Perú, puede madurar solamente en el nivel más bajo en sectores bien abrigados dentro de la formación donde esta colinda con el piso altitudinal montano bajo.) Las cosechas más típicas hoy día son la papa, la cebada, el haba, y la quinua.

Son diversos los sistemas de tenencia de las tierras y de establecimiento de poblaciones: aunque hay extensiones considerables que pertenecen a grandes haciendas particulares, es probable que un mayor porcentaje de terreno sea abarcado por uno u otro sistema de comunidad o propiedad comunal indígena o en propiedades pequeñas particulares. En algunas áreas el terreno ha sido bastante fraccionado y existe el problema del "minifundismo" que obstaculiza todo progreso en la aplicación de técnicas modernas de producción agrícola y ganadera. Es exactamente en tales áreas que se nota hoy día condiciones severas de erosión de suelo, mientras sobre los más extensos terrenos de las comunidades se practica el viejo sistema de cuaresma, con reducida área cultivada en un año debido a que no se usa fertilizantes y a la presencia de mucho ganado lanar de mala raza y pobre condición física. Bajo el dominio de propiedades muy grandes por el contrario, se ve con frecuencia el abandono completo de los antiguos andenes. En casi todas partes, el nivel de vida de la gente campesina es relativamente bajo.

Con la aplicación general de la ciencia agronómica, zootécnica y forestal, es seguro que las áreas abarcadas por esta formación podrían rendir mucho más de lo que están produciendo hoy día. Es igualmente seguro que no será fácil realizar tal potencial, a pesar del alarmante crecimiento de la población rural serrana. Los obstáculos principales para un uso más intensivo del terreno son de un carácter socio-cultural y político-económico y no técnico.**

* Cf., Tosi, op. cit., p. 22.

** Varios años de experiencia con programas de extensión agrícola, por ejemplo, han demostrado que el indígena no acepta los cambios sugeridos por los técnicos agrónomos pero defiende sus viejas costumbres debido a su analfabetismo, ignorancia y temor de explotación económica y social a pesar de las mejores intenciones de ayudarlo a mejorar sus condiciones de vida. Antes de que estos programas tengan éxito se necesita realizar investigaciones verdaderamente profundas en el campo de la sociología rural, economía y política. También conviene mejorar la educación, merced al desarrollo de escuelas, inclusive escuelas vocacionales agrícolas. Así mismo debe producirse un mejoramiento substancial en el sistema de carreteras, transporte y mercados y asegurar una ganancia honrada al productor.

Aunque el clima favorece el crecimiento de bosques naturales y cultivados, debido al alto nivel de densidad de la población y la casi completa destrucción de los bosques originales, hay una tremenda deficiencia de leña y madera para el consumo local. La práctica general de construir cercos, chozas, y aún edificios grandes como las iglesias casi todas de puro adobe reflejan la escasez y el alto costo de la madera en pilotes y tablas. La necesidad de combustible para cocinar es mayor que la cantidad disponible, tan es así, que la gente corta las ramas de la escasa vegetación arbórea y arbustiva, destruye árboles ornamentales donde estos no son protegidos, queman pasto y aún estiércol de ganado que debiera usarse como abono en los campos. Este problema se puede resolver fácilmente con la reforestación de terrenos no apropiados para cultivo y de bajo rendimiento en pasto, inclusive aquellas áreas que han sufrido marcada erosión por las malas prácticas agrícolas empleadas en el pasado. Tales terrenos son muy abundantes en toda la formación. Sin embargo, la reforestación con eucalipto (Eucalyptus globulus), árbol exótico que se ha aclimatado perfectamente en esta formación, se ha hecho hasta ahora principalmente en los mejores terrenos de cultivo debido al más rápido crecimiento que muestra en tales terrenos. La mayor parte de esta madera se vende a las minas debido al buen precio pagado por ellas.

Es sumamente deseable la reforestación de los terrenos pobres, así como los de marcado declive, (a pesar de que en estos terrenos el ritmo de crecimiento de los árboles es más lento), para abastecer las necesidades locales de leña, pilotes y tablas de la gente campesina y urbana. Para este fin se recomienda varias especies de eucalipto (E. globulus, E. bicostata, E. gunnii, E. dalrympleana, etc.), varias especies de pino (Pinus insignis o radiata, P. rudis, P. montezumae var. rudis, P. hartwegii), y algunas especies nativas como el aliso (Alnus jorullensis) en lugares muy húmedos, quishuar (Buddleia spp.), y queuña (Polylepis spp.) en los lugares de suelos bien oreados o secos.

CAPITULO 19

ZONAS DE VIDA NATURAL EN LOS PISOS ALTITUDINALES SUBALPINO, ALPINO Y NIVAL

CONSIDERACIONES GENERALES

En las zonas alto-andinas del Perú, al igual que en las alturas tropicales de todo el mundo, la isoterma de 6°C. media anual, marca un cambio ecológico de mucha significación. En los pisos inferiores existen condiciones climáticas favorables para el cultivo de plantas alimenticias; para el desarrollo de una ganadería diversificada; y, para la producción de maderas forestales comerciales. En los pisos superiores, al contrario, el único aprovechamiento posible de la tierra es mediante la ganadería extensiva que se podría desarrollar a base de pastos naturales. Debido a las temperaturas constantemente bajas durante todo el año, las plantas herbáceas domésticas no pueden madurar mientras las plantas leñosas, inclusive las naturales, se quedan muy pequeñas, arbustivas o rastrojeras. La mayoría de las pocas especies nativas son herbáceas, gramíneas y otros sifonógamas de baja estatura que forman manojos, almohadillas o rosetas apretadas al suelo mismo.

En estas zonas altas, la falta de eficiencia térmica es el principal factor limitante del medio. Aún las plantas autóctonas se propagan con dificultad y crecen muy lentamente, ofreciendo poco forraje por unidad de área y de tiempo. De los animales domesticados, solamente razas adaptadas al frío, en especial los ovinos y los auquénidos, pueden sostenerse y prosperar. No es la carne sino la lana la que constituye su producto principal.

Debido a la baja productividad natural del terreno, cada familia de ganaderos necesita vastas áreas para sus rebaños, los cuales tienen que moverse constantemente de un lugar a otro, en busca del forraje. Tales circunstancias dictan que no existe ningún pueblo o establecimiento permanente, excepto de mineros. La población de pastores es, y siempre será, muy reducida mientras su nivel de vida y de cultura general no se mejore.

Reconocemos tres pisos térmicos encima de la isoterma media anual de 6°C.: el subalpino, con temperaturas entre 6°C. y 3°C., el alpino, con las temperaturas entre 3°C. y 0°C., y el nival con menos de 0°C. En total, estos pisos ocupan un área de 174,506 Km², un área equivalente a 13.6 por ciento del territorio nacional (Tabla 3).

Elevaciones y Temperaturas

De estos tres pisos altitudinales, el subalpino es el más extenso y, por tener el más alto grado de eficiencia térmica de los tres, es también el más productivo en términos económicos. Dentro de él, no hay un solo mes con temperatura media inferior a los 0°C. Sus límites altitudinales inferiores, en donde se une con el piso montano, varía mucho de localidad a localidad según, en gran parte, por efecto de varios factores tales como el grado de humedad, nubosidad y exposición topográfica. Los límites donde se le encuentra, varían entre los 3700 metros y 4250 metros sobre el nivel del mar. En el límite inferior se le encuentra donde hay mucha humedad y exposición a vientos o aires fríos procedentes de glaciares ubicados en la parte superior. En el límite superior, o sea, a 4250 metros, la ubicación corresponde a localidades bien protegidas y de sólo moderada humedad. Dondequiera que el clima sea muy árido, tiende a bajar a niveles intermedios entre los dos extremos citados. En las vecindades de la frontera con Chile y Bolivia, en el extremo sureste, su límite baja hasta 3300 metros.

En teoría, este piso debe ocupar una faja vertical de aproximadamente 500 metros, pero las observaciones hechas en este estudio indican que está sujeto a bastante variación de un lugar a otro. Por lo general, dondequiera que el clima sea perhúmedo o superhúmedo, esta faja es de mayor ancho; mientras, que en los sectores más secos tiende a ser considerablemente menos ancha que los 500 metros. En promedio, su vegetación típica, termina en la isoterma de 3°C., o sea, alrededor de 4500 metros sobre el nivel del mar, pero, según la latitud y exposición, se observa una variación de unos 250 metros tanto arriba como abajo de esta altura.

El piso alpino, con muy baja productividad natural y limitado potencial económico debido a su mínimo grado de eficiencia térmica, debe ocupar una faja vertical también de 500 metros arriba del subalpino. (En las zonas menos húmedas del sureste, hay hasta 3 meses del año con temperaturas medias inferiores a 0°C.). Observamos sin embargo, que raramente alcanza tanto espesor en los Andes peruanos. Se distingue fácilmente del subalpino de la parte inferior por su más corta y rala vegetación natural, la cual, en contraste al graminal o arbustal típico del subalpino, se compone casi enteramente de pequeñas plantas herbáceas hemicriptofíticas, rosuladas o almohadillas y bien apretadas sobre el suelo mismo. En la mayoría de lugares, esta vegetación típica se extiende solamente unos 200 ó 300 metros más arriba de sus límites elevacionales inferiores, siendo separada siempre de la zona de heladas perpetuas de la formación nival por una zona de 200 a 300 metros casi desprovista de vegetación alguna.* Aún en las zonas muy húmedas don-

* Esta observación parece estar de acuerdo con los principios básicos matemáticos de la teoría del sistema de Holdridge. Según el diagrama modificado (Fig. 1), nosotros debemos encontrar una faja discreta de vegetación alpina entre las isotermas de aproximadamente 3°C. y 1.5°C., con la presencia de otras fajas entre 1.5°C. y 0.75°C.; y además, entre 0.75°C. y 0.375°C., etc. Tomando como un promedio de lapso adiabático cerca de la superficie de 167 metros verticales por cada grado centígrado, la faja alpina verdadera debe ocupar solamente unos 250 metros verticales. Por supuesto que, desde el punto de vista práctico, estas divisiones superiores son muy estrechas y sin mayor importancia económica. No se reconoce en la práctica y se considera toda la faja entre 3°C. y 0°C. como perteneciente al piso alpino.

de esta vegetación típica se extiende a través de una faja de casi 400 metros, siempre se nota la existencia de una faja de suelo casi desnudo intermedio entre la faja alpino y el nival verdadero de la parte de arriba.

Así, de acuerdo con lo anterior, el límite inferior del piso altitudinal nival se puede encontrar tan bajo como 4500 metros y tan alto como 5200 metros sobre el nivel del mar. Por lo general, sin embargo, corre ligeramente encima y abajo de los 4800 metros.

LA FORMACION NIVAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Ocupando algunos 24,843 Km² del territorio nacional, la formación nival es la única zona de vida natural que se puede reconocer en todo el piso nival. Se extiende sobre todas las más elevadas y frías cumbres de las cordilleras andinas. A excepción de escasas algas sobre la nieve y raras veces, cercanos a los límites inferiores del piso, diminutos líquenes crustáceos sobre rocas de color oscuro en donde debido al viento no se acumula la nieve, no se encuentra ninguna comunidad biológica visible, sea vegetal o animal. Asimismo, las temperaturas son siempre cercanas o abajo del punto de congelación del agua, ** por lo que no puede establecerse cualquier organismo mayor. Existen, localmente, verdaderas condiciones desérticas: esté húmedo o seco, la precipitación se produce en todos los casos, en forma de nieve y la tierra siempre que contenga humedad, queda helada, mientras que el frío aún el del día, es tan intenso y continuado que impide el establecimiento de comunidades vegetales de significación.

A pesar de que está enteramente desprovisto de valor actual o potencial para una explotación agropecuaria o forestal, la formación nival tiene importancia singular con respecto a la agricultura y al establecimiento humano en las tierras bajas debido a sus características especiales de hidrografía. De los muchos ríos cuyas aguas son vitales a las poblaciones y actividades económicas de las zonas áridas y semiáridas de la costa y sierra, un gran número tienen su origen principal en los límites inferiores de esta formación nival, o en sus vecindades. Durante la estación húmeda estos ríos reciben abundantes o copiosas cantidades de agua de escorrentía de sus afluentes que nacen en los pisos

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico mediante el símbolo N y en color blanco.

** Se debe recordar que la isoterma de 0°C. de que se trata, no representa la temperatura media anual como acostumbran a calcular los meteorólogos, sino más bien, se toma en el sentido de lo que Holdridge llama: "biotemperatura media anual". Esta se calcula (Fig. 1) dividiendo la suma de las medias mensuales, semanales o diarias mayores de 0°C. entre el número de estas unidades en el año, así como 12, 52 ó 365, respectivamente, ya sea que se trate de meses, semanas o días.

inferiores, sobre todo en el alpino, subalpino y montano. En el nival, durante los meses de la estación húmeda, no hay mucha escorrentía, hay poca insolación y constantes tempestades. Así, la humedad se acumula y almacena en forma de nieve y hielo glacial. Cuando principia la estación seca con su mayor brillo solar, empieza un deshielo fuerte de los bordes inferiores de los glaciares y de los campos de nieve perpetua, entonces, el escurrimiento de las formaciones más cálidas de abajo disminuye grandemente resultando así que el producto del deshielo, de las márgenes del nival, provee la mayor parte del flujo en los ríos durante los meses más críticos de sequía.

Evidentemente, hay grandes diferencias de lugar a lugar y de año a año en lo que se refiere a la cantidad de nieve recibida y en la forma de acumularse y desgastarse. En los sitios, donde es más húmedo el clima en estas alturas, las áreas de la formación tienden a estar completa y permanentemente cubiertas con vastos campos de nieve, los cuales, forman numerosos y grandes glaciares locales entre las cumbres principales. En tales lugares, en especial en los nudos cordilleranos que bordean la Ceja de la Montaña y también en la Cordillera Blanca, los glaciares como grandes ríos de hielo salen de los límites inferiores de la formación nival y penetran bien adentro en las formaciones perhúmedas y superhúmedas del alpino y a veces del subalpino.

En donde es más seco el clima, al contrario, como en el sureste de la Sierra, las nevadas son livianas, menos frecuentes y de más corta duración. Allá la nieve no se acumula profundamente excepto sobre las cimas más elevadas bien arriba de los límites inferiores del piso, no se forman glaciares de importancia ni hay grandes campos permanentes de nieve que se extienden hasta los límites inferiores del piso. Durante los meses de verano, gran parte de la pequeña acumulación de nieve invernal que hay abajo de 5400 metros de altura desaparece directamente por evaporación, por efecto de una intensa radiación solar en una atmósfera muy seca. Allá, durante el verano, grandes áreas de la formación nival quedan desnudas y frecuentemente secas hasta 500 o más metros arriba de sus límites inferiores, permaneciendo así hasta que el invierno principia de nuevo. Durante estos meses de máxima sequía, los ríos originados en las cordilleras sur occidentales se secan parcial o completamente con perjuicios tanto para las poblaciones como para los agricultores de la costa y de las vertientes occidentales.

LA MALEZA DESERTICA SUBALPINO Y LA TUNDRA HUMEDA ALPINO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Estas dos formaciones vegetales se hallan casi siempre conexas una con la otra en su distribución geográfica. En forma conjunta, como son presentadas en la carta, ocupan un total de unos 23,789 Km² de territorio, el cual se encuentra ubicado en la parte sur-

* Estas formaciones conjuntas se encuentran representadas en el mapa ecológico mediante el símbolo md-SA/th-A, y en color amarillo, tono quinto. Según la nueva nomenclatura del sistema Holdridge, la Maleza desértica subalpino corresponde al tolar subalpino en la región tropical.

oeste de la plataforma central de los Andes entre el paralelo 14° 30' latitud sur y la frontera con Chile y Bolivia. Probablemente, ocupan áreas mucho más extensas en los Andes occidentales de estos dos países vecinos.

De todas las formaciones que corresponden a los grupos subalpino y alpino que se hallan en el Perú, las dos que se mencionan en este capítulo, poseen el menor potencial biótico y económico. Además de las severas limitaciones impuestas por el frío, su vegetación típica se ve seriamente reducida, tanto en calidad como en densidad y ritmo de crecimiento, debido también a otros defectos directamente asociados con estos dos climas de tendencia subhúmeda. En especial se debe mencionar primero la crítica variación entre las temperaturas medias mensuales durante el año y siguiendo a la marcada periodicidad en las precipitaciones pluviales, las cuales se presentan tanto anualmente como dentro de períodos determinados de años. Al juzgar la cantidad de lluvias que cae, por la vegetación natural existente, se llega a la conclusión de que el promedio de tales precipitaciones anuales, para un largo período de años, no debe superar los 250 mm. o 300 mm. Parece que esto es cierto para la mayor parte del área demarcada en el mapa.*

En el piso subalpino, la cantidad de precipitación produce un clima que llega a ser solamente subhúmedo. Dicha precipitación se produce en forma de nevadas o tempestades de granizo, en los meses más cálidos y nublados, esto es, entre noviembre y abril. A pesar de que las temperaturas medias mensuales en estos meses oscilan entre uno y casi tres grados mayores que el promedio anual, la precipitación excede por amplio margen a las necesidades de evapotranspiración y por lo tanto, se produce una ligera escorrentía. Durante el resto del año, al contrario, todas las condiciones climáticas son adversas al crecimiento vegetal. Durante tales meses, la posición del sol se encuentra inclinada hacia el norte y reina alta presión atmosférica. Las temperaturas medias mensuales son hasta 2.5 grados menores que el promedio anual, lo cual origina reducción en el potencial de evapotranspiración, ya que casi no hay precipitaciones efectivas. La poca nubosidad y la atmósfera difusa, provoca radiación solar intensa durante el día e irradiación nocturna de mayor duración e intensidad. El aire es bien seco y por tal motivo, también,

* Es posible que haya numerosas áreas pequeñas no señaladas, sobre todo en los bordes de los cañones principales y vertientes occidentales del oeste, en donde las precipitaciones realmente superan a los 250 mm. anuales y en donde la apariencia de una vegetación semidesértica no se debe a una precipitación tan reducida sino más bien a la influencia de factores atmosféricos y edáficos aún no determinados. Es cierto que varios de los volcanes de actividad intermitente, como el Tutupaca, el Ubinas y el Solimana, están erupcionando suficiente cantidad de humo y ceniza como para afectar la vegetación de las áreas que los rodean. Además, hay también extensas áreas en la vecindad de los volcanes en donde predominan suelos desarrollados a partir de rocas eruptivas de carácter arenoso, con posible exceso de drenaje interno y baja capacidad para la retención de humedad. Hasta que se estudie detalladamente la influencia de los suelos sobre la vegetación en estas regiones, no será posible insistir en la exactitud del mapa en lo que se relaciona con los límites y extensión geográfica de estas dos formaciones.

los efectos secantes sobre suelo y plantas son visiblemente muy fuertes. Además, se ha registrado bastante variación en el total de precipitación anual y la ocurrencia periódica de años excepcionalmente secos.* No nos sorprende observar, entonces, que la vegetación se encuentre muy reducida y pobre, sobre todo cuando se trata de áreas que han estado y siguen estando sujetas al sobrepastoreo y a otros abusos provocados por el hombre.

En el piso alpino, la precipitación produce un clima que es netamente húmedo, lo cual se debe en gran parte al reducido grado de evapotranspiración que corresponde a las temperaturas más bajas. Sin embargo, hay poca precipitación en términos absolutos y esto conduce a condiciones sumamente adversas para la vida orgánica. Por otra parte, durante los meses de junio a octubre, las temperaturas medias mensuales son de 0°C. ó abajo del punto de congelación de agua. Pueden ser seis meses o aún más, acercándose al borde del piso nival. En estos meses, si bien es cierto que no hay casi nada de evapotranspiración, tampoco existe suficiente precipitación como para cubrir el terreno y la vegetación con una capa aisladora de nieve. La radiación solar, la irradiación nocturna, la escarcha permanente en el suelo, el viento y la atmósfera seca y difusa, además de todas las combinaciones que ocurren entre estos agentes, contribuyen a ejercer una influencia muy adversa sobre las pocas plantas y animales que puedan establecerse en estas alturas.

Topografía, Vegetación y Suelos

Topográficamente, los terrenos que comprende esta formación, presentan declive moderado en aquellas áreas ubicadas entre los 3800 y 4300 metros, aproximadamente donde se encuentra la formación maleza desértica subalpino; son algo más inclinadas y quebradas las áreas ubicadas entre 4300 y 4700 metros, o sea donde se halla ubicada la tundra húmeda alpino. Estas formaciones se hallan sobre las extensas y monótonas mesetas del altiplano que se extienden desde los flancos orientales de los grandes volcanes jóvenes del suroeste andino hasta el divortium aquarium de la Cordillera Occidental. Este último, atravieza la formación del noroeste a sudoeste, avanzando por el centro de la ancha plataforma andina.

Geomorfológicamente, esta región se encuentra en su juventud. Según McLaughlin,** consta de un peneplano elevado del terciario-inferior sobre el cual los volcanes

* Según el informe preparado por los Drewes, la sierra en el sur del Perú ha estado sujeta a sequías periódicas desde (y antes?) el tiempo de los Incas. Ellos presentan diagramas que demuestran la periodicidad aparente para las últimas tres décadas. Opinan que la última sequía, la de 1955-57 no fue tan severa como algunas de las ocurridas en el pasado, pero que sus efectos adversos, aumentarán debido a la mayor presión demográfica y económica sobre los recursos naturales de la región. (Plan Regional para el Desarrollo del sur del Perú, Informe, Vol. 1. PS/A/1. El Clima y la Ecología. Lima, Perú: Servicio Cooperativo para el Plan del Sur, 1959, pp. 29-35.

** Donald H. McLaughlin, "Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera, Departments of Junín and Lima". Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 35.

de la Cordillera Occidental han derramado inmensas cantidades de andesita, brechas y tufos en los últimos tiempos del terciario. Mientras el drenaje superficial de la antigua meseta estuvo obstaculizado por estas erupciones piroclásticas, las depresiones menores restantes se iban llenando subsecuentemente con depósitos fluviales, eólicos o lacustres, los cuales han dejado planicies extensas dispersas sobre el altiplano así formado. Es probable que durante un largo período, el clima del cuaternario era tan seco como lo es en el presente, pues, había poca erosión geológica y glacial y esta puede ser, entre otras, la razón por la cual la región haya retenido hasta hoy sus características de juventud. Solamente unos pocos cañones de gran profundidad han sido escarbados en las vertientes occidentales. En general, los ríos y sus afluentes se encuentran bien distanciados y son poco frecuentes. Tienen caudales subsecuentes; con meandros determinados por la estructura geológica local; son débiles y en su mayoría intermitentes en su flujo. Por eso, no han logrado profundizar sus lechos mucho más abajo del nivel promedio de la superficie principal del altiplano, dejándolo con muy poco relieve local. La maleza desértica subalpino ocupa los trechos planos y ondulados, los vallecitos y depresiones del altiplano. La tundra húmeda alpino ocupa sus ondas más elevadas y las faldas de mayor pendiente de las serranías y volcanes que bordean y salpican su superficie.

De los suelos no se sabe mucho debido a la falta de estudios detallados, en estas áreas. Según algunas observaciones empíricas del autor, tienden a variar, localmente, en relación con pequeños cambios de topografía y de material madre. Aparentemente, la meteorización, de las rocas volcánicas que prevalecen, es lenta, a pesar de que son sometidas a fuertes presiones destructivas debidas a la congelación y descongelación del agua que las penetra, y por la alternación diaria de expansión y contracción causada por la radiación e irradiación del calor solar. Aún más lentos serían los procesos químicos y bióticos que actúan en la formación de suelos verdaderos. Tanto la producción de materia orgánica como su reducción a humus y productos químicos resultantes de la oxidación es muy limitada por el frío, sequedad y escasez de vegetación y microorganismos. En suelos zonales, el perfil orgánico no ocupa más de 30 cm. encima de un subsuelo de arena o de roca medio descompuesta. La cantidad total de humus producida, queda concentrada en unos pocos centímetros de la superficie.

Los suelos litosólicos abundan dondequiera que haya algo de gradiente. En tales lugares se nota la presencia de mucha piedra, cascajo o aún el afloramiento de roca madre sobre trechos extensos. Y, todos aquellos lugares donde el drenaje superficial sea imperfecto u obstaculizado, como por ejemplo a lo largo de los riachuelos lentos y al borde de los lagos y pantanos, los suelos con toda certeza, son hidromórficos.

Las comunidades seriales de la compacta y siempre verde juncácea Distichia muscoides cubren los suelos orgánicos o turbas, los cuales, se supone, tengan varios metros de profundidad, porque en estos climas fríos, los restos vegetales no se descomponen, excepto parcialmente en presencia de mucha humedad. Vale la pena anotar que la turba que ma muy bien y lentamente una vez que ha sido desenterrada y secada al sol. Es en la actualidad una fuente muy importante de combustible y material de construcción para las chozas de los pobladores de todas las formaciones subalpinos y alpinos.

Desde cualquier punto de vista, sea académico o práctico, lo que más fascina a quien estudia estos paisajes es el marcado xerofitismo y la extraña fisonomía de su vegetación natural. El "tolar" de esta formación, es bien distinto de aquel que predomina en las "punas" y "páramos" de las más húmedas formaciones altoandinos, y consta de ce-

rradas comunidades de gramíneas y de hierbas fanerófitas rosuladas. En contraste, en este caso, el "tolar" es una comunidad vegetal en la cual los elementos dominantes son arbustos y subarbustos erguidos o almohadillados, casi siempre aislados uno del otro sobre un suelo desnudo o, en el mejor de los casos, parcialmente vestido con pequeñas hierbas xerófitas y hemicriptogámicas durante el verano húmedo. En general, las gramíneas, comprenden principalmente especies perennes que forman manojos aislados de hojas duras y apuntadas pertenecientes a los géneros Festuca, Poa, Bromus y Calamagrostis, y se encuentran, más frecuentes en los sitios bien húmedos. Festuca rigescens forma céspedes siempre verdes a lo largo de corrientes de agua en terrazas bajas; otras especies de estos géneros forman manojos dispersos sobre suelo desnudo en donde el suelo es relativamente profundo y retentativo de humedad, pero dondequiera que el suelo pueda secarse temporalmente, se mezclan con los arbustos del tolar. En la asociación climática, los arbustos predominan sobre las gramíneas y en las asociaciones edáficas secas, las gramíneas se encuentran casi o completamente ausentes.

El nombre "tola" se aplica indiscriminadamente a varias especies arbustivas y subarbustivas de hábito erguido o procumbente. En la maleza desértica subalpino son varias: incluyen Tetraglochin strictum, Diplostephium tacorense, Baccharis serpyllifolia, Adesmia spp., Senecio spp. y dos especies de Lepidophyllum. De éstas, la más común y la verdadera "tola", es la compositacea Lepidophyllum quadrangulare, arbusto erguido de hojas escamiformes, siempre verdes y altamente resinosa, la que en las mejores condiciones edáficas, forma comunidades muy puras y cerradas de casi un metro de altura. Pero más comúnmente se encuentra mezclado con otras especies arbustivas formando comunidades más esparcidas que alcanzan solamente la mitad de esta altura. Sobre terrenos algo pedregosos, las tolas alternan con plantas almohadillas, en especial, con la grande "yareta" (Azorella yareta) lo que parece un gran guijarro verde. Esta yareta alcanza casi un metro de altura y tiene un diámetro superior en la base, tiene una superficie convexa, dura y como muchas de las especies siempre verdes de tola es tan altamente resinosa que al tocarla con fuego arde fácilmente aún cuando está verde. En tales asociaciones también se encuentran plantas almohadillas más pequeñas formadas por la especie cactacea Opuntia, y por caméfitos de tales géneros como Verbena, Pycnophyllum, Merope, Azorella y Aretiastrum. Según Weberbauer, aunque estas plantas son de muy lento crecimiento, viven durante siglos y pueden formar hasta anillos de varios metros de diámetro en su vejez. Las partes centrales más viejas perecen con los años.* Es significativo que sean casi todas siempre verdes, pues sus formas biológicas y órganos vegetativos reflejan una adaptación tanto a la sequedad fisiológica como a las condiciones marginales del clima. Crecen en tal forma que pueden aprovechar al máximo posible todos los tiempos cortos que sean favorables en términos de calor y humedad para su desarrollo, a la par que crean dispositivos que les permita conservarse bien durante los largos períodos de tiempo adverso.

La flora de la tundra húmeda alpino, posee un número limitado de plantas sifonógamas. Además la vegetación adquiere poco desarrollo tanto en estatura como en densidad. Aún sobre los mejores suelos en la parte inferior del piso donde las biotemperaturas medias anuales son entre 3° y 1.5°C., los arbustos y subarbustos del "tolar", (Lepidophyllum rigidum y Senecio spp.) alcanzan escasamente 55 cm. de altura y las gramíneas y demás hierbas no más de 25 ó 30 cm. Estas últimas, crecen dispersas entre los arbustos, ó más comúnmente, en comunidades extensas y sencillas, (Calamagrostis spp., Stipa spp., No-

* Op. cit., pp. 388-389.

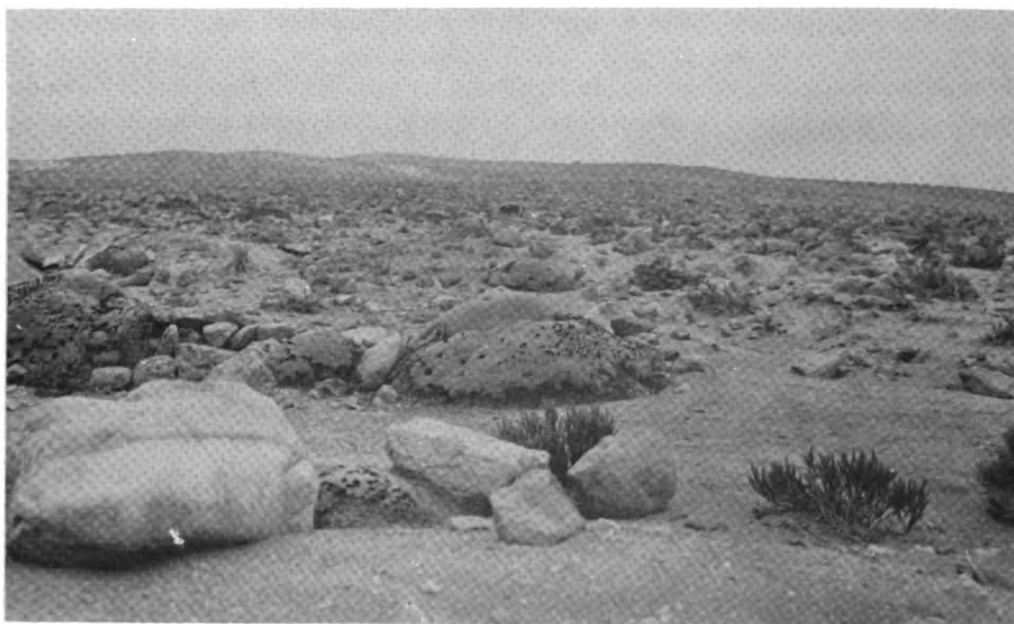


Figura 37

Maleza desértica subalpino: Formación ubicada arriba de Arequipa en la carretera a Puno, a una altura de 4150 metros sobre el nivel del mar. Suelo desnudo y pedregoso entre vegetación rala de "tola" (Lepidophyllum quadrangulare) y grandes almohadillas de "yareta" (Azorella yareta).

totriche sp., Weneria sp., Anthocloa sp., Valeriana sp., y otras pocas). Debido quizás al sobrepastoreo por rebaños de auquénidos domésticos, ovejas y probablemente de vicuñas silvestres, estas comunidades son típicamente más bajas. En general, no logran más de 10 ó 15 cm. en altura.* En niveles superiores, en donde las biotemperaturas medias anuales varían entre 1.5°C. y 0°C., los arbustos desaparecen por completo y las plantas almohadilladas y hemicriptófitas se vuelven enanas, formando comunidades muy abiertas y dispersas sobre un suelo que es principalmente desnudo. En estas comunidades prostradas, constituyen elementos importantes, diversas especies de musgos y líquenes, sobre todo en las áreas de suelo pedregoso. Al borde de la formación nival, las únicas Comunidades visibles son las turberas de Distichia en lugares constantemente húmedos y las asociaciones de líquenes y musgos en los pedregales.

Uso de la Tierra

Debido al carácter leñoso de los senecios prevalecientes en estas dos formaciones, los pastos naturales tienen limitada capacidad para la alimentación de cualquier clase de ganado domesticado, inclusive los auquénidos (llamas, alpacas e híbridos entre ellos) que más se encuentran allí. Aunque la densidad actual de estos animales es muy baja y las prácticas de pastoreo seminómadas y poco tecnificadas, es probable que aunque esta densidad exceda significativamente, podría considerarse óptima para una continuada producción del mejor pasto natural posible bajo estas condiciones medioambientales. En opinión del autor, esta densidad óptima sería alrededor de una unidad animal por 12 hectáreas, en promedio, sobre los pastos del subalpino y alpino inferior** La densidad actual, según cálculos muy aproximados, es el doble y consecuentemente, los animales, sobre todo aquellos que pertenecen a los pequeños productores que predominan aquí, son mal alimentados sufriendo todos los males asociados con tal condición. Al mismo tiempo, los pastos son sobrepastoreados y, como lógica consecuencia, acusan deficiencias en aquellas especies forrajeras más nutritivas y deseables. Al entrar en uno de los ciclos periódicos de años con precipitaciones muy bajas, estos pastos que no han logrado recuperarse normalmente del daño ocasionado por el sobrepastoreo sufren también por la sequía y como consecuencia de estos dos males juntos, se producen fuertes pérdidas económicas, debidas especialmente a la alta mortalidad de animales.

* En un excelente estudio sobre la vicuña silvestre en el Perú, Koford nos informa que la comida principal y preferida del animal son las gramíneas, tales como Calamagrostis brevifolia y C. vicunarium, a las que dichas vicuñas mantienen a una altura de 2.5 ó 5.0 cm. Otras plantas preferidas por la vicuña y que ofrecen forraje durante casi todo el año son Distichia muscoides, Nototriche sp., y Arenaria sp. Aparentemente, los auquénidos, con la posible excepción del huanaco, no ramonean. Es decir, que los arbustos del tolar no son reducidos por las actividades de estos animales. Las ovejas, caballos, cabras y, probablemente, los venados silvestres que habitan estas regiones, al contrario, sí ramonean en cierto grado. Debe verse, Carl B. Koford, "The Vicuna and the Puna", Ecological Monographs, 27(2):153-219, (1957).

** Se considera que una unidad animal equivale a un vacuno, dos auquénidos, o seis ovinos.

Desgraciadamente, los productores no pueden apreciar que la causa principal de su problema radica en la sobrecarga de sus pastizales y no tanto en la sequía periódica, a la cual, generalmente echan toda la culpa. Lo que requieren, y este consejo se aplica a todas las formaciones altoandinas, es una marcada reducción en el número de animales que crían y un mejoramiento en la calidad de estos animales. Requieren, igualmente, la adaptación de mejores prácticas técnicas asociadas con su producción, y también un control más estricto sobre el pastoreo mismo. Es probable que en muchas partes el pasto necesite varios años de descanso para recuperarse adecuadamente de los acumulados efectos degradantes del sobrepastoreo del pasado. En opinión del autor los arbustos del tolar son en muchas partes invasores del graminal, los cuales prosperan solamente porque se ha reducido la competencia por parte de las gramíneas y demás hierbas preferidas por el ganado, y porque ha sido imposible quemarlos debido a la falta de gramíneas que hubieran podido conducir el fuego sobre las grandes extensiones afectadas.

EL PARAMO HUMEDO SUBALPINO Y LA TUNDRAS MUY HUMEDA ALPINO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Tanto en su ubicación geográfica como en sus características ecológicas y medioambientales, estas dos formaciones son intermedias entre aquellas descritas antes y después de este subcapítulo. Juntas ocupan un área total de aproximadamente 42,091 Km². Quizás ocupen un área algo mayor como hemos mencionado previamente, ya que numerosas áreas pequeñas indicadas en el mapa como pertenecientes a la maleza desértica subalpino y tundra húmeda alpino sean posiblemente asociaciones edáficas secas de estas formaciones más húmedas. Sea lo que fuera, el paramo húmedo subalpino y la geográficamente asociada tundra muy húmeda alpino se encuentra bastante extendida en las zonas altas del sur del Perú donde rodean casi por completo las zonas más secas del tolares antes discutido. Corresponden a las zonas alto-andinas en donde el promedio de precipitación total anual oscila entre 250 y 500 mm., o sea algo menos que el promedio para estas zonas en todo el Perú. Así, se encuentran confinadas a las vertientes occidentales más elevadas desde los 8° 40' latitud sur hasta la frontera con Chile y Bolivia, y aproximadamente, al sur de los 13° 30' latitud sur, sobre una franja de unos 100 kilómetros de anchura al norte y noreste del divortium aquarum de la Cordillera Occidental sobre el ancho altiplano del suroeste.

Las características del tiempo en estas formaciones son algo parecidas a las descritas para la maleza desértica subalpino y la tundra húmeda alpino a las cuales las formaciones también se asemejan mucho en ciertas de sus características vegetativas. La diferencia principal es en la precipitación. Hay mayor cantidad total y también una mejor distribución y certeza de las lluvias durante el año. En el piso subalpino, la precipita-

* Estas formaciones conjuntas se encuentran representadas en el mapa ecológico mediante el símbolo ph-SA/tmh-A y en color olivo, quinto tono. Corresponde el paramo húmedo subalpino a la puna subalpino en la nomenclatura revisada del sistema Holdridge.

ción mensual es igual o mayor que el potencial de evapotranspiración durante 8 ó 10 meses del año típico: hay solamente 2 hasta 4 meses durante los cuales es menor que este potencial y, de estos meses, hay solamente uno o dos (entre julio y setiembre) en los cuales los suelos zonales sufren una marcada deficiencia de humedad. Sin embargo, estas áreas sienten definitivamente los efectos adversos causados por ciclos periódicos de años en los que la precipitación es muy inferior al correspondiente al plazo largo. Y estos efectos son hechos más pronunciados por el sobrepastoreo que es común en ambas formaciones y bien serio en estas zonas del Perú.

Las temperaturas bihorarias y medias mensuales en verano son hasta 2.5°C. más cálidas, mientras que las del invierno son hasta 2.5°C. más frías. La mayor parte de la precipitación tiende a caer en forma de lluvias y granizos durante los meses más húmedos del verano, o sea, entre noviembre y mayo, con rápido escurrimiento del sobrante, mientras que la precipitación en forma de nieve cae durante los meses más secos y fríos del invierno. Como esta nieve se descongela poco a poco con la salida del sol, hay máxima infiltración y aprovechamiento de esta humedad invernal. En el piso alpino, una gran parte de toda la precipitación cae en forma de nevadas y durante los meses más húmedos la nieve tiende a acumularse allí hasta cierta profundidad. Su paulatina y lenta descongelación tiene lugar durante todo el año, lo cual mantiene el suelo constantemente húmedo. Entonces, en este piso, que pertenece a la provincia de humedad perhúmeda, no hay deficiencia de humedad en los suelos durante ningún mes del año típico. Los caudales de los riachuelos que nacen en estas zonas elevadas, se encuentran bastante bien regularizados. En los niveles superiores del alpino, hay dos o tres meses del invierno en los que la temperatura media mensual cae abajo del punto de congelación del agua, pero una liviana cubierta de nieve ayuda durante este tiempo a proteger la vegetación y por esta razón, ésta se encuentra más tupida y variada. También es útil anotar que ambas formaciones en el Perú, se les encuentra a mayores elevaciones que en otras partes del mundo.

Topografía, Vegetación y Suelos

Generalmente, estas formaciones tienen un mayor porcentaje de su área total en terrenos de moderada hasta fuerte inclinación. En parte, esta se debe a las posiciones fisiográficas en donde son halladas y, en parte, se debe un ritmo de erosión geológica algo más rápida debido al escurrimiento mayor a que se conduce el clima, sobre todo en el piso subalpino. Sin embargo, grandes áreas abarcadas por este conjunto de formaciones pertenecen geológicamente a la región plutónica del Terciario-Cuaternario, y el altiplano de vastas mesetas ondeadas formadas por las erupciones piroclásticas de este período están solamente erosionadas parcialmente. A excepción de sus faldas superiores, los grandes cañones que penetran estas áreas pertenecen a pisos altitudinales más bajos y cálidos y, generalmente, a climas más secos, en especial a la estepa montano y estepa espinosa montano bajo. Aún sobre las vertientes occidentales bien al norte, los pisos subalpinos y alpinos ocupan mayormente las antiguas superficies, poco erosionadas, del penepelano andino del Terciario. Quizás 20 por ciento del área total consta de terrenos con pendientes fuertes o acantilados. El resto, unos 80 por ciento, son de terrenos planos, ondulados y de moderada pendiente, y de topografía variada; geomorfológicamente premaduro; y bien dotado de pequeños lagos o "cochas".

De los suelos sabemos todavía muy poco. Deben ser algo más profundos y más ricos en materia orgánica al compararlos con los que corresponden a la maleza desértica y tundra húmeda en estos pisos. Es probable también que sean ligera o moderadamente ácidos en vez de neutros en reacción, y que contengan un mayor porcentaje de partículas finas y más alteradas que aquellas que contienen los suelos de las regiones más secas del altiplano. Según las descripciones de Drosdorf, los suelos del subalpino (que deben pertenecer geomórficamente a la asociación climática), son "suelos francos y franco-limosos profundos y bien drenados, de color que fluctúa entre marrón gris oscuro, marrón oscuro y negro. . . . lo que indica mayor contenido en materia orgánica no descompuesta debido al clima frío que retarda este proceso". También este destacado edafólogo dice que "la disponibilidad de nitrógeno en estos suelos es baja debido al ritmo lento de descomposición". Y que "la existencia de fósforo disponible es también relativamente baja en estos suelos".*

En relación a las formaciones más secas, también se anota unas diferencias en la ubicación de suelos litosólicos y en la extensión de suelos orgánicos e hidromórficos. Así, en presencia de más humedad, tanto la meteorización de la roca madre como los procesos de edafización del subsuelo tiende a proceder a un ritmo más rápido. Por ser cubiertos más tupidamente con vegetación, que impide la erosión laminar más efectivamente, los suelos de la asociación climática ocupan laderas hasta de pendiente moderada, y son de menor profundidad. Los pedregosos y los litosoles, tienden a ocupar las laderas de más fuerte inclinación o a desarrollar a partir de estructuras geológicas muy resistentes. En forma parecida, se nota más extendidos y frecuentes trechos de suelos orgánicos en las depresiones y al borde de las líneas fluviales. Debido al mayor volumen y más constancia de aguas de escorrentía por la superficie, ha habido un desarrollo más extenso y rápido de las turberas de Distichia muscoides.

A excepción de tales lugares constantemente húmedos, la vegetación natural del páramo húmedo subalpino y de los niveles inferiores de la tundra muy húmeda alpino es principalmente un graminal, a lo que Weberbauer ha llamado "pajonal de puna".** Este pajonal se compone de varias especies de gramíneas, la mayoría perennes pero débilmente periódicas, es decir son aquellas que se amarillan y secan durante el período de máxima sequía de invierno. Más vistosos son los grandes manojos de gramíneas altas y duras, en especial de Festuca orthophylla, F. cirpifolia, Stipa sp., Calamagrostis rígida y C. intermedia los cuales crecen esparcidos y alcanzan, al máximo, una altura de aproximadamente 85 cm. (en el subalpino inferior). Entre estos manojos separados, la tierra es desnuda solamente sobre suelos erosionados o litosólicos. En otros lugares, se encuentra típicamente cubierta, a veces con la formación de un césped verdadero y otras veces sin él, con una mezcla de otras gramíneas y hierbas hemicriptogámicas y geofitas. Entre las gramíneas que predominan en la asociación climática, son muy frecuentes especies pequeñas de Poa, Bromus, Anthochloa, Agrostis, Aciachne y Trisetum, muchas de ellas bien a

* Son muy generalizados estos estudios. Se combinan observaciones sobre los suelos del páramo húmedo con los del páramo muy húmedo del subalpino. Véase, Plan Regional para el Desarrollo del sur del Perú, Informe. Vol. 1. PS/A/2, Los Suelos. Lima, Perú; Servicio Cooperativo para el Plan del Sur, 1959, pp. 15-16.

** Op. cit., pp. 217-319.



Figura 38

Páramo húmedo subalpino en transición con páramo muy húmedo subalpino y bosque húmedo montano cercano a Ayaviri a 4200 metros sobre el nivel del mar.
Monte residual de *Polylepis* sp. y *Gnoxys* sp. sobre laderas pedregosas.

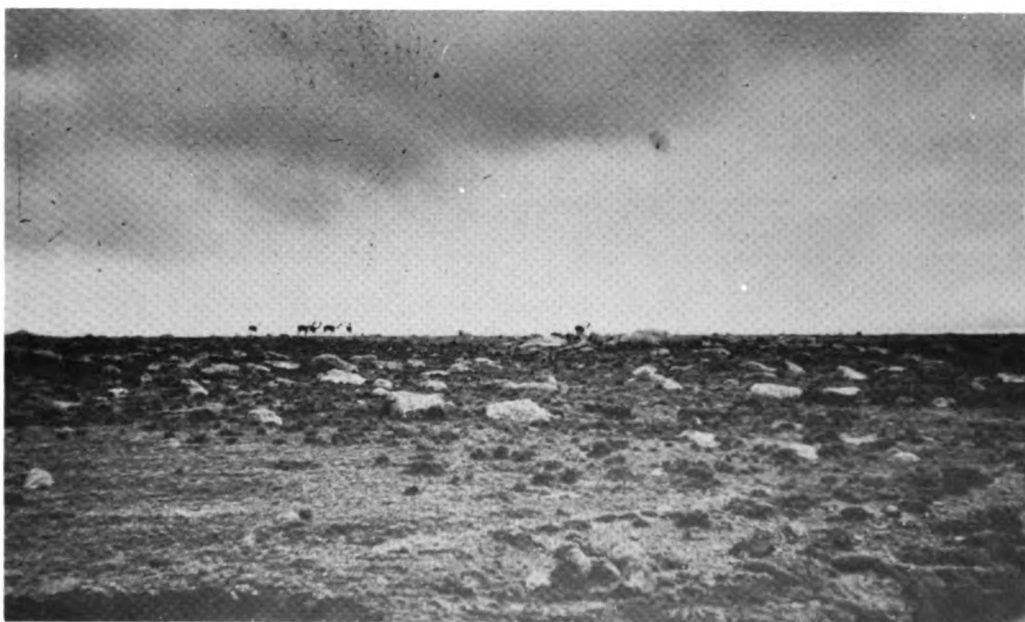


Figura 39

Páramo húmedo subalpino entre Chalhuanca y Puquio a 4300 metros. Vicuñas silvestres son comunes en esta formación de hierbas bajas.

petecibles y nutritivas para el ganado constituyendo el forraje principal y preferido de los animales, tanto domésticos como silvestres. Debido al sobrepastoreo, la mayoría de estas gramíneas no logran crecer a su altura típica, quedándose reducidos casi siempre a 10 ó 15 cm. de altura.

En estas formaciones, las plantas arbustivas erguidas y siempre verdes del antes discutido "tolar" son escasas o dispersas en el graminal típico. Se hallan, al contrario, sobre los litosólicos o suelos muy arenosos. Florísticamente, las comunidades que se forman son más complicadas. Incluyen especies de tales géneros como Gynoxys, Baccharis, Chuquiragua, Senecio, Tetraglochin, y Ephedra en adición a los de Lepidophyllum. La escasez de gramíneas en estas comunidades nos sugiere que el pajonal de puna se mantenga contra la invasión natural de plantas leñosas debido a quemas periódicas, provocadas por relámpagos o por el hombre. Sirve para reforzar esta hipótesis la ocurrencia algo errática de pequeños montes abiertos del "queuña" (Polylepis spp.) sobre las laderas más peñascosas y pedregosas, en especial aquéllas con exposición al norte y noroeste. En tales montes se pueden apreciar árboles pequeños de Gynoxys sp. los que logran alturas de casi 7 metros en los niveles inferiores del subalpino. Aparentemente eran más extensos hace solamente unos pocos años.

Con progresión hacia arriba donde es más frío y húmedo, el pajonal de puna va disminuyendo progresivamente en altura y densidad. En la tundra muy húmeda alpino alrededor de 4600 metros, las gramíneas que forman manojos alcanzan escasamente 30 cm. de altura y son mucho más dispersos. Entre ellos la tierra queda cubierta con una mezcla de pequeñas gramíneas y plantas herbáceas de porte almohadillado y arrosetadas. (Nototriche spp., Werneria spp., Urtica sp., Orthocarpus australis, Gentiana spp., Stangea spp., Azorella spp., Phyllactis sp., Opuntia spp., Pycnophyllum spp., para mencionar solamente los géneros más frecuentemente presentes). También, en ciertos lugares, más en los pedregosos, hay una regular dotación de pequeñas plantas leñosas, arbustos y subarbustos, tales como especies de Astragalus, Senecio, Baccharis, Tetraglochin, Pernettya, y Ephedra. Como en el caso de la tundra húmeda alpino, esta vegetación disminuye rápidamente en cuanto se acerca a la formación nival, quedando en las partes más elevadas solamente la turbera sobre sitios pantanosos; y las briófitas y líquenes sobre rocas y pedregales.

Uso de la Tierra

Es de suponer que los pastos de estas formaciones tienen más, quizás dos veces, capacidad de producir forrajes para ganado que aquéllos de las formaciones maleza desértica y tundra húmeda, antes discutidas. Hoy día sus poblaciones tanto humana como de ganado lanar (ovinos y alpacas, principalmente) son mucho más elevadas por unidad del terreno que en las formaciones más secas. Indudablemente, la densidad de animales sobrepasa en exceso el óptimo que proveería la mejor densidad y productividad de las plantas forrajeras más nutritivas. Aquí deben sufrir aún más los pobladores, especialmente pequeños ganaderos, durante los años excesivamente secos por falta de pastos y por la muerte de sus rebaños. Podemos recomendar entonces, los mismos remedios sugeridos para resolver este problema en el subcapítulo anterior, proponiendo un máximo de unidad animal por cada seis hectáreas.

EL PARAMO MUY HUMEDO SUBALPINO Y LA TUNDRA PLUVIAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Son estas las formaciones alto-andinos más conocidas por el público y que tienen la mayor productividad económica por unidad de tierra. Son también las más extensas. Ocupan un total de 75,738 Km² ubicado en el norte, centro y sureste de las alturas andinas. Estas partes de la Sierra gozan de más humedad proveniente de la región selvática del oriente debido a su mayor proximidad a la Ceja de Montaña y por el menor ancho que tienen los Andes en el centro y norte del país.

En un promedio de varios años, la precipitación anual varía entre 500 y 1000 mm. Esta cantidad, que por su mayor volumen y más frecuencia y duración durante el año es más segura de año a año, convierte al piso subalpino en perhúmedo y al alpino en superhúmedo con respecto al potencial de evapotranspiración anual, el cual es menor de 350 mm. en estas alturas. En promedio, 50 hasta 85 por ciento de toda la precipitación que cae se escurre. A pesar de que el monto total del escurrimiento es pequeño al compararlo con lo que ocurre en las formaciones perhúmedas de los pisos más cálidos, sus efectos deletorios sobre los suelos, en especial, sobre aquéllos que sufren por sobrepastoreo, son definitivamente serios. Este se debe probablemente, a la desigualdad de las precipitaciones a través del año: el escurrimiento tiende a concentrarse solamente en cuatro meses, diciembre hasta marzo inclusive -- durante los cuales la precipitación es varias veces mayor que la evapotranspiración real. Durante el resto del año, por el contrario, o no excede por mucho o es deficiente. Aunque hay solamente uno o dos meses de sequía en el año promedio, esta sequía puede extenderse, haciéndose más seria durante aquellos años en los que la precipitación total se encuentra por debajo del promedio de largo plazo.

Como es de esperar, las características de temperatura y precipitación varían algo de norte a sur debido a la gran extensión latitudinal cubierta por estas formaciones. En el sureste, se registran algo más de 2.7°C. de variación mensual tanto sobre, como bajo el promedio anual. En el norte la diferencia total entre los meses más cálidos y los más fríos disminuye a menos de 4.0°C. Por eso, la precipitación en el sureste, ocurre típicamente como lluvia o granizo durante los meses más cálidos de verano; y, como nieve, durable, que pueda acumularse y persistir por días y semanas, durante los meses más fríos del invierno. Pero, con progresión hacia el ecuador, se ve una regular reducción en esta variabilidad. Así al norte de 10° latitud sur, la precipitación tiende a caer en todos los meses como una mezcla de lluvia y granizo en los niveles inferiores; y, como nieve suave, en los superiores. A excepción de la parte más elevada del piso alpino, la nieve en cualquier estación del año, ni persiste ni se acumula sobre la superficie del suelo sino durante unas cuantas horas.

* Estas dos formaciones conjuntas se encuentran representadas en el mapa ecológico mediante el símbolo pmh-SA/tp-Ay en color verde, quinto tono. La formación paramo muy húmedo subalpino corresponde al paramo subalpino en la nomenclatura revisada del sistema Holdridge.



Figura 40
Tundra húmeda alpino: entre Chalhuanca y Puquio a 4600 metros aproximadamente. Nótese el espacio de suelo desnudo dejado entre las plantas almohadillas, postradas, rosetas y algunos arbustos pequeños de "tola" (Lepidophyllum rigida).



Figura 41
Tundra muy húmeda alpino en transición con tundra pluvial alpino cercano a Yauli entre 4450 y 4700 metros de altura. Suaves valles glaciales bordeados por laderas fuertes y pedregosas.

Al igual con las otras formaciones alto-andinas, en el Perú, estas dos reciben una gran parte de su humedad en forma de tempestades conveccionales de relativamente corta duración, las cuales tienen lugar durante las tardes u horas vespertinas de los días de más baja presión atmosférica, además, son frecuentemente violentas, siendo acompañadas por relámpagos los cuales constituyen una verdadera amenaza tanto para el hombre como para su ganado.

Topografía, Vegetación y Suelos

Los terrenos abarcados por el páramo muy húmedo subalpino y la tundra pluvial alpino al compararlos con aquellos pertenecientes a las formaciones menos húmedas antes discutidas, resultan mucho más diversificados en su fisiografía. Tal acontecimiento se debe en parte al mayor grado y ritmo de erosión geológica a que han estado sometidos a través de los milenios y, en parte, a su mayor extensión total, tanto en área como en latitud, lo que los dota de una representación más alta de estructuras geológicas y suelos. Es claramente imposible, entonces, discutir tales aspectos tan interesantes en este breve capítulo excepto en términos muy generalizados.

Posiblemente 50 por ciento del área total se compone de terrenos de relativamente baja pendiente; otro 25 por ciento, quizás, consta de terrenos de moderada hasta fuerte pendiente y el resto queda en laderas verdaderamente peñascosas. Los terrenos de baja pendiente ocurren sobre mesas onduladas que representan las áreas residuales del antiguo peneplano andino del terciario inferior, ya cortado por numerosos valles glaciales y fluviales. También existen terrenos de baja pendiente sobre los pisos de algunos de los valles más grandes de origen glacial. Paradas aisladamente sobre muchas partes de este peneplano ó "altiplano", se ve las "cordilleras" o serranías residuales del anterior ciclo de erosión y compuestas de pliegues de rocas metamórficas e intrusivas más resistentes a la erosión geológica.

Normalmente, las laderas de estas serranías son peñascosas y pedregosas, productos de la erosión glacial de montañas, con picos afilados y estrechos. Pertenecen mayormente a la formación tundra pluvial alpino, sus niveles inferiores; y los superiores, a la formación nival. Abajo, en donde estas laderas se unen con la superficie ondulada del antiguo peneplano andino, empieza el páramo muy húmedo subalpino el cual, por tener unos 500 metros de espesor vertical, también ocupa una gran parte de los valles cortados en su superficie. Además, hay una red densa de líneas menores, poco profundas, cortadas en tiempos recientes por acción fluvial y una más escasa representación de valles relativamente anchos y profundos en forma de U, cortadas por grandes glaciares del Cuaternario. En su retroceso estos grandes glaciares (que han llegado hasta posiciones más abajo de 3500 metros en su máximo desarrollo) han dejado una serie de morrenas terminales y otras formas terrestres típicas de la acción del hielo. Acercándose a las alturas en donde se encuentra el piso alpino, las morrenas son jóvenes y represan pintorescos lagos o lagunas detrás de sus murallas de cascajo y piedra.

Rodeando los más altos y masivos "nudos" y "cordilleras" de la alta Sierra, el terreno es mayormente accidentado en ambos pisos altitudinales. Acá, también, la acumulación de nieve y hielo en la formación nival es tan grande que hay numerosos glaciares que emergen, extendiéndose abajo a través de la tundra pluvial alpino.

Conforme a las diversas condiciones de relieve y geología representadas, es probable, que en estas formaciones haya una diversidad apreciable de suelos, tanto local como regionalmente. Por falta de un adecuado programa de estudios científicos, sobre recursos naturales del Perú, se sabe poco de sus características y aún menos de su distribución geográfica.

En general, se nota que los suelos zonales de la asociación climática son relativamente profundos y que ocupan hasta laderas de fuerte inclinación. Contienen una cantidad bien elevada de humus en el horizonte A, siendo marrón-oscuro hasta casi negro cercano a la superficie y pardo hasta gris-pardo abajo. Son ácidos hasta muy ácidos en todos los niveles y franco hasta franco-limosos en textura. Pero estos suelos parecen ser la excepción y no la regla, ya que en esta formación se encuentran grandes extensiones de rocas calcáreas. Los suelos intrazonales desarrollados de este material madre son generalmente de color más claro, menos profundos, y sólo ligeramente ácidos en reacción. Es probable que son fisiológicamente secos: la vegetación natural que los cubre tiene un aspecto muy parecido al de la asociación climática páramo húmedo subalpino del suroeste.

Dondequiera que la pendiente exceda el 60 por ciento; y también en donde haya cascajos y pedregales de origen glacial relativamente reciente, los suelos tienden a volverse litosólicos y pedregosos con alforamiento de piedra o de roca madre. Tal es el caso de las morrenas y de las paredes superiores de los grandes valles glaciales en el piso subalpino y en general esto es casi cierto en el interior de las áreas peñasocacas de las serranías en donde prevalece la tundra pluvial alpino. Suelos hidromórficos y turberas de bastante profundidad se encuentran en donde el drenaje superficial se encuentra bloqueado, en especial en la cabecera de los lagos glaciales al fondo y en el interior del piso alpino. Los suelos aluviales, ocupan solamente una pequeña proporción del área total. Se hallan principalmente a lo largo de los ríos pequeños que ocupan las secciones planas de los anchos valles glaciales en el piso subalpino.

Cuando se usa la vegetación natural como indicadora, es difícil, sin un estudio cuidadoso, distinguir entre estas formaciones y las menos húmedas páramo húmedo subalpino y tundra muy húmeda alpino. Tanto en fisonomía como en muchos elementos de sus flores, la vegetación de estos dos conjuntos de formaciones vegetales tienen hoy día, mucho parecido sobre vastas áreas; tal situación se refleja en el uso del término "puna" que sirve para referir a ambos en el centro y en el sur de la sierra peruana. Esta similitud se debe, con toda probabilidad, a siglos de abuso del pasto por parte de un exceso de animales y un uso general e indiscriminado del fuego para reducir las gramíneas altas y arbustos y de reemplazarlas con especies más comestibles y con brotas tiernas. Indudablemente, la vegetación climax de muchas asociaciones presentes ha desaparecido. Esta vegetación ha sido reemplazada por comunidades degradadas y más xerofíticas en hábito y apariencia, en las que predominan las especies y formas biológicas más resistentes al fuego y al sobrepastoreo.

En donde no ha habido mucho disturbio, como en algunas áreas de pequeña extensión total, sobre mesetas aisladas del norte, donde la industria animal no ha logrado tan intenso o prolongado desarrollo y, en unas pocas áreas del centro y sureste, en donde los hacendados más progresistas han establecido un régimen técnico de rotación y manejo de sus pastos, es posible ver comunidades relativamente avanzadas en su evolución o todavía en su estado primitivo. En tales lugares, la vegetación es tupida y relativamente al-



Figura 42
Tundra pluvial alpino vista desde La Raya. Los terrenos inferiores pertenecen a la formación páramo muy húmedo subalpino. Al terminar la estación lluviosa la parte superior de la tundra pluvial queda cubierta con nieve. El pico alto cae adentro de la formación nival.

ta; consta de una mezcla rica de diversas especies de gramíneas que logran alturas de casi un metro y de otras hierbas erguidas mayormente de hábito vegetativo perenne y siempre verde, algunas de las cuales logran alturas de dos metros o aún más (Puya spp., Lacopetalum giganteum), y que nos hace recordar las espeletias del páramo venezolano y colombiano.* En donde no han quemado o pastoreado en estas comunidades, la vegetación es frecuentemente tan tupida y alta que uno la atraviesa a pie con gran dificultad y hay una espesa acumulación de hojas, y tallos muertos que cubre una esponja de humus sobre la superficie del suelo. En tales áreas, en el piso subalpino, se encuentran frecuentemente esparcidas matas de arbustos que logran alrededor de dos metros de altura, de los géneros Gynoxys, Polylepis, Ribes, Chuquiragua, Calceolaria, Baccharis, Diplostegium y Tetraglochin. Los pequeños montes de Polylepis sp. y Gynoxys oleifolia que alcanzan hasta 8 metros de altura, son escasos y hoy día, se encuentran restringidos a aquellos lugares menos accesibles al leñador, como los pedregales, laderas rocosas, estrechos arroyos y bordes de algunos riachuelos.

La tundra pluvial alpino, en su estado mejor preservado del sobrepastoreo, también es bien tupida y florísticamente diversificada. En ella abundan más las hierbas arrosadas hemicriptogámicas y las de porte almohadillado y en menor proporción las gramíneas. Las hierbas alcanzan escasamente 30 centímetros de altura. En adición a las especies de los géneros antes mencionados para la tundra muy húmeda, es muy común encontrar especies de Draba, Arenaria, Geranium, Plantago, Luzula, Bravopsis, Achemilla, Perezia, Malvastrum, Castilleja, Bartsia, Valeriana, Lucilia, Hypochoeris, Liabum y Wahlenbergia. Estas especies por lo general forman comunidades salvo el caso de que se desarrollen en suelos muy delgados o en donde hayan sufrido mucho por exceso de pastoreo y erosión laminar. Se les encuentra siempre verdes o solamente muy brevemente amarillentadas durante la corta estación seca. Contienen también una cubierta más o menos espesa de plantas arbustivas y semiarbustivas, la mayoría con sus ramas tendidas sobre el suelo, que alcanzan alturas máximas de 60 cm., más o menos, y pertenecientes a los géneros tales como Senecio, Astragalus, Lupinus, Tafalla, Bartsia, Chuquiragua, Baccharis, Pernettya, Culcitium, Salpichroma y Tetraglochin.

Uso de la Tierra

Quizás 80 por ciento o más del área total de estas dos formaciones ha sido seriamente afectado por la degradación de quemas, corte de leña y sobrepastoreo. El incontrolado pastoreo, en especial de ovinos, el animal más común allí, ha sido el factor de más importancia en efectuar cambios de vegetación y suelo durante el último siglo. Hoy día, sobre toda esta área grande, solamente las asociaciones edáficas muy secas y las más húmedas, las de pedregales, de turberas y de pantanos, retiene una cubierta vegetal parecida a la del climax original.

* Weberbauer (op. cit., p. 437) sugiere la existencia de relaciones florísticas entre estas formaciones del norte del Perú ("jalca") y los páramos del Ecuador. Sin embargo, es más probable que los páramos de estos países al norte pertenecen a la formación pluvial subalpino. Debe verse F. R. Fosberg, "El Páramo de Sumapaz, Colombia" Journal of the New York Botanical Garden, 45(538):226-234 (Oct., 1944).

Indudablemente, de todas las formaciones alto andinas, éstas tenían originalmente el mejor pasto y capacidad para la producción sostenida de plantas forrajeras. Mientras predominaban las condiciones primitivas, también había siempre agua potable cercana a cualquier sector de pasto y, debido a la espesura de la vegetación y al elevado contenido de humus en el suelo, existía relativamente poco peligro de sequía prolongada y desastrosa. Pero tales condiciones favorables, aunque no su potencial, para ser restauradas, ya no existen. Probablemente, ellas mismas han conducido al creciente abuso del presente, con un progresivo aumento en el número de animales pastoreados después de la Conquista, hasta que en la actualidad se estima que existen más de dos veces el número que permite la ordenación técnica de estos pastos para la máxima producción continuada de forrajes nutritivos.

El resultado, como es de esperar, ha sido un tremendo empobrecimiento de los suelos y de los pastos naturales, con una fuerte reducción tanto en el volumen como en la calidad de la materia vegetal que produzca cualquier hectárea en un año. Los animales, en su mayoría de propiedad de pequeños productores indígenas y de comunidades, son generalmente de muy baja calidad y estado de sanidad. Son pastoreados en forma completamente descontrolada, ya que el terreno queda abierto a todos para su uso libre y excesivo. A excepción de unas pocas haciendas ordenadas técnicamente, no existen cercos ni se restringe el uso de las tierras ni se atiende la capacidad de crecimiento y regeneración de los pastos. En consecuencia, la vegetación se mantiene bajísima en estatura y frecuentemente abierta, lo que permite una erosión acelerada del suelo, la eliminación de humus y la reducción de su capacidad de absorber y retener la humedad. Después de unos pocos días sin lluvia, tanto el suelo como la vegetación se secan, las lluvias a su turno escurren excesivamente mientras durante gran parte del año no hay agua potable en los cauces secundarios y manantiales naturales. En las áreas afectadas más seriamente, son muy comunes las plantas nocivas o espinosas, como la ubicua cactacea almohadillada Opuntia floccosa, que asemeja rocas blancas o nieve debido a su tupida cubierta protectora de espinas blancas, reduciendo el área total de plantas comestibles para el ganado.

En conexión con las buenas condiciones climáticas reinantes, las áreas en estas dos formaciones son las de mayor prioridad para estudios y proyectos dirigidos hacia la ordenación técnica del pastoreo en las zonas alto andinas. Se propone, en general, los mismos remedios sugeridos para este problema en los subcapítulos anteriores, pero permitiendo un promedio de una unidad animal por tres hectáreas, una vez que se hayan restablecido condiciones normales de densidad y composición vegetal, y mejores condiciones del suelo. Para resolver el problema, sin embargo, sería necesario tomar muy en cuenta los varios aspectos socio-culturales, económicos y demográficos. En la sierra hoy día, debido a la creciente población humana, hay más y más presión sobre la tierra: una tendencia de aumentar, no de disminuir la población ganadera y aparecen entonces los efectos deleterios del sobrepastoreo.



Figura 43

Páramo muy húmedo subalpino en transición al bosque húmedo montano alrededor de los 4000 metros de altura. Pastos ordenados técnicamente con pastoreo controlado en la Hda. Chuquibambilla. Obsérvese la tupidez y altura de estas gramíneas naturales.



Figura 44

Páramo muy húmedo subalpino en Pampas de Junín a 4100 metros. Estos son terrenos comunales sobre los cuales el descuido y excesivo pastoreo ha reducido el pasto, permitiendo la invasión de plantas no comestibles (Opuntia sp.).

LA FORMACION PLUVIAL SUBALPINO *

Localización y Condiciones Atmosféricas

En combinación con ciertas áreas entremezcladas de la tundra pluvial alpino, formación antes discutida por haber sido incluida también en las zonas superiores de áreas del páramo muy húmedo subalpino, la formación pluvial subalpino abarca un total de 8,045 Km² en el Perú. Ocupa solamente las áreas alto andinas más orientales y expuestas a los aires orográficamente saturados que suben hacia el este, directamente de las selvas perhúmedas de la Ceja de la Montaña. Recibe, en promedio, más de 1000 mm. de precipitación total durante el año, una cantidad que es, debido a las bajas temperaturas reinantes, muy encima de la potencial de evapotranspiración total. En esta formación, más del 75 por ciento de toda la precipitación se elimina de la superficie en forma de escurrimiento. Hay elevada nubosidad con frecuentes caídas de llovizna o graniizo durante gran parte del año. No hay un solo mes en el cual se seque el suelo, o los riachuelos y manantiales. El suelo tiende a ser pantanoso hasta anegado dondequiera que el relieve sea bajo y el drenaje superficial lento.

Topografía, Vegetación y Suelos

Por estar generalmente alejado de las vías normales de comunicaciones y tener un clima muy inhóspito, no se ha estudiado bien esta formación en el Perú. Tiende a ocupar los flancos orientales de los grandes "nudos" cordilleranos dispersos a lo largo del margen oriental de los Andes centrales, como el de Vilcanota, Vilcacongá, Huaritanga y de Huagarancha. Una gran proporción de los terrenos son de relieve accidentado o de fuerte inclinación debido a la fuerte glaciación a que fueran sujetos estos paisajes durante los tiempos Cuaternarios y a la rápida erosión fluvial provocada por este clima superhúmedo en tiempos más recientes.

De los suelos casi nada se sabe excepto que contienen elevadas cantidades de materia orgánica y humus en el horizonte A. Son típicamente negros cercanos a la superficie y son probablemente podzolizados fuertemente, siendo ácidos hasta muy ácidos en todos los niveles. Los suelos que ocupan terrenos con reducido drenaje superficial son probablemente orgánicos arriba y gleizados abajo. Hay numerosas extensiones de turbera y pantano dondequiera que el terreno es plano.

Aunque esta formación no ha escapado del daño de su cubierta vegetal provocada por un exceso de explotación, es probable que ha sufrido menos y durante menos tiempo

* Esta formación conjuntamente con las áreas de la formación tundra pluvial alpino entremezclada con ella sobre el terreno, se encuentra en el mapa ecológico mediante el símbolo fp-SA/tp-A y en color violeta, quinto tono. Corresponde, según la nomenclatura revisada del sistema Holdridge, al páramo pluvial subalpino.

los efectos deletorios sobre sus condiciones de vegetación y suelo. En las pocas áreas donde se tenía la oportunidad de estudiarlo, el autor anotó una densidad y complejidad vegetal sin iguales en otras formaciones alto-andinas del Perú. Aquí, la vegetación más se asemeja en fisonomía y composición florística a los páramos de Colombia y Ecuador. La asociación climática, de un tupido pajonal siempre verde que alcanza un metro de altura en las especies que forman manojos (Festuca y Calamagrostis) y casi 50 cm. en las diversas gramíneas y otras plantas herbáceas (muchas de los mismos géneros que se han anotado antes como pertenecientes al páramo muy húmedo subalpino) que forman una alfombra espesa entre ellos.

En lugares pedregosos y pedregosos, y hasta cierto grado en las áreas donde no se queman o pastorean excesivamente, la vegetación es más alta y leñosa. Cercana a los límites inferiores de la formación se ven espesas matas de un carrizo enano (Chusquea spicata o quizás Ch. depauperata), otras de "chinchango" (Hypericum laricifolium). Estas matas se alternan con montes abiertos hasta cerrados de pequeños árboles en tales géneros como Polylepis, Gynoxys, Escallonia, y Baccharis y de arbustos grandes en Vaccinium, Berberis, Brachyotum, Ribes, y Chuquiragua. Más arriba, el carrizo desaparece. Igual cosa, ha pasado con ciertas especies y formas arbóreas, siendo reemplazadas por arbustos y subarbustos de Helianthus, Calceolaria, Tafalla, Diplostegium, Draba y Senecio y hierbas semileñosas de tallo alto en tales géneros, entre los muchos que existen, destacan: Puya, Laccopetalum, Gentiana, Bartsia, Lupinus, Blechnum y Solanum y una diversidad de plantas herbáceas menores, muchas con flores excepcionalmente vistosas.

Uso de la Tierra

Debido a su inaccesibilidad, su proximidad a las vertientes y montes espesos de la Ceja de la Montaña y sus condiciones poco favorables de clima, esta formación y las áreas conexas superiores en la tundra pluvial alpino son probablemente las menos pobladas con ganado, en relación a su capacidad de producir forrajes, en comparación con cualquiera de las formaciones altoandinas en el Perú. Sin embargo, no se puede decir, en el sentido de que la densidad de ganado es baja. No lo es. Hay de regular hasta elevado número de vacunos, ovinos y auquénidos que pastorean en las áreas de esta formación. Una diferencia, sin embargo, es que mucho mayor proporción del área total pertenece a haciendas de gran tamaño, un gran porcentaje de los cuales tiende a manejar tanto sus rebaños como sus pastos con cierto criterio técnico. Por tales razones, y porque abarca poca área total relativa a las otras formaciones alto andinas no tiene prioridad para los estudios y campañas, antes discutidos en este capítulo, necesarios para remediar el empobrecimiento del pasto y suelos y la ordenación técnica continuada de la ganadería después.

Debido a la elevada humedad atmosférica, la constante saturación del suelo y la vegetación, la formación es propicia para la prevaencia de enfermedades de los animales. En especial, se ha anotado aquí un grave problema con la estrongilosis.



Figura 45

Páramo muy húmedo subalpino en La Raya a 4100 metros. Esta vegetación de la asociación climática ha sido muy alterada por un exceso de pastoreo por auquénidos. Plantas no comestibles incluyen la vistosa bromeliacea (achupalla" (Puya sp.)



Figura 46

Formación (Páramo) pluvial subalpino, Hda. Runotullo, a 4200 metros. A pesar del sobrepastoreo y las quemas, el pasto natural queda espeso y siempre verde durante la estación seca.



Figura 47

Formación nival: Cerros nevados en el Nudo de Salcantay. Dept. de Cuzco, bordean la Ceja de la Montaña, donde abunda la precipitación durante todo el año. Campos de nieve encima de 5500 metros forman glaciares que penetran hasta 4650 metros, atravesando la tundra pluvial alpino.

Foto cortesía de E. Smith (MD-48)

CAPITULO 20

BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

A esta formación los españoles dieron el nombre pintoresco de "Ceja de la Montaña", título por el cual se le conoce popularmente hoy día en toda la República. Se distingue fácilmente de las punas más frías y praderas más secas con las cuales colinda arriba y sierra adentro, por razón de su tupida e impenetrable cubierta de monte siempre verde. Solamente en lugares de topografía moderada y cerca de sus límites con el páramo muy húmedo subalpino o la pradera o bosque húmedo montano el serrano ha logrado destruir este monte original para reemplazarlo con pastos o con campos cultivados: más del 70 por ciento del área total, unos 28,146 Km² en el Perú, queda todavía en montes naturales, muchos de ellos completamente vírgenes.

Esta formación debe permanecer bajo una cubierta forestal protectora. Sus límites, bien marcados en el abrupto cambio de la vegetación típica, son muy significativos en términos de los factores climáticos que influyen en la utilidad de la tierra para fines agropecuarios. Esta "ceja" constituye una formación poco útil hasta peligrosa para el agricultor y ganadero, aún de limitada utilidad para producción de árboles maderables, pero de enorme importancia desde el punto de vista hidrológico forestal.

La formación se caracteriza por sus temperaturas relativamente bajas, alta incidencia de neblinas, y sobre todo, por un exceso de humedad. Durante casi todo el año, la atmósfera, la vegetación y el suelo se hallan saturados hasta supersaturados con agua. Una proporción todavía desconocida pero probablemente apreciable de la precipitación total no viene como lluvia verdadera sino más bien resulta de la condensación directa de humedad desde el aire supersaturado y neblinas que forman rocío sobre toda la vegetación, suelo y rocas expuestas. Por eso, la formación, así como su prototipo superhúmedo, el bosque pluvial montano, han sido titulados por los ecólogos como "bosque nublado", o "Cloud Forest". Seguro es, que del total de 1000 ó 2000 mm. de precipitación anual, la mayor parte es de origen estrictamente orográfico.

* Esta formación, se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bmh-M y en color verde tono cuarto.

La formación se encuentra ubicada en las vertientes orientales de los Andes principales, y en muchas serranías orientales de éstos, desde el Ecuador hasta la frontera con Bolivia. Sobre crestas y serranías laterales más expuestas a los vientos alisios prevalecientes del sureste, este y noreste, donde la humedad orográfica sobrepasa a los 2000 mm. anuales, se convierte en la formación bosque pluvial montano. También se encuentra, al norte de latitud 7°-30', tanto en las alturas de las vertientes occidentales de los Andes como dentro de la Sierra misma, donde ascienden diariamente los vientos de tierra, hasta las márgenes de las serranías que dividen los grandes valles interandinos del sistema del río Marañón. Siempre se forman nubes al nivel de esta formación por el enfriamiento adiabático de aires ya algo húmedos a niveles inferiores. En las vertientes orientales y en las cumbres de las cordilleras que se extienden hacia el este y rodean la selva baja, los aires húmedos provienen del Hileca del Amazonas y quizás del océano Atlántico. En las vertientes occidentales, los aires cargados de humedad provienen de la circulación ecuatorial y probablemente toman una gran parte de su humedad del Pacífico.

En relación a las varias formaciones más secas del piso montano, éstas se encuentran casi siempre a elevaciones definitivamente más bajas sobre el nivel del mar. Así, sus límites inferiores varían desde sólo 2500 metros en donde la formación es más húmeda, hasta unos 2800 m. en donde es más seca. Sus límites superiores bajo las mismas circunstancias varían entre 3500 y 3800 metros. La formación termina donde acaba el efecto puramente orográfico; cuando entra en los largos valles laterales tortuosos; y cuando pasa las márgenes de las mesetas del norte. Ahí, las neblinas desaparecen gradualmente y la formación da paso a la más seca pradera o bosque húmedo montano en las mismas alturas. Pero en donde las vertientes siguen abruptamente a alturas mayores que el piso, la formación cambia al páramo muy húmedo subalpino. Tal cambio ocurre a los 3800 metros. El cambio hacia la más húmeda formación pluvial subalpina, ocurre alrededor de los 3650 m.

Topografía, Vegetación y Suelos

La adversidad general del medio ambiente en esta formación resulta de dos factores principales: (1) el exceso de humedad y (2) la topografía abrupta y relieve pronunciado de la mayoría de los terrenos que ocupa. Debido a la nubosidad y alta humedad relativa del aire, la baja eficiencia térmica en este piso, la transpiración de la vegetación y la evaporación del suelo y otras superficies son muy reducidas. Solamente un porcentaje que varía entre 25 y 50% de la precipitación total anual se elimina directamente a la atmósfera como evapotranspiración.

El sobrante, entre 50 y 150 cm. de precipitación anual, se elimina como escurrimiento o como agua de percolación.* La mayor parte de este sobrante se escurre hacia el sistema de drenaje superficial vecino, debido al carácter muy accidentado del terreno cuyo declive natural andino se ha exagerado localmente por la disección de los torrentes.

* Esta cantidad, 5000 hasta 15,000 metros cúbicos por hectárea "per annum" es igual a un escurrimiento total de 0.30 hasta 1.00 pies cúbicos por minuto por hectárea de cuenca hidrográfica.



Figura 48

Bosque muy húmedo montano: Fisionomía típica del monte primario sobre laderas peñascosas a 3100 metros. Del bosque se ha extraído el ulcumanu (Podocarpus sp.)

tes y riachuelos. Así las laderas que separan las numerosas líneas de drenaje, frecuentemente son abruptas, y forman en sus cimas cuchillas angostas de terreno. Hay relativamente poco terreno plano o de declive moderado. El agua se mueve hacia abajo rápidamente por la superficie y por la capa freática del subsuelo hasta llegar a dichas corrientes. Como la estación seca dura apenas un mes en el año entero, la corriente se caracteriza por su gran volumen y fuerza y por su tendencia a cortar sus fondos y minar los fundamentos de sus orillas. Por eso, la mayor parte del terreno es físicamente inestable.

Durante los meses de lluvias más fuertes, o sea entre diciembre y abril, ocurren deslizamientos de tierra. En presencia de elevada humedad constante en el suelo, la roca madre, sobre todo la de poca resistencia natural, se descompone a un ritmo acelerado que alcanza apreciable profundidad. La roca cargada con agua, durante los meses más lluviosos, se desprende bajo la influencia de su propio peso. Además el agua actúa como lubricante, facilitando el deslizamiento hacia abajo, dondequiera que la ladera excede su ángulo natural de reposo. Los derrumbes varían mucho en tamaño, pero a veces son masivos y generales, destruyendo caminos, carreteras, casas y hasta la vegetación natural boscosa. Son excepcionalmente numerosos, severos y catastróficos cuando la zona es afectada por un sismo.

Bajo las condiciones dadas, los suelos son, por supuesto, de pésima calidad y muy erosionables. Aún bajo una cubierta natural de vegetación primaria, son generalmente delgados hasta litosólicos. El ritmo de su formación, a pesar de ser comparativamente rápido para las alturas en que se encuentran, tiende a ser superado sobre las pendientes más fuertes por la erosión laminar y los deslizamientos periódicos de terreno provocados por el exceso de humedad y declive. Cuando a estos suelos se les despoja de su cobertura natural de bosque protector, cuando se les intenta cultivar o pastorear, sobre todo los de gradiente fuerte, entonces la erosión prosigue en forma acelerada, dejando en poco tiempo el subsuelo o aún la roca madre, expuesta a las repetidas lluvias o neblinas. La deforestación, además de provocar la erosión acelerada, causa también acarreo de notables cantidades de material de sedimentación hacia los torrentes y marcadas fluctuaciones en el flujo de sus caudales. Si hay carreteras abajo de las áreas así maltratadas, éstas están mucho más expuestas a los deslizamientos y derrumbes que cuando el área se encontraba protegida por su cobertura natural.

No se encuentra datos detallados sobre los suelos de esta formación. Exámenes empíricos hechos por el autor indican que cuando son verdaderamente "zonales", se parecen, a lo que los edafólogos de las regiones templadas frías denominan gran grupo de suelos "podzol". Deben ser bastante ácidos. En su estado virgen bajo cubierta forestal, y sobre terreno de moderado declive, son de regular profundidad. La superficie está cubierta de troncos parcialmente descompuestos, hojas muertas, y raíces superficiales formando capas de materia orgánica y de humus más descompuesto. Bajo esto; hay un horizonte mineral de color gris o blanco con un espesor de 10 hasta 20 cm. Le sigue una zona oscura, casi negra, que representa evidentemente la zona de iluviación de materia orgánica. Esta zona, de espesor variable cambia progresivamente de negro a pardo a medida que se profundiza. Hay en algunos lugares planos, una zona dura hasta impermeable en el subsuelo constituida posiblemente por la acumulación de los ferro-óxidos, productos de la lixiviación del horizonte A. En estos lugares la capa freática es elevadísima durante casi todo el año y se forma turberas y pantanos en cualquier depresión local, aún en las más diminutas. Claramente, estos suelos no sirven en lo más mínimo para una agricultura o

ganadería permanente. Para evitar las desastrosas consecuencias que sobre el régimen hidrológico, produciría la erosión y deslizamiento acelerados ya descritos, se recomienda conservar permanentemente bajo una cubierta forestal todas las áreas con pendientes mayores del 10 por ciento.

Poco éxito han logrado los habitantes de la Sierra en sus intentos de colonizar y aprovechar los terrenos de esta formación en forma permanente. En general, la faja inferior, desde donde colinda abajo con la formación bosque muy húmedo montano bajo, hasta unos 500 metros más alto, queda con sus bosques vírgenes intactos, mientras que la superior, ubicada entre ésta y los sitios en donde la formación se reemplaza por climas más fríos y/o más secos, ha sido desmontada en muchos lugares de pendiente moderada en un tiempo u otro hasta dejar pajonales con arbustos dispersos que alternan con montes arbustivos o carrizales (Chusquea spp.) de carácter secundario. Aparentemente, los desmontes en esta faja superior de la formación se deben más a su repetida explotación para leñas y maderas pequeñas que para un uso de índole agrícola o ganadero, porque estos montes naturales son los más cercanos y accesibles a las densamente pobladas zonas agrícolas de la cordillera interior donde los materiales leñosos han sido muy escasos durante los últimos siglos.

Al mirar la formación desde el punto de vista botánico, se nota una fuerte tendencia de invasión por parte de muchas especies típicas del páramo o "puna", y de la pradera, o bosque húmedo de los valles interiores. Tales especies invasoras tienden a mezclarse con las propias de la formación en la zona de los montes y pajonales secundarios de la faja superior de la formación. Así, hay regular abundancia de especies de Ribes, Berberis, Baccharis, Gynoxys, Vaccinium y Polylepis, arbustos y arbolillos que al igual que la mayoría de las gramíneas, hierbas, puyas (Puya spp.) y carrizo (Chusquea spicata) penetran bien adentro de las formaciones muy húmedas y pluviales de la faja subalpina; y, de Buddleia, Escallonia, Alnus y Oreopanax, arbolillos y árboles característicos del más seco bosque húmedo montano. Todas estas especies, se encuentran entremezcladas en los pajonales y en los montes secundarios con pequeños árboles de Podocarpus, Weinmannia, Rapanea, Brunellia, Vallea, Clusia, varias especies de la familia Melastomaceae, y algunos helechos arbóreos, plantas más bien restringidas a la ceja misma. En esta faja superior, la estatura de la vegetación dominante es reducida, alcanzando escasamente 5 metros (un solo estrato) en los montes mejor desarrollados y reduciéndose a escasamente 2 ó 3 metros como máximo en la parte de los arbolillos y arbustos dispersos sobre los pajonales. Las gramíneas son altas, tupidas y siempre verdes.

Descendiendo en elevación desde los límites superiores de la formación, se encuentra un panorama similar al que se ve cuando se pasa del lado más seco al más húmedo por los valles laterales. Así, se ve un aumento progresivo en el tamaño y densidad de la vegetación leñosa, mientras los pajonales, como las especies leñosas de la puna, van desapareciendo. Al nivel de los límites inferiores, el monte se ha transformado en un verdadero bosque de dos estratos arbóreos, de los cuales, el principal llega a unos 15 metros de altura. Este bosque es mucho más rico en especies arbóreas, incorporándose dentro de la faja inferior, en adición a las especies antes enumeradas los géneros como: Cecropia, Piper, Hedyosmum, Solanum, Brunellia, Cinchona, Eugenia, Myrcia, Prunus, Clethra, Ocotea, Guettarda y Laplacea. Entre los árboles más frecuentes y grandes se encuentran: el ul-



Figura 49
Bosque muy húmedo montano: Arbol sobre ma-
duro con gran cantidad de epifitas. Valle del
Río Chinchao a 2800 metros.

cumanu (Podocarpus utilior), el pino rojo (Podocarpus oleifolius)* y el carapacho (Weinmannia spp.).

En fisonomía y formas de vida, toda esta vegetación, pero en especial aquella de las faldas superiores, demuestra el efecto de su exposición al viento y a la humedad elevada del aire. Los tallos de los árboles tienden a ser deformados o torcidos con ahusamiento marcado. Debido al viento y a la inestabilidad de los suelos, muchos de ellos son fuertemente inclinados o curvados hacia abajo. Desde troncos completamente caídos pero todavía enraizados salen hacia arriba nuevas ramas que forman múltiples fustes delgados. Las copas son típicamente pequeñas o abiertas, con muchas ramas muertas. Las hojas son pequeñas, duras y agrupadas junto a la extremidad de las ramitas. Cubriendo los tallos, ramas y aún las hojas viejas hay densas colonias de líquenes, algas, musgos y helechos, mientras las ramas principales de árboles viejos y grandes se ven bien cargadas con epifitas mayores: bromeliáceas, orquídeas, y plantas trepadoras. Los árboles dominantes raramente alcanzan diámetros de 1 metro; el promedio es entre 25 y 50 cm. El bosque no es muy tupido en cuanto al número de árboles mayores por hectárea, pero el sotobosque sí es denso con hierbas perennes, arbustos y con regular frecuencia de trepadoras de tallo delgado, donde inclusive, se encuentra el ubicuo "carrizo" (Chusquea spp.).

El carácter de la vegetación secundaria, en el interior de la formación depende en parte de sus antecedentes. Así, en donde hubo un deslizamiento de tierra masiva, el suelo desnudo es frecuentemente reocupado por brinzales puros de aliso (Alnus jorullensis), árbol de rápido crecimiento, de buena forma y con madera de buena calidad. Pero en donde se ha explotado el monte por sus mejores troncos como en los lugares de deslizamiento pequeño, hay una invasión de carrizo, el cual cubre el terreno tupidamente e impide el restablecimiento de especies arbóreas por muchos años.

Uso de la Tierra

La Ceja de Montaña, representada por esta formación y su vecino bosque pluvial montano, queda casi despoblada aún hoy día a pesar de la tremenda presión para ganar nuevos terrenos de cultivo y pasto por toda la tierra andina. A lo largo de sus bordes secos y/o fríos hay avance y retroceso constante de cada nuevo colono que se rinde ante la pobreza de las cosechas y lo malo y escaso del pasto que se da a los animales. Debido a la elevada humedad, los desmontes son muy difíciles de quemar. Por la misma razón es difícil la renovación de los pastos. Se tiene que limpiar los pastos a mano mientras éstos son reinvasados en corto período por el agresivo carrizo y arbustos erguidos secundarios. En

* En el Perú hay unas cuatro o cinco especies de Podocarpus, el único género del orden Coniferae autóctono y de hábito arbóreo en el país. (Ephedra es también un gimnosperma, pero no tiene hábito arbóreo y no es verdaderamente miembro de dicha orden). Los podocarpos, aunque muy parecidos en la calidad y carácter de su madera a los pinos y pinabetes de las regiones templadas frías, no crecen en rodales puros ni tienen fisonomía característica de estos prototipos taxonómicos.

muchos lugares las hojas de carrizo constituyen el único alimento disponible para el ganado. Hay también, un severo problema sanitario con el ganado debido a la humedad, neblinas, suelo saturado que favorece la reinfección con patógenos como la *estrongilosis*. Grandes extensiones son completamente inutilizables por exceso de declive.

Como se ha indicado antes, la formación ha tenido por siglos cierta importancia como fuente de productos forestales para el consumo directo de las cercanas poblaciones agrícolas de la sierra. Es muy posible, también que su nivel superior, además, haya sido explotado intensivamente en algunos sectores para abastecer las minas antiguas con tocones. La explotación de troncos grandes sigue hoy en día en una franja paralela a las carreteras que penetran hacia la montaña y atraviesan o pasan abajo de la formación. Cortan casi todos los árboles mayores: el *ulcumanu*, el pino rojo y las especies de madera dura, los cuales son bien cotizados en el mercado nacional por su valor en mueblería y en construcciones, así como también, los tocones para ser utilizados en: minas, durmientes y usos especiales. En adición a su madera que es dura y fuerte, se explota también la corteza del carapacho para extraer tanino, usado en curtiembre en la sierra. La mayoría de estas explotaciones son de carácter destructivo, ya que el arrastre de los troncos por caminos de explotación de fuertes declives, casi verticales, provoca la destrucción completa del sotobosque y cubierta de hierbas del suelo por donde pasan los troncos, lo cual crea una condición propicia para que se produzca la erosión acelerada y la formación de canalizas y deslizamientos de tierra antes de que la nueva vegetación secundaria pueda haber adquirido suficiente desarrollo como para proteger la zona devastada.*

Después de la primera explotación del bosque virgen en esta formación pasan muchos años, probablemente 100 o más, antes que haya una nueva cosecha de árboles maderables restablecidos naturalmente. Debido a la pobreza del suelo, al declive, a la invasión de tupidas masas de carrizo y al lento ritmo de crecimiento natural de los troncos que previenen de la regeneración rápida de especies leñosas, la práctica de silvicultura de los montes naturales, tal como su ordenación forestal, bajo normas técnicas e intensivas, no resultará económica a los particulares. Considerando la importancia de los bosques naturales en la regulación del flujo de los torrentes para futuro uso hidroeléctrico; para evitar las inundaciones y en la protección de las carreteras que atraviesan la formación y que serán construidas a través de ellas en un futuro cercano, es imprescindible que el estado les garantice pronto una protección completa contra toda futura explotación irracional y destructiva, por parte de los madereros, los malos agricultores y ganaderos y por parte de los especuladores en general.**

* Para la protección de los suelos forestales, carreteras, y para prevenir la sedimentación de los torrentes, se recomienda que en el futuro, la utilización forestal sea restringida por ley, en la cual se incluya dispositivos adecuados para que la cosecha de los árboles maduros no origine daño en el sotobosque y vegetación menor de la superficie, por ejemplo se podría recomendar el sistema de cables aéreos.

** No se aconseja en absoluto dar nuevas concesiones de tierras a particulares en los baldíos restantes de esta formación. Tales baldíos debieran declararse, inmediatamente Bosques Nacionales o Parques Forestales Nacionales, para que sean manejados con fines primeramente de protección y secundarios de recreación, y de producción de maderas bajo controles estrictos y técnicamente dirigidos. Para los terrenos

(Cont.)

Vale la pena anotar que en el norte, por las vertientes occidentales y las cuevas interiores de la sierra en donde se encuentra la formación, ya existe áreas de bosque en esta formación que están sufriendo una agotadora explotación con fines agrícolas y ganaderos a manos de pequeños particulares. Es seguro que su destrucción resultará perjudicial en lo que se refiere a la agricultura de las ricas zonas de cultivos comerciales bajo riego y al abastecimiento de agua potable a las ciudades de la costa norte. La mayor parte del caudal de los ríos Quiroz, Chipillico (Chira), Piura, de la Leche, Lambayeque, Reque y Saña proviene de estos montes. Su destrucción puede causar fuertes variaciones en el régimen del flujo de sus caudales, sedimentación de embalses (como el del Quiroz), y reducción de la cantidad de agua disponible tanto para la agricultura como para el uso doméstico e industrial.

(Cont.)

ya en manos de particulares o de comunidades indígenas, se debe establecer un reglamento especial inspeccionando el modo de su aprovechamiento para prevenir toda clase de actividad que pudiera perjudicar el bienestar del público, dentro o fuera del área de la formación. Rodeando las carreteras principales, se debe prohibir toda clase de actividad, inclusive la explotación de maderas en forma irrestricta.

CAPITULO 21

BOSQUE PLUVIAL MONTANO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

La formación bosque pluvial montano ocupa solamente unos 4,730 Km² en el Perú. Ocurre en fajas dispersas, relativamente pequeñas, sobre las fallas orientales más expuestas de los Andes centrales, y sobre las mesetas y cimas más elevadas de las cordilleras orientales menos elevadas, que se extienden hacia la región selvática. Invariablemente se ve bordeada en el oeste por la más extensa formación bosque muy húmedo montano. Muchas áreas pequeñas de la formación bosque pluvial montano que se presentan en los escollos estrechos o sobre cimas aisladas, por ser demasiado pequeñas se las ve incluidas en el mapa dentro de áreas señaladas como bosque muy húmedo montano.

El bosque pluvial montano es esencialmente una extensión muy húmeda, o prototipo del bosque muy húmedo previamente descrito (Capítulo 20). Reemplaza al bosque muy húmedo en todos aquellos lugares en que el promedio de precipitación total anual excede aproximadamente los 2000 mm. en el piso altitudinal montano. Una precipitación anual mayor de 2000 mm. en este piso solamente ocurre cuando hay un cambio muy abrupto de las planicies bajas y valles a las altas y escarpadas cordilleras y picachos expuestos directamente a los muy húmedos vientos de la cuenca amazónica. En estos lugares, la orografía es generalmente pronunciada y las condiciones de humedad, extremas. Casi a diario suceden lluvias y neblinas de alto grado de nubosidad. Consecuentemente, no hay meses secos en el año normal y el suelo y las superficies vegetales están como el aire, están casi continuamente saturados. Debido a la relativamente baja eficiencia térmica, menos del 25 por ciento de la precipitación regresa directamente a la atmósfera en evapotranspiración, el resto o sea un 75 por ciento o más, corre laderas abajo hasta unirse a las corrientes superficiales o entra a formar parte del sistema de drenaje subterráneo.** Las corrientes que se originan en esta formación tienen un flujo

* La presente formación, se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bp-M y en color violeta tono cuarto.

** La gran importancia hidrológica de la tierra (y la vegetación natural) en esta formación se ve en el hecho de que el promedio de escurrimiento alcanza los 2470 mm. anuales donde la precipitación es de 3000 mm. y la temperatura media anual es 9°C. Esto equivale a 24,700 metros cúbicos por hectárea, por año; un promedio de 1.66 pies cúbicos por minuto, por hectárea, en todo el año.

muy fuerte y constante. Debido a que las laderas son generalmente pronunciadas y superficiales con suelos inestables, es imprescindible que tengan una cubierta forestal natural para la estabilización de este flujo, y la prevención de corrientes de aluvión y desprendimientos de tierra.

Debido a la alta frecuencia de nieblas, la baja incidencia de rayos solares, la periodicidad de vientos altos, y a otros factores relacionados que afectan el enfriamiento, el piso altitudinal montano alcanza en esta formación su nivel más bajo de elevación sobre el nivel del mar. La isoterma de 12°C. que marca su línea limítrofe con la más baja formación bosque muy húmedo montano bajo oscila entre los 2300 y los 2500 metros de elevación. Sus límites superiores se encuentran entre 3300 y 3500 metros aproximadamente pero rara vez se alcanzan estos límites, antes que una baja de precipitación con progresión hacia el oeste lleve la formación a una transición hacia la formación bosque muy húmedo montano. La formación pluvial subalpina ocurre generalmente sobre estas dos formaciones a las elevaciones indicadas.

Aunque dentro de esta formación en el Perú no hay estaciones meteorológicas, es probable que la variación de temperatura alrededor de sus medias, tanto diurnas como mensuales, sean mínimas. El calentamiento o enfriamiento por radiación se ve muy reducido, en relación a las formaciones menos húmedas del piso montano, debido a la prevalencia de nubes durante el día y de neblinas durante la noche. Es muy dudoso que las temperaturas nocturnas, aunque bajas, lleguen a caer bajo el punto de congelación, debido a la condición supersaturada del aire durante las horas de oscuridad.

Topografía, Vegetación y Suelos

Las condiciones abruptas de topografía, el carácter de los suelos y la vegetación, son similares, y aún más extremos, a aquellos previamente descritos para el bosque muy húmedo montano. Prácticamente toda el área de terreno se encuentra en laderas de declive marcado, donde las rocas escarpadas ocupan áreas considerables. Las corrientes superficiales son muy numerosas y profundamente encañonadas. Debido a los socavones y rápidos escurrimientos, casi todas las áreas se ven afectadas de tiempo en tiempo por aluviones que impiden el desarrollo de suelos profundos y maduros o de vegetación climax de la asociación climática. Se presume que los suelos maduros, donde logran desarrollarse, son de carácter podzólico, muy ácidos, de alto contenido de humus, y muy baja fertilidad natural. Severos aluviones siguen a períodos intermitentes de terremotos, pues la mayor parte de esta formación está localizada a lo largo o cerca de una línea de fallas geológicas.* Debido a un sismo violento en 1947, la carretera entre Concepción y Satipo fue completamente obstruida por aluviones a través del sector en que ella atravesaba esta formación.

Casi toda el área mantiene una densa cubierta forestal natural. Muy poco terreno ha

* Drewes, op. cit., pp. 69-70.

sido despejado para uso agrícola o de pastoreo debido a las adversas condiciones físicas y extrema inaccesibilidad.* En áreas más estables, donde las laderas localmente son de inclinación moderada y los suelos desarrollados hasta su madurez, la tupida vegetación climax forestal puede alcanzar unos 15 metros en el dosel superior con árboles individuales que alcanzan 1.5 metros de diámetro a la altura del pecho. Característicamente, sin embargo, el bosque es más corto debido a factores adversos de topografía, suelo y atmósfera. En laderas pronunciadas donde no se han producido aluviones por muchos años, el dosel superior puede alcanzar 5 hasta 10 metros con árboles dominantes que promedian entre 0.35 y 0.85 metros de diámetro a.p. En este bosque hay un desarrollo máximo de crecimiento epifítico en tallos, ramas y hojas. Excepto por la presencia de algunas especies distintivas, la flora maderera es muy similar a aquella descrita para el bosque muy húmedo montano. Aunque el bosque es mixto, en ninguna asociación se encuentra más de 15 especies arbóreas individuales. Algunas de éstas tienen buenas maderas, especialmente aquellas del género *Podocarpus*. Sin embargo, la forma de los tallos es generalmente muy pobre, los defectos internos del tronco son muy comunes, y el volumen por hectárea es bastante bajo. Considerando las adversas condiciones de accesibilidad y topografía que prevalecen es seguro que una utilización de estas maderas serían enteramente antieconómica.

Más aún, grandes áreas de esta formación mantienen vegetación secundaria de carácter sucesional anticipado, en su mayor parte carrizo y helechos arbóreos, debido a los repetidos aluviones o continuas fluctuaciones de suelos en las muy marcadas laderas de material rocoso muy suave o fácilmente destructible. Sobre las rocas superficiales resistentes se encuentran las laderas más pronunciadas y éstas se caracterizan por poseer mucha roca desnuda a flor de tierra con vegetación maderera muy dispersa y baja, escasamente de unos 3 metros de altura, y sin ningún valor económico.

Uso de la Tierra

Esta formación prácticamente no tiene población humana de naturaleza permanente. Ni la agricultura ni el pastoreo pueden desarrollarse con éxito, y en la mayor parte de las áreas no se ven posibilidades económicas, ni actuales ni potenciales, para una explotación de los recursos forestales.

Excepto donde la carretera de Satipo atraviesa un pequeño sector de la formación, su general inaccesibilidad ha sido un obstáculo a todos los intentos de invasión humana, aún para explotación forestal. Esto ha sido benéfico, ya que la cubierta forestal natural es indispensable para proteger los grandes valores hidrológicos que posee. Ya que la propiedad privada para propósitos de aprovechamiento agropecuario o forestal sería destructiva y antieconómica, todas las áreas de esta formación deberían situarse bajo vigilancia esta-

* Sólo una carretera principal, que conecta Satipo con la parte superior del Valle del Mantaro, atraviesa la formación, y en consideración a las catástrofes ocurridas allí, se recomienda vivamente a los ingenieros que eviten cruzar esta formación con nuevos caminos de acceso a la montaña, en el futuro.



Figura 50
Bosque pluvial montano: Deslizamiento masivo de tierras sobre la carretera Concepción-Satipo abajo de Carrizal. Obsérvese la fisonomía y epifitismo de los pocos árboles restantes sobre la ladera cercana.

tal permanente como Bosques Nacionales. El propósito primario de la administración pública sería el de proteger la vegetación natural en un estado de pasividad tal que pudiera regularse el flujo de las corrientes, reducirse al mínimo los aluviones, y en fin que pudiera evitarse los desprendimientos de tierra al punto máximo que fuera posible bajo las condiciones dadas. Debe hacerse énfasis al hecho de que el producto más importante de esta formación es y siempre será el agua, ya sea para la protección de los llanos, de las inundaciones, para el riego de terrenos de cultivo, para desarrollo de energía hidroeléctrica, ó para la navegación en los afluentes amazónicos durante las estaciones secas. La producción de madera en esta formación, tanto de los bosques naturales como en los bosques cultivados, presentan por el momento una posibilidad muy remota, aún en el caso de contar con una buena administración pública forestal y una buena dirección técnica.

CAPITULO 22

BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

De todas las formaciones tropicales del mundo, ésta ofrece un clima que es indudablemente el más agradable y saludable para el hombre y sus animales domésticos. Además, es un clima sumamente favorable para la agricultura y la ganadería, y para el establecimiento permanente de poblaciones rurales con vivienda esparcida.** Lamentablemente, la formación cuenta con un total de sólo 27,786 Km² de terreno en el Perú. Además, se encuentra distribuida en pequeñas y estrechas unidades bien alejadas de los centros urbanos principales y desprovistas de adecuadas vías de comunicación. Por otro lado, su topografía es en gran parte abrupta y accidentada y el área que se puede cultivar en forma continuada es sólo una pequeña parte del área total. Hoy día, muchos de los terrenos confrontan un problema bastante serio debido a su incorrecto aprovechamiento por estar superpoblado por indígenas.

La mayor parte del área total está comprendida en la cordillera principal andina al norte de la latitud 7 grados sur. Ahí los Andes son relativamente bajos en su elevación general y existen varios valles grandes que también permiten que los vientos húmedos procedentes de la llanura amazónica logren entrar, y aún cruzar, las partes interiores de la cordillera, para producir precipitaciones desde 1000 hasta 2000 mm. anuales sobre el piso altitudinal montano bajo. Toda vez, que en la citada latitud se encuentre la formación bosque húmedo ocupando la parte superior de este piso, en las vertientes occidentales, se supone que exista cierta precipitación orográfica, cuyo origen se encuentra en las masas de aire que provienen del noreste del Pacífico ecuatorial.

El área más ancha y extendida es la que ocupan las montañas entre 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar al este del río Marañón, rodeando los valles encima de las ciu-

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bh-MB y en color Olivo tono tercero.

** Muchas ciudades importantes y antiguas, incluso las capitales de Colombia, Ecuador y Guatemala, están ubicadas en esta formación.

dades de Chachapoyas, Mendoza y Jumbilla y extendiéndose varias docenas de kilómetros hacia el norte y el noreste. Hay significantes áreas de la formación al oeste del Marañón todas al norte y al sur del río Chamaya. Son notables por su ubicación dentro de esta formación de clima benigno las cinco ciudades provinciales antiguas de Santa Cruz, Cutervo, Chota, Bambamarca y Celendín.

Un poco al sur del paralelo indicado, la barrera de los Andes es más formidable, la influencia ecuatorial por el lado del Pacífico disminuye y, entonces, la formación es reemplazada en el interior de la sierra y en las vertientes occidentales por formaciones más secas. Solamente en ciertos valles entrantes, de las vertientes orientales, puede uno encontrarla formando áreas de transición en la faja montano bajo entre el bosque seco típico de la sierra interior y el bosque muy húmedo típico de la Ceja de Montaña.

En todas partes, la formación se caracteriza por su clima templado, temperaturas medias anuales, aproximadamente entre 17 y 12 grados C. con relativamente poca variación entre las medias mensuales, pero hasta con 9 grados o más de variación diurna y lluvias adecuadas pero no excesivas en relación a la evapotranspiración potencial. Se diferencia de la formación bosque húmedo subtropical con la que colinda en muchas partes, en su límite, inferior, por su más baja eficiencia termal y por sufrir de temperaturas críticamente bajas, con o sin ocurrencia de escarcha, durante las horas más frías (de madrugada) de algunos días durante los meses de la estación seca. En esta formación los cultivos tropicales verdaderos, aquellos sensibles al frío, no prosperan o no crecen de ninguna manera. Así, los límites superiores para la producción económica del café, plátano, azúcar, arroz, yuca y otras plantas arbóreas de los pisos subtropicales y tropicales tienden a demarcar el límite inferior de esta formación. Este límite varía mucho en elevación en relación con ciertos factores de orografía diferencial, nubosidad nocturna, drenaje del aire, y sobre todo, en la relación de precipitación total: evapotranspiración potencial. La ubicación de esta formación con respecto al nivel del mar, puede ser tan baja como 1750 metros y tan alta como 2350 metros. En general, a menor altitud se encuentra el clima local más húmedo. Verticalmente, la formación tiene alrededor de 1000 metros de espesor en promedio. El límite superior coincide aproximadamente con el límite superior para el cultivo económico del maíz, planta más típica y extensamente sembrada en la formación.

Desgraciadamente, no hay ni una estación meteorológica que pueda proveer datos para este clima en el Perú. Sabemos por experiencia adquirida en otros países, que la estación seca, o sea aquella durante la cual el potencial de evapotranspiración excede significativamente a la precipitación total, debe tener una duración de dos hasta cuatro meses. En el Perú esta estación debe corresponder a los meses de máxima sequedad en los Andes, o sea, entre mediados de mayo y de setiembre aproximadamente. Estos meses sin embargo no son completamente desprovistos de lluvias en esta formación, y en suelos de profundidad y estructura normales, la deficiencia de humedad no debe exceder de dos meses en promedio, debido al almacenamiento en el suelo de una parte del sobrante de los meses anteriores más lluviosos. Además, mientras que los meses más secos coincidan con los meses de temperaturas más bajas, y mientras el cultivo dominante continúe siendo sementeras herbáceas, el tiempo de sequedad no es perjudicial a los agricultores. Aquí no practican el riego suplementario. Ponen los campos en descanso durante estos meses y esperan las lluvias más fuertes y temperaturas más elevadas de la primavera (octubre-noviembre) para sembrar de nuevo.

Para los seres humanos tanto como para el ganado vacuno y las bestias el clima se halla bastante a su gusto. Excepto durante los tres meses más lluviosos (enero hasta marzo), el sol brilla casi diariamente y hay poca nubosidad y llovizna excepto en las horas vespertinas y de noche. En las mañanas el aire se calienta rápidamente hasta llegar a máximas entre 20 y 22 grados C. alrededor de mediodía. El enfriamiento de la atmósfera es más lento, las temperaturas bajan poco a poco en la tarde y en la noche hasta llegar a mínimas entre 12 y 10 grados C. apenas antes del amanecer. Cuando las temperaturas son elevadas, la humedad relativa es baja, proveyendo máximo confort al campesino en sus labores y reduciendo el peligro de enfermedades criptogámicas en las plantas y en los animales. Las temperaturas bien frescas de la noche también son estimulantes a los organismos vivos, plantas y animales. Además, reducen las pérdidas en crecimiento vegetal causadas por la respiración nocturna y hacen más agradable el descanso del hombre y sus animales. Las temperaturas periódicas críticamente bajas eliminan muchas especies de insectos nocivos, incluyendo algunos que transmiten enfermedades humanas.

Topografía, Vegetación y Suelos

Desafortunadamente la proporción de terrenos planos y de poca gradiente es muy baja. En general, las condiciones topográficas y las características del substrato geológico son parecidas a las descritas anteriormente para la formación bosque húmedo subtropical: predominan las vertientes largas de moderado y fuerte declive, desarrolladas sobre pliegues de rocas metamórficas y sedimentarias, pertenecientes a diversas edades pero mayormente al paleozoico y cretácico indiviso. Las mejores condiciones fisiográficas se encuentran en el norte. Allí en el interior de los Andes, la formación se extiende sobre algunas mesetas de relieve bajo, poco erosionadas geológicamente, en donde una buena proporción de los terrenos son de bajo o solo moderada gradiente. Pero el área total y ubicación precisa de tales terrenos no se puede definir con exactitud por falta de mapas topográficos a escala más grande de 1:1,000,000.

En los sitios de la formación donde se encuentran vertientes orientales al sur, ocupa esta las cuencas menos expuestas, es decir, las cabeceras de los valles exteriores más profundamente atrincherados por los ríos procedentes de las punas y cordilleras altas. En estos sectores ligeramente abrigados, los valles son generalmente estrechos y sesgados; se hallan cortados por ríos jóvenes y muy rápidos; y, en el fondo del valle existe poco terreno de carácter aluvial. Además las laderas que conducen hasta las altas serranías laterales que separan un valle de otro son empinadas, y se encuentran bordeando cada riachuelo o torrente menor que los atraviesa. Pero arriba en las lomas interfluviales, reflejando la menor intensidad de la erosión geológica en este clima, estas laderas tienden a ser redondeadas suavemente en vez de afiladas. Los trechos más extensos de terrenos de moderada gradiente se hallan sobre estas lomas. Aquí pueden cultivar trechos pequeños de baja pendiente y en donde el declive no excede del 40 por ciento, son apropiados para actividades ganaderas. Los declives mayores que este se debe mantener siempre bajo cubierta forestal.

En lo que se refiere a los suelos de la formación, son aparentemente bastante buenos, aunque nadie los ha estudiado detalladamente. Los Drewes anotaron que eran de color

(Munsell) entre pardo y gris-pardo en la superficie.* El autor encontró colores parecidos en suelos vírgenes bajo bosque natural sobre laderas ubicadas encima de Santa Isabel, afluente del río Paucartambo. Ahí había una acumulación de algunos 15 cm. en promedio, de materia orgánica parcialmente descompuesta cubriendo la superficie y un lecho de humus negro más delgado, de transición al horizonte mineral superior que era pardo-oscuro cercano a la superficie. En trechos cultivados sobre estas laderas la capa orgánica desapareció, dejando un suelo franco y bien friable, casi negro en la superficie debido a la incorporación del humus; y de color gris-pardo a medida que se profundiza en el perfil.

Aparentemente estos suelos zonales son ligeramente podzolizados, moderadamente ácidos (pH 5.0 - 6.0) con una buena capacidad de intercambio y elevadas cantidades de humus. Su profundidad varía mucho en relación con el grado de pendiente y el carácter de la roca madre, pero son en general de moderada profundidad. Bajo las temperaturas templadas de este clima, la meteorización de subsuelo procede a un ritmo mucho más lento que en las tierras húmedas más cálidas. Mientras que no haya una reducción en el ritmo de erosión natural, los suelos vuelven a ser litosólicos en pendientes menos inclinadas. Debido a su aparente susceptibilidad a una erosión acelerada cuando se hallan ocupando declives y sean expuestas a la intemperie no se recomienda su cultivo en donde la pendiente excede a 20 ó 25 por ciento ni tampoco su pastoreo en donde la gradiente excede a un 40 por ciento.

Tales suelos se han formado bajo la influencia y protección de bosques naturales de fisonomía regularmente impresiva y de composición moderadamente complicada. En los lugares, donde las temperaturas medias anuales son alrededor de 14 grados C. (entre 2400 y 2700 metros de altura) y la precipitación total por año cercano a 1400 mm., se encuentra en la asociación climática un bosque virgen con dos estratos arbóreos, más uno de arbustos altos.** Localmente, este bosque contiene entre 25 y 40 especies distintas, pero solamente unas 15 son encontradas con mucha frecuencia. Son muy numerosas en el estrato superior unas especies de carapacho (Weinmannia spp.), moenas (Ocotea spp., Nectandra spp., y otras lauráceas) y pinos (Podocarpus spp.), casi todas apreciadas en la industria maderera. Estas logran formar a veces manchas; en otras partes están mezcladas con especies en Cinchona, Cedrela, Guarea, Roupala, Clethra, Clusia, Befaria, Laplacea, Ilex, Oreopanax, Cecropia, Brunellia, Ladenbergia, Viburnum, Ternstroemia, Vallea, Meriania, Symplocus, varias especies en Myrtaceae y otras.

En los sitios más favorables, este bosque tiene una densidad apreciable. El estrato superior, o principal, se compone de árboles con tallos rectos, de 50 cm. hasta un metro en diámetro (d.a.p.), libre de ramas laterales hasta dos terceros de su altura total, y con copas bien extensas y vistosas las cuales se juntan arriba para formar un dosel más o menos cerrado. Estos árboles dominantes y codominantes tienen alturas entre 20 y 25 metros. Árboles escasos excepcionales alcanzan 30 metros de altura total y hasta 160 cm. de diámetro. Ni el estrato intermedio ni el sotobosque de arbustos es muy tupido. Se componen

* W. U. Drewes and A. T. Drewes, op. cit., pp. 19-22.

** I.e., entre 5 - 10 metros de altura total.

de especies poco valiosas que nunca logran tamaños grandes y también por algunos elementos jóvenes dominantes, sobre todo Lauraceas. Estos estratos incluyen también a una regular densidad de helechos arbóreos (Cyathea y Alsophila) y, en sitios muy húmedos, matas de carrizo (Chusquea spp.) y las palmeras de altura (Ceroxylon spp. y Geonoma spp.). Sobre el suelo abundan plantas menores resistentes a la sequedad y frío veraniego: líquenes, musgos y lycopodiales (Selaginella spp.), helechos y hierbas terrestres como un Carludovica sin tallo aéreo, Anthurium spp., Gunnera spp., y varias especies de Peperomia. En general el epifitismo se ve algo reducido. Hay solamente una abundancia regular de orquídeas y bromeliáceas sobre las ramas y horquetas superiores y estas tienden a ser pequeñas; hay muy pocas lianas y las trepadoras esciofitas son pequeñas y raras.

Al borde de los ríos y riachuelos y también sobre las laderas en donde haya habido deslizamientos o disturbios graves provocados por la intervención humana, se encuentra matas de aliso (Alnus jorullensis). Este árbol heliófilo es de muy rápido crecimiento, se regenera naturalmente en gran abundancia en donde el suelo mineral sea expuesto en terrenos abiertos, y tiene (en esta formación) una madera con excelentes calidades industriales, cuya corteza produce tanino. En Costa Rica, el aliso está sembrado por pequeños agricultores como un árbol de doble propósito en los potreros de kikuyo (Pennisetum clandestinum) e Imperial (Axonopus scoparius) y sembrado con pasturas silvestres a una distancia de 15 metros más o menos (200 por ha.). Ofrece una sombra liviana y según se dice, nitrifica el suelo, lo que hace el crecimiento más exuberante y el pasto más tierno. Al fin de un turno de 20 ó 30 años, los árboles se cortan para aprovechar sus maderas y se efectúa una nueva siembra.* Debido a las condiciones existentes de administración rural, el sistema de pastos sombreados, parece ser uno de los más indicados para la reforestación en la asociación climática y la edáfica húmeda de esta formación.

Debido al factor topográfico, desgraciadamente, la asociación climática ocupa realmente poca área y, debido a su aprovechamiento para actividades agrícolas y ganaderas, su vegetación natural ha sido destruida en gran parte excepto en las áreas más alejadas y de mal carácter fisiográfico, en especial cercano a los límites exteriores y superiores en donde la formación se une con formaciones perhúmedas. En casi todas partes, sin embargo, se encuentran bosques naturales que pertenecen a las asociaciones edáficas secas, aquellas que indican suelos poco profundos o litosólicos y poco retentivos de la humedad debido al exceso de pendientes o a estructuras geológicas pobres en minerales esenciales. Estos bosques varían mucho en carácter, calidad y estado sucesional, y así se encuentran, desde bosques vírgenes de regular estatura y densidad con volúmenes apreciables de madera útil hasta bajas espesuras arbustivas y de árboles enanos sobre suelos fuertemente erosionados o en laderas tan empinadas que hasta llega aflorar la roca madre. Los más accesibles de estos montes, buenos y malos, han sido explotados en un grado u otro para materiales de construcción local, leña y cortezas taníferas (de carapacho y aliso). En otros lugares de esta formación, la vegetación leñosa es secundaria, invasora de terrenos cultivados o pastoreados temporalmente o sin éxito y luego abandonados. Con el alarmante crecimiento demográfico en las áreas rurales de la sierra vecina, tales terrenos son hoy día el objeto de nuevas y extensas incursiones destructivas, con el propósito de obtener

* L. R. Holdridge, "The Alder" Alnus acuminata, as a Farm Timber Tree in Costa Rica". The Caribbean Forester, 12(2):47-57.



Figura 51
Bosque húmedo montano bajo: Asociación climática en la carretera Huánuco-Tingo María poco antes de Carpish. Establecimientos de pequeños propietarios con cultivo intensivo de maíz, hortalizas y frutales sin riego. Los montes vírgenes del **bosque muy húmedo montano** se hallan ubicados dentro de los cerros que aparecen en la fotografía.

maderas y leñas y luego cultivo y pastoreo. Extensas áreas de monte se destruyen cada año prendiendo fuego a la purma al fondo de las laderas y vertientes durante la estación seca. Después de las quemadas, se rozan los tallos y siembran maíz, pituca y rocoto o aún se admiten las cabras para pastorear. En pocos años la delgada capa de suelo ha desaparecido y los terrenos son abandonados, pero la vegetación secundaria es muy pobre y demora muchos años para que aún se restablezca.

Es imprescindible que las áreas de tales asociaciones edáficas xeroseriales sean mantenidas permanentemente bajo una cubierta forestal para la protección del suelo, del habitat forestal productivo y para la regulación hidrográfica que ejercen. En vista de las dificultades de explotación y transporte de trozas y maderas en estas regiones quebradas, también al carácter generalmente pobre del monte, es claro que tales terrenos nunca van a atraer la industria particular forestal como dueños para darles un manejo permanentemente intensivo en turnos cortos. Por eso, se recomienda que después de su debido reconocimiento técnico, se establezcan Bosques Nacionales (de Protección) en las áreas predominantemente malas, prohibiendo toda alineación a particulares y explotación del monte, y para las áreas menos malas, que se ponga en vigor una reglamentación que restrinja el aprovechamiento de la producción forestal por parte de particulares.

Uso de la Tierra

Dondequiera que la topografía y las facilidades para el transporte lo permitan, hay de regulares hasta elevadas poblaciones rurales en las áreas comprendidas por el bosque húmedo montano bajo. De donde se deduce que no puede estar muy despoblado. Por eso hay bastante variación de lugar a lugar y aún en el mismo distrito geográfico. Pero excepto al norte de 7 grados latitud sur, y al oeste del río Marañón sobre las mesetas intrandinas antes mencionadas, la proporción de terrenos útiles no ha sido suficientemente grande en cualquier localidad para el establecimiento de centros urbanos de significación.* Las haciendas grandes y poblaciones nucleares de pequeños agricultores (comunidades indígenas) son raras: en la mayoría de casos, la formación se tipifica por la vivienda aislada y dispersa, con fincas pequeñas hasta medianas en tamaño y operadas por los propios dueños y sus familiares solamente. En este sentido, la organización social y económica es algo parecida a lo que se encuentra en las partes más accidentadas de la vecina formación bosque seco montano bajo. La mayoría de los operadores son indígenas. En las áreas más pobladas, aquellas ubicadas más cerca del interior de la sierra, en donde la fisiografía es menos abrupta en promedio y el clima es más seco y frecuentemente más frío, han sido dueños de las tierras que cultivan quizás durante siglos. Pero más abajo y hacia el exterior de las vertientes, en donde la formación ocupa terrenos de pronunciado relieve y pendiente y en donde el clima se acerca a aquel propio de las formaciones perhúmedas de la Ceja de Montaña verdadera, son prevalecientes aún hoy día las condiciones de una frontera agrícola. En estos lugares, la densidad humana es todavía baja, las fincas frecuentemente bien separadas una de la otra y una gran parte del terreno sigue cubierto con montes sin explotar.

* Panoa, Oxapampa y Sandia, ocupando la transición entre esta formación y el más cálido bosque húmedo subtropical, estas excepciones reflejan condiciones especiales, relativas también al transporte por carretera.

Se puede reconocer esta formación fácilmente en sus partes más pobladas por la absoluta dominancia del maíz como cultivo y la preponderancia de pequeños campos cultivados. El maíz es una planta importantísima en la alimentación del campesino, y para los pocos animales domésticos -- que posee cada familia. La economía es principalmente de subsistencia. En los sitios desde donde se pueden exportar otros productos económicamente a los mercados distantes, se pueden especializar en verduras y hortalizas, alfalfa y flores comerciales. Cercano a los límites superiores y más secos, siembran con más frecuencia el trigo, centeno, cebada y papas. Pero éstos también, debido al elevado costo de transporte, son usados mayormente en la alimentación familiar o en trueque local.

En algunos sectores, se encuentra haciendas más grandes dedicadas a la ganadería, en especial a la lechería. Fabrican mantequilla y queso que pueden soportar los gastos de transporte al mercado. Tal producción está bien indicada aquí en donde el clima favorece a los vacunos de leche y la fabricación de sus derivados grasosos, en donde hay una preponderancia de terrenos demasiado inclinados para su cultivo abierto y en donde los pastos de la zona templada dan tan buenos rendimientos como la alfalfa, trébol y otras leguminosas. Aquí, prospera el kikuyo, * varias especies de Axonopus, avena (Avena sativa), agrostide (Agrostis alba), y otros pastos exóticos de las regiones templadas del mundo. Probablemente hay varias otras gramíneas nativas que son nutritivas y que prosperan también en esta formación.

Debemos mencionar la excelencia de este clima para el cultivo de ciertos frutales de clima templado: la fresa (Fragaria spp.), zarzamora y frambuesa, (Rubus spp.) de las cuales varias son nativas de la formación, producen bien y están sujetas a un mejoramiento bajo cultivo; varias variedades de albaricoque, capulí, ciruela, melocotón y durazno (Prunus spp.); manzana (Malus pumila); kaki (Diospyros kaki); membrillo (Cydonia oblonga); chirimoya (Annona cherimola); y manzanita (Crataegus sp.). Después de un buen programa de experimentación, de selección y mejoramiento de las variedades más productivas para las condiciones de fotoperiodismo aquí presentes, los huertos de frutales arbóreos y arbustivos deben ofrecer una de las mejores perspectivas para la futura economía de las áreas de moderada gradiente. Tras la construcción de terrazas individuales o andenes, o con pastos protectores del suelo, puede producirse sobre pendientes aún mayores sin peligro de erosión. Aunque los frutales necesitaran de antemano buenas facilidades de transporte al mercado, serían muy apropiados para su cultivo comercial de parte de agricultores pequeños, empleando solamente la labor del dueño y de su familia.

* Esta gramínea estolonífera originaria del Africa, parece que fue introducida al Perú hace muchos años. Su hábito de invasión de los terrenos de cultivo, de los cuales es casi imposible erradicarla después, sin el uso de maquinaria y costosos herbicidas, le ha dado una reputación muy mala entre los agricultores de la Sierra. Sin embargo, esta planta está entre las más nutritivas para el ganado. Resiste la sequía temporal magníficamente y ofrece la mejor protección para el suelo de potreros establecidos sobre las laderas que predominan en esta formación. Pregunto si no es mejor atraer al enemigo que luchar infructuosamente contra él?



Figura 52

Bosque húmedo montano bajo: Cuenca hidrológica del Río Paucartambo entre Santa Isabel y Yaupi. Cultivo temporal, quemas y pastoreo de cabras por indígenas ha causado la destrucción del bosque en el lado derecho del río, mientras la destrucción empieza sobre las laderas de la izquierda.

Foto cortesía de E. Smith (1281)



Figura 53

Bosque húmedo montano bajo: Maíz sembrado sobre un banco alto en el Bosque Nacional de Mesapata, arriba de Santa Isabel, Río Paucartambo. Montes vírgenes de asociaciones edáficas sobre laderas en que predomina el "pino rojo" (*Podocarpus* sp.) y el "carapacho" (*Weinmannia* spp.)

Foto cortesía de E. Smith (1292)

Entre los árboles maderables de mucho interés para su cultivo por los agricultores en esta formación son, además del aliso, varios pinos nativos de ella pero exóticos en el Perú. El más interesante desde el punto de vista comercial y ecológico es Pinus pseudostrobus (de Guatemala). Otros con bastante porvenir son P. oocarpa (excelente por su producción de resina, la fuente principal de trementina y aguarráz), P. montezuma var. rudis, P. strobus var. chiapensis, P. ayacahuite (todos nativos en México y Guatemala), P. occidentalis (de Santo Domingo y Cuba), P. canariensis (de las Islas Canarias), y el ciprés mexicano (Cupressus lusitanica). Pero hasta que no hayan sido probados experimentalmente en los terrenos más pobres, se puede recomendar que sean sembrados solamente en los terrenos de la asociación climática. A pesar de que los pinos son algo más lentos en llegar a su madurez para la explotación que por ejemplo, los eucaliptos, adaptados a crecer en este clima (E. viminalis, E. maculata, E. diversicolor, E. goniocalyx, E. maideni, E. punctata, E. regnans), su madera es mucho más valiosa y tiene una demanda fuerte en los mercados nacionales. Son además fáciles de producir en pequeñas plantaciones en fincas pequeñas, resisten la sequía temporal muy bien, y se pueden sembrar entre los pastos donde no serán en nada afectados por las quemadas, una vez que estén bien establecidos.

En fin, esta formación aún con sus limitaciones fisiográficas en el Perú tiene bastante importancia para el futuro. Para lograrlo, sería necesario proveer de mejores vías de comunicación con los centros de consumo, una buena dotación de servicios públicos en experimentación, extensión agrícola y ganadería, estudios detallados y levantamiento de mapas de suelos y clasificación de tierras y, en fin, la promulgación de una sana política forestal para la protección de los terrenos no agrícolas, la producción de maderas y el manejo de las cuencas hidrográficas. Aquí vale la pena invertir plata y programas para el mejoramiento de la vida rural.

CAPITULO 23

BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO *

Localización y Condiciones Atmosféricas

Igual que las otras formaciones perhúmedas y superhúmedas incluidas en la llamada Ceja de la Montaña del Perú, el bosque muy húmedo montano bajo ocupa un puesto integral de suma importancia en la hidrología y régimen fluvial de las llanuras amazónicas del este. A pesar de que se incluye un total de 24,869 Km² del territorio nacional, aún hoy día queda mayormente sin ocupación humana y cubierto con tupidos bosques vírgenes. Debe permanecer en este estado permanentemente en el futuro porque no es aconsejable que estos terrenos sean colonizados por agricultores o ganaderos. Además de las muchas dificultades de carácter puramente climático que se abarcan, la topografía y también los suelos son mayormente adversos al establecimiento de una agricultura continuada. En su estado primitivo, los bosques naturales de esta formación contienen apreciables cantidades de maderas útiles. Si a la zona que abarca esta formación, se le suministrara un buen manejo técnico forestal, convendría darles a los terrenos menos empinados una ordenación con fines de producir maderas industriales en forma continuada. Los terrenos de pendientes más fuertes, que generalmente son pobres, lentos de restablecerse después de su explotación, debieran quedar siempre bajo vigilancia estatal como Bosques Nacionales (Protectoras).

El bosque muy húmedo montano bajo es un fenómeno orográfico de las vertientes exteriores de los Andes orientales. Ocorre solamente en donde las vertientes son plenamente expuestas a las masas de aire provenientes de la Hilea amazónica, en donde estos aires cálidos y húmedos, forzados a ascender a alturas mayores de 2500 metros, se enfrían adiabáticamente y producen condiciones de inestabilidad atmosférica y frecuentes lluvias sobre el piso altitudinal montano bajo.

En casi todas partes, la formación colinda en su parte baja con su prototipo templado-cálido, bosque muy húmedo subtropical, a la cual se parece mucho. Sus diferencias ecológicas radican mayormente en la consecuencia que producen sus menores temperatu-

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bmh-MB, y en color verde tono tercero.

ras medias diarias y la ocurrencia de temperaturas mínimas absolutas que son demasiado bajas para el crecimiento de las plantas y animales típicamente tropicales.

Normalmente, se encuentra la línea de transición entre estas dos formaciones perhúmedas en la zona entre 1600 y 1900 metros sobre el nivel del mar. Esta línea varía localmente según los factores de clima y topografía que son responsables por la ocurrencia de temperaturas mínimas críticas de noche (probablemente 3 hasta 6 grados C.). Esta línea de transición entre las formaciones perhúmedas varía, pero en general se puede decir que mientras más lluviosa y más expuesta se encuentre la zona, a la acción de los aires fríos de las laderas superiores, tanto más bajo se encontrará la citada línea. Es improbable que se presenten temperaturas menores que el punto de congelación del agua, y que se produzcan heladas o escarchas, debido a la elevada de humedad y nubosidad nocturnas.

En su límite superior, la formación se une más frecuentemente con el bosque muy húmedo montano (formación que recibe solamente la mitad de la precipitación total por año pero que es más fría) en elevaciones que varían aproximadamente entre 2500 metros (donde es más húmedo) hasta 2800 metros (donde es más seco). En donde las vertientes de este piso son cortadas profundamente por valles laterales que se dirigen hacia el interior de la sierra, las lluvias disminuyen también y la formación cambia progresivamente hacia el interior, desde las elevaciones menores hasta las superiores, a la más seca y menos nublada formación bosque húmedo montano bajo.

Debido a la fuerte pérdida de humedad atmosférica sobre los pisos más bajos de las vertientes exteriores, las cantidades absolutas de lluvia tienden a decrecer progresivamente en su ascenso por estas vertientes hacia el interior de los Andes, con un cambio notable cercano a los límites superiores del piso montano bajo. Allí se puede distinguir un aumento apreciable en el grado de nubosidad terrestre y cierta tendencia en las lluvias individuales a disminuir en fuerza y en intensidad y a prolongarse en duración. Solamente en aquellos sitios, donde las vertientes suben muy abruptamente a grandes alturas, directamente desde las llanuras amazónicas y en donde son bien opuestas al pasaje de los vientos del norte y noreste, ocurren lluvias anuales mayores de 2000 mm., dando lugar a la formación superhúmeda bosque pluvial en el piso montano.

Es de suponer entonces que la precipitación total en la mayoría del área comprendida por esta formación no sobrepasa los 2500 o los 3000 mm. por año en promedio (aunque el rango completo para los límites teóricos de la formación es desde 1800 hasta 3800 o un poco más). Esta cantidad es un poco menor que el promedio correspondiente a su prototipo subtropical. Pero, debido a la menor efectividad térmica reinante, al efecto neto con relación a la evapotranspiración, a la humedad atmosférica, y al escurrimiento (absoluto) es aproximadamente igual para los dos. Así, en donde la temperatura media anual es 14.0 grados C. y la precipitación anual es 2800 mm. (el promedio para la formación), solamente 29 por ciento de la lluvia anual es devuelta a la atmósfera directamente (825 mm.) mediante la evapotranspiración de la asociación climática considerada en su estado virgen. El resto, unos 1975 mm. por año, llega al sistema fluvial en forma de escurrimiento con todos los efectos deletéreos sobre el suelo, ya enumerados para otras formaciones perhúmedas. Dondequiera que sean desmontados los bosques naturales para crear campos de cultivo o potreros, aún en donde se ha explotado el bosque para maderas, el porcentaje de la lluvia que se escurre es mayor debido a la pérdida de una gran parte de la transpiración y de la interceptación arbórea.

En efecto, este clima es aún peor desde el punto de vista agropecuario, en comparación con aquel descrito, con más detalle, para la formación bosque muy húmedo subtropical. En todo el año existe escasamente un mes en que el suelo y la vegetación no están mojados continuamente, pues cuando no llueve, siempre hay lloviznas o neblinas espesas que cubren la tierra durante una parte del día o por lo menos, durante la noche. La estación "seca" tiene una duración de apenas un mes en promedio y, debido al almacenamiento de la humedad sobrante en los suelos, solamente se secan, hacia el fin del período seco (mediados de julio a agosto), aquellos más litosólicos y excesivamente drenados. Todos los suelos aluviales, coluviales y zonales potencialmente utilizables para la agricultura o ganadería quedan húmedos y su vegetación verde durante esta estación. Por eso, es muy difícil si no imposible emplear las quemas para limpiar las rozas o para renovar los potreros de invasoras leñosas. Peor aún, los trabajos de cultivo son obstaculizados casi durante todo el año por la condición fangosa de los suelos y por su susceptibilidad a la erosión acelerada en cuanto se exponen a la intemperie. Además, es útil anotar, que existe cierta variación de año a año. Hay unos años durante los cuales la corta estación seca "promedio" no se presenta de ninguna manera, creando una situación tan indefinida que impide toda posibilidad para planificar las actividades de campo.

Además de los obstáculos climáticos, se añade a la agricultura permanente, en esta formación, las condiciones de insalubridad para plantas y animales. La humedad relativa permanece muy elevada, excepto alrededor del mediodía, en aquellos días que brilla el sol. Por eso, el ambiente es especialmente favorable al desarrollo de organismos criptogámicos, sobre todo es propicio al desarrollo de los hongos que atacan las plantas cultivadas; y de las bacterias que producen infecciones respiratorias en los animales. Debido al frío en combinación con la humedad, el clima es insalubre para los seres humanos, produciendo depresión física y psicológica en el ánimo de las personas.

Topografía, Vegetación y Suelos

Estudios en otros países indican que esta formación nunca ocurre extensivamente, excepto sobre vertientes de montañas de fuerte relieve y marcada inclinación topográfica. El Perú, parece que no es una excepción a la regla general. Excepto para el bosque pluvial montano bajo, no existe otra formación en todo el país debajo de la formación nival misma con terrenos tan empinados y accidentados. Aquí nunca se encuentra el bosque muy húmedo montano bajo sino que la tierra es montañosa y en un estado de erosión geológico avanzado entre premaduro y maduro, donde alternan valles y lomas afiladas que casi siempre toman la forma de ves y ves invertidas. Generalmente, las laderas que los separan son largas e interrumpidas por numerosas y profundas líneas fluviales menores. En algunos sectores el relieve es tan pronunciado que una sola ladera se extiende completamente a través de la formación sin terminarse allá en un valle y/o loma con las mismas características climáticas. Los terrenos planos y de baja gradiente son muy raros; pues, predominan las laderas de 60 por ciento o más de gradiente y hay trechos extensos en donde la pendiente es mayor de 100 por ciento.

El sistema de drenaje es típicamente complicado, pues consiste en una multiplicidad de torrentes, riachuelos y ríos pequeños cuyos cursos conforman en parte los pliegues

de estructuras geológicas menos resistentes a la erosión fluvial. Se encuentran valles y vallecitos cuyas bases son generalmente muy estrechas y sesgadas. El flujo de los caudales, aún de los pequeños, es constante durante el año y las corrientes son rápidas y alborotadas debido al carácter pedregoso de sus pisos y orillas. Durante los meses más lluviosos del período comprendido entre diciembre y abril, se rebosan sus cauces normales hasta el extremo de inundar todo el fondo de los valles y cortar más profundamente sus lechos pedregosos y minar sus orillas. En consecuencia, casi no existen terrazas aluviales, bancos o terrenos coluviales en la base de las laderas. Las materias orgánicas y elementos minerales finos erosionados de los terrenos altos, al igual que los montes de tierras deslizadas cuando ocurren los aluviones periódicos, son todos arrebatados y llevados hasta las llanuras amazónicas cuando el río está en creciente. Aún en los casos en que se presentan valles grandes que atraviesan la formación, se encuentran bancos de piedra, cascajo y arena sin ningún valor agropecuario. Tales bancos, poco duraderos, se encuentran bordeando los cauces. Pueden apreciarse cuando disminuyen los caudales de agua.

Debido al muy elevado ritmo de erosión fluvial, muchas de las laderas exceden el ángulo natural de reposo de sus minerales constituyentes. Solamente las rocas más duras pueden resistir la acción química y mecánica de las aguas de escorrentía. Con pocas excepciones los estratos geológicos de la superficie se encuentran profundamente meteorizados y permeables al agua. Por lo general, ambos, suelo y subsuelo son inestables y muy susceptibles a la erosión laminar, al desplome lento (soliflucción) y, en algunos lugares, al deslizamiento y derrumbe. Durante los meses más lluviosos, las pérdidas por erosión laminar son, con toda probabilidad, enormes. La evidencia para tal aseveración se funda en la frecuencia con la cual se presentan los aluviones. Estos se marcan en las laderas más empinadas, produciendo grandes heridas verticales en los montes vírgenes que los cubren. En tanto que la mayoría de estas áreas están ubicadas en zonas de fallas geológicas, los temblores periódicos y terremotos dan origen a deslizamientos de gran magnitud que destruyen todo en su camino. Por tales razones, aún el simple cruce de carreteras, por los terrenos pertenecientes a esta formación, resultan muy costosos y peligrosos. Los ingenieros deben evitar de hacerlo en lo posible.

No hay buenas descripciones de los suelos de esta formación. Debido a su inaccesibilidad y su condición pristina aparente, nadie ha intentado su estudio científico todavía. En vista de las condiciones antes enumeradas, es de suponer que son inmaduros en gran parte, ya que los suelos zonales o climáticos verdaderos ocupan una pequeña fracción del área total y que aún estos son muy susceptibles a la erosión acelerada cuando sean desprovistos de su cubierta protectora, de bosque natural. A pesar de que la meteorización de la roca madre debe ocurrir a un ritmo variable entre moderado y elevado, como lo acredita el espesor del horizonte C del suelo, el ritmo de erosión superficial es probablemente bastante mayor que aquél correspondiente a la edafización real en las laderas con gradientes mayores al 40 por ciento, es decir, sobre la mayor parte del área en cualquier localidad. Así, dondequiera que la pendiente supere a 80 por ciento, más o menos, uno nota que la vegetación natural es siempre muy reducida y pobre, indicando allí la presencia de suelos verdaderamente litosólicos.

En vista de la ausencia de datos verdícos, es posible suponer que en aquellos lugares donde se ubique los suelos zonales o climáticos, tengan características intermedias entre aquéllas descritas para el bosque muy húmedo del piso subtropical inferior y la del

piso montano superior. Es probable que sean laterizados y podsolizados en un grado aproximadamente equivalente. Que sean de profundidad mediana; que sus bases se hayan perdido por lavado; que su reacción o pH oscile entre ácido y muy ácido en todos los horizontes. Que se trate de suelos permeables, de textura franco hasta franco-arenoso cerca de la superficie pero que sean más arcillosos en el subsuelo; de color pardo, gris-pardo y oscuros en la superficie, debido a apreciables acumulaciones de materia orgánica de lenta oxidación. Esta coloración se torna más amarillenta hacia abajo debido a la predominancia de arcillas ferrosas eluviadas del horizonte A. Aparentemente son suelos de baja fertilidad natural y de muy dudoso valor para una producción continuada de pastos o plantas herbáceas cultivadas.

Estos suelos corresponden solamente a los pequeños y esparcidos trechos donde las laderas son de baja o moderada gradiente y en donde la vegetación natural pertenece a la asociación climática de esta formación. Se han formado bajo condiciones de elevada humedad, temperaturas frescas y con todas las influencias de un bosque siempre verde, denso y alto.

En su estado virgen, el bosque de dicha asociación tiene una fisonomía imprevista, debido a la presencia de numerosos individuos del gimnospermo llamado "ulcumanu" (Podocarpus utilior, P. rospigliosi (?)) en una mezcla con unas 25 especies de angiospermas. De los tres estratos arbóreos, que se encuentran, el principal consta de árboles grandes con diámetros (d.a.p.) de entre 60 y 120 cm., troncos rectos y libres de ramas mayores hasta los dos tercios de su altura total. Esta varía entre 25 y 30 metros. Los dos estratos inferiores, alcanzan alturas promedio de 19 y 12 metros aproximadamente, y están compuestos de árboles con fustes muy delgados y frecuentemente curvados y defectuosos, en la parte interior de la formación. En algunas localidades se ve grandes emergentes del susodicho ulcumanu que llegan hasta 40 metros o más de altura y entre 90 y 180 cm. de diámetro (d.a.p.). Dondequiera que estos formen macizos, se halla solamente un estrato arbóreo inferior, siendo éste muy tupido y presentando un dosel cerrado pero de altura muy irregular.

La vegetación arbustiva y herbácea del sotobosque y piso terrestre es generalmente rala y esciófita debido a la intensiva competencia radicular de las plantas mayores y a la poca luz que penetra por los tupidos doseles superiores. Al igual que en el caso de otras formaciones perhúmedas descritas, las plantas heliófilas menores han sido obligadas a subir hasta las copas y horquillas de los árboles dominantes las cuales están, a menudo, bien cargadas con epifitos de todas clases, pero en especial de orquídeas y bromeliáceas. Hay una regular, hasta elevada abundancia de trepadoras esciófitas, helechos, musgos y líquenes sobre los tallos sombreados, pero las lianas tan comunes en las partes bajas de los bosques de las tierras cálidas, son muy escasas y de reducido tamaño.

Sobre el piso del bosque se encuentra muchos helechos y musgos, cubriendo una espesa alfombra de restos orgánicos, y una rala cubierta de hierbas dicotiledóneas mayormente en Calceolaria, Peperomia, Pilea y Viola. En el sotobosque arbustivo son muy frecuentes los helechos arbóreos (Cyathea y Alsophila), una Carludovica sin tallo aéreo, pequeñas palmeras en Ceroxylon y Geonoma y otras monocotiledóneas arbustivas o trepadoras tal como Bomarea spp., Canna sp., Smilax sp. y Anthurium spp., y localmente en pequeñas abras, matas del carrizo (Chusquea spp.). En el estrato intermedio hay una regular abundancia de palmeras más grandes (Ceroxylon spp.).



Figura 54
Bosque muy húmedo montano bajo: Asociación edáfica sobre Taderas de pendiente fuerte arriba de Chinchao, carretera Huánuco-Tingo María. A pesar de las dificultades impuestas por el terreno a este bosque se le ha extraído todas las maderas valiosas de la parte cercana a la carretera. Obsérvese la abundancia de céticos (Cecropia spp.) y helechos arbóreos.

Según Weberbauer, los árboles de esta asociación climática son en gran parte especies que pueden desarrollarse también en forma de arbustos.* A esta categoría pertenecen varias especies de carapacho (Weinmannia spp.) y moena (Ocotea spp. y Nectandra spp.), algunas podocarpaceas (P. oleifolius, P. montanus), y especies en Ilex, Brunellia, Laplacea, Clusia, Solanum, Palicourea, Eurya, Oreopanax, Didymopanax, Prunus, Rapanea, Hedyosmum, Clethra, Drimys, Hieronyma, Rhamnus, Cinchona, Ternstroemia, Schefflera, y varios Myrtaceas. Tales especies son importantes componentes del bosque primario en donde los suelos son profundos y también se encuentran formando asociaciones edáficas sobre los suelos más delgados y litosólicos de las pendientes mayores. En general, estas asociaciones edáficas son menos complicadas florísticamente y bien reducidas en estatura. En el mejor de los casos, constan de dos estratos arbóreos y raras veces sobrepasan 15 metros de altura total. Debido a la inestabilidad del suelo, los tallos dominantes son frecuentemente inclinados o curvados hacia abajo, el rodal es menos tupido en su parte superior, y se encuentra relleno con trepadoras, carrizo y helechos arbóreos, en su parte inferior. Sobre los suelos litosólicos, la vegetación vuelve a ser enana sobre grandes trechos.

Otro tipo de vegetación bastante común en esta formación es la de carácter secundario, la cual se establece sobre las tierras descubiertas por aluviones y deslizamientos. En cuanto el subsuelo desnudo sea flojo y profundo, la sucesión es rápida y exuberante. Las invasoras primarias incluyen un cetico muy vistoso (Cecropia sp.), especies de Bocconia, Rubus, Oreopanax, Solanum, Embothrium, Baccharis y carrizo (Chusquea spp.), ó en algunas instancias, por comunidades tupidas y casi exclusivas del aliso (Alnus jorullensis). Estas plantas forman siempre marañas hechas aún más impenetrables por enredaderas y trepadoras zarcillosas. Pero en donde aflora la roca madre sin descomponerse o un subsuelo pedregoso, la sucesión es más lenta y mayormente herbácea y arbustiva en sus primeras etapas; consiste de muchos líquenes y briofitas, helechos, orquídeas, algunas begonias, Gunnera spp., varias gramíneas bromeliáceas y algunos arbustos de Weinmannia, Fuchsia, Tibouchina y varios otros melastomáceas, Gaiadendron, Viburnum, Siparouna, Roupala, Symplocos y otras especies que logran dimensiones arbóreas en las asociaciones primarias cercanas.

Uso de la Tierra

La escasa población humana que hay en esta formación se halla concentrada a lo largo de las tortuosas carreteras y viejos caminos que la atraviesan para conectar la sierra y la montaña baja. Mayormente, esta gente se ha establecido recientemente y no viven de la agricultura, aunque los numerosos trechos en purma y barbecho al lado de los caminos cercanos a sus aisladas chozas rústicas indican claramente que la han probado brevemente y sin éxito. Son casi todos gente humilde, obreros, empleados en las eternas faenas de reparación de las carreteras mismas y en la limpieza de derrumbes que tanto las obstaculizan durante la estación de máximas lluvias, ó son comerciantes que ofrecen gasolina, repuestos, albergue y comida a los camioneros o muleros. En donde haya una ca-

* Op. cit. pp. 517-573.

carretera de reciente construcción que atraviesa la formación, se encuentra con frecuencia madereros empeñados en la tala y arrastre de los troncos más valiosos. Debido a las dificultades topográficas, explotan solamente una estrecha faja bordeando la carretera misma y mayormente en la falda superior, empleando la gravedad misma como fuerza propulsora para hacer llegar los troncos a la carretera. Limitadas por las técnicas primitivas de explotación comúnmente empleadas, las maderas grandes y más útiles aprovechables se agotan rápidamente y el bosque queda abandonado pues tiene que recuperarse naturalmente.

Alejándose poca distancia de las carreteras y caminos, se encuentra que las tierras en esta formación quedan enteramente sin pobladores de alguna clase. Abarca terrenos entre los menos accesibles y más inhospitarios de toda la Ceja de la Montaña.

Claramente se ve que muy poco de esta área tiene porvenir agropecuario. Esto se debe reconocer oficialmente porque cualquier atentado de colonizarlo resultaría un rotundo fracaso y positivos daños a los valores e intereses del pueblo, tanto adentro como afuera de las áreas colonizadas. Habrá miseria social y pérdidas económicas casi inmediatas para los que intentan establecerse allí ya que los terrenos una vez desmontados, no producen. La deforestación de sus montes naturales con propósitos de establecer cultivos o potreros causará fuertes erosiones y deslizamientos, reduciendo la capacidad de infiltración y aumentando el escurrimiento sobre la superficie. Los numerosos torrentes, riachuelos y ríos, ahora limpiecitos y de flujo regular a través del año, serán ensuciados con sedimentos y estarán sujetos a pronunciadas subidas y bajadas, perdiéndose en gran parte su potencial para la futura producción de fuerza hidroeléctrica y para regular el caudal de los grandes ríos de la tierra baja. Además, el empobrecimiento de los suelos resultará en una reducción de su potencial para una continua producción de maderas forestales, el único aprovechamiento económico directo que se puede proponer técnicamente para ellos.

Sobre una apreciable parte del área de cualquier localidad en esta formación, las condiciones de topografía y suelos son adversos en un grado u otro a la ordenación forestal con fines productivos, en especial, por parte de dueños particulares. Estos terrenos son los trechos que hoy día son cubiertos con bosques primarios de baja estatura y mala forma. Contienen bajos volúmenes y calidad pobre de maderas y su turno económico después del primer corte será muy lento, quizás más de 100 años. Servirán solamente para la protección de cuencas hidrográficas y como refugio de la vida silvestre. Fuera de los trechos esparcidos de más baja gradiente y suelo más profundo, indicados hoy día por la mejor calidad de su vegetación natural, no se encuentran áreas suficientemente grandes y continuas para la formación de unidades económicas industriales: considerando la topografía prevaleciente, el costo de su ordenación sería excesivo para individuos o compañías particulares.

En consideración a todas estas condiciones, sería muy aconsejable la inmediata incorporación de todos los terrenos fiscales que son incluidos en esta formación* en los antes propuestos Bosques Nacionales (Protectoras), así prohibiendo toda alineación a particulares en el futuro y asegurando la protección bajo vigilancia estatal de sus valores hidrográficos y su utilización para la producción extensiva de maderas bajo estrictas

* Igual que para el caso de las siguientes formaciones perhúmedas y superhúmedas colindantes: bosque pluvial subtropical; bosque pluvial montano bajo; bosque muy húmedo montano; bosque pluvial montano.



Figura 55
Bosque muy húmedo montano bajo sobre pendiente arriba de la carretera entre Carpish y Chinchao. La vegetación secundaria consiste casi exclusivamente de "carrizo" (*Chusquea* spp.) el cual se ha desarrollado después de la explotación completa del monte primario.

normas técnicas. Sería recomendable, además, que se promulgue reglamentación y vigilancia en cantidad y calidad suficiente para prohibir el uso agrícola y ganadero de terrenos particulares y comunales que exceden 40 por ciento de gradiente en esta formación como también la legislación que facilitaría la eventual adquisición de tales terrenos por el gobierno y su inclusión también en el antedicho sistema de Bosques Nacionales.

En las pocas áreas en donde la topografía es más suave sobre trechos extendidos y en donde los suelos son bien profundos y bien oreados, es posible, aunque no muy recomendable, establecer una pequeña industria de lechería basada en pastos de la gramínea "kikuyo" (Pennisetum clandestinum). El árbol "aliso" puede ser esparcido sobre los potreros para evitar la erosión, fijar nitrógeno y proveer una cosecha maderera suplementaria, como es la práctica en esta formación en Costa Rica.* Sobre tales suelos, también es posible sembrar las hortalizas de hoja comestible como coles, espinacas, lechugas, etc., pero la excesiva humedad es demasiado favorable a los patógenos fungosos para la producción de cualquier grano o tuberoso.

Entre las especies forestales exóticas más indicadas para su siembra comercial en esta formación están las siguientes: (a) el ciprés Mexicano (Cupressus lusitancia Mill.); (b) el pino de Brasil o "Pino Parana" (Araucaria angustifolia); (c) Pinus montezumae var. rudis (de Guatemala); (d) el pino insigne (Pinus radiata D. Don.); y como experimento solamente, (e) el pino Oregon (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco), para la producción de ambos madera y árboles de navidad; (f) Pinus pseudostrobus (de Guatemala); y (g) Eucalyptus regnans. Entre las especies nativas de la formación en el Perú, son muy indicados para sembrarse el ulcumanu (Podocarpus utilior) y el aliso (Alnus jorullensis).

* L. R. Holdridge, op. cit. (1951) pp. 53-58.

CAPITULO 24

BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación templada y superhúmeda es, sin duda, la menos conocida de todas las zonas de vida natural existentes en el Perú. En el mapa se ha reconocido solamente unos 1,941 Km², pero es altamente probable que hayan numerosas áreas pequeñas adicionales esparcidas a lo largo de las vertientes orientales de los Andes dentro de las áreas ya señaladas como bosque muy húmedo montano bajo. Debido a la abrupta topografía y completa inaccesibilidad de tales áreas, no ha sido posible ubicarlas en la carta.

Aunque sus condiciones ecológicas no se conocen muy bien por falta de estudios adecuados sobre el terreno, es bien claro que la formación, igual que su prototipo más cálido el bosque pluvial subtropical, no tiene ningún valor agropecuario ni actual ni potencial. Por tales razones no merece más que unos comentarios muy generalizados en esta memoria.

Pertenece como las otras formaciones superhúmedas en el Perú, a aquellos contrafuertes, escollos y serranías de la Ceja de Montaña los cuales son más expuestos a los aires húmedos que cruzan la selva Amazónica. En especial tiende a ocurrir en donde las cimas son estrechas y en donde las alturas máximas no sobrepasan a unos 2600 metros sobre el nivel del mar, permitiendo así el pasaje libre y continuado de los aires superhúmedos, sin mayor ascensión local, sobre el piso montano bajo. Bajo estas condiciones fisiográficas, hay lluvias orográficas o una alta nubosidad casi diaria, ya sea que los vientos provengan del norte, del este o del sur y aún durante los meses del verano cuando el aire es poco saturado con humedad a elevaciones menores.

Es indiscutible que las condiciones climáticas por sí mismas son suficientemente extremas para prevenir cualquier establecimiento agrícola o ganadero, aún sobre los escasos trechos de terrenos relativamente planos. Estimamos que no existe ningún dato mete-

* Esta formación ha quedado representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bp-MB, y en color violeta, tono tercero.

reológico para estas zonas y que el promedio de precipitación total anual sobre los terrenos que abarca es alrededor de 4500 mm. (El mínimo para esta formación es unos 3800 mm.). Tal cantidad de lluvia es enorme y desastrosa en sus consecuencias sobre todo cuando se considera las condiciones de topografía y de temperatura reinante. En promedio, menos del 20 por ciento de la precipitación total es devuelta directamente a la atmósfera en forma de evapotranspiración del suelo y de la vegetación. El 80 por ciento restante, equivalente a más de 3000 mm. de lluvia anual, es pura escorrentía. Cualquier destrucción de la cubierta natural boscosa tendría el efecto de aumentar la proporción de la lluvia total que escurre sobre la superficie del suelo, y a través de su perfil.

En lo que se refiere a las temperaturas medias anuales estas decrecen progresivamente desde unos 17°C. alrededor de los 1600 metros de altura hasta unos 12°C. entre 2400 y 2600 metros. Suponemos que las temperaturas sufren relativamente poca variación mensual, semanal y diaria, debido a que la radiación e irradiación de calor se ve obstaculizada por la casi continua y elevada nubosidad y saturación atmosférica. En el promedio del año no hay un solo mes en el cual, la lluvia sea menor que la evapotranspiración potencial, y en el que, el sol brille fuertemente durante muchas horas del día. El hombre, igual que sus plantas y animales domésticos, no puede prosperar bajo estas condiciones de clima.

Topografía, Vegetación y Suelos

El clima mismo contribuye mayormente a las condiciones extremas de topografía, suelos y vegetación que se encuentra en la formación. Las laderas originales producidas por el diastrofismo andino del terciario se han transformado localmente, por efecto de la fuerte erosión geológica a la cual han sido sometidas, y así se presentan hoy, mucho más accidentadas. Aunque una pequeña porción del área se encuentre según el Mapa Geológico del Perú,* en resistentes estratos paleozoicos o cretácicos, una mayor parte corresponde al área de estratos sedimentarios del terciario continental, poco resistentes al efecto erosional de los torrentes y riachuelos. Así, los suelos deben ser en el primer caso, litosólicos, los cuales en gran parte de la superficie que ocupan, tienen la roca madre expuesta a la superficie; y en el segundo caso, se trata de suelos poco desarrollados, a partir de una materia madre que es más suelta y frecuentemente meteorizada hasta apreciables profundidades. Dondequiera que haya tales materias sueltas, en muchos lugares las laderas son muy empinadas y aparentemente exceden al ángulo natural de reposo de sus minerales constituyentes, siendo bien susceptibles a deslizamientos periódicos. Tales áreas son fáciles de identificar desde el aire, pues muestran aluviones raños blancos o amarillos que parecen grandes heridas verticales en los montes verdes que los cubren.

En esta formación, efectivamente no existen terrenos aluviales o coluviales. Hay una multiplicidad de torrentes, riachuelos y ríos y éstos son rápidos y turbulentos durante casi todo el año, los cuales constantemente erosionan sus cauces y orillas. Sus lechos

* Op. cit.

son, pues, estrechos y pedregosos. Las pocas áreas planas existen solamente como vestigios de mesetas en las cumbres y éstos tienden a ser anegados por falta de drenaje superficial.

Casi nada sabemos sobre los suelos. Es de suponer que tienen características intermedias entre aquéllas descritas para el bosque pluvial del piso subtropical y aquéllas del piso montano, ya descritas en otros capítulos.

Tampoco se ha estudiado la vegetación natural con mucho detalle. No se ha encontrado una sola área que tenga las características de la asociación climática. Los montes naturales vistos son mayormente de reducida estatura, pues sus estratos superiores no alcanzan sino unos 20 a 25 metros. Se componen mayormente de árboles delgados y mal formados, con copas pequeñas y parcialmente muertas. Se nota un grado tremendo de epifitismo en estos bosques, principalmente de líquenes, musgos y helechos esciófitos que visten los tallos, ramas y ramitas, y aún las hojas viejas. En las horquillas y encima de las ramas principales de los árboles dominantes hay una abundancia de orquídeas y bromeliáceas. El sotobosque es normalmente muy tupido y contiene una gran abundancia de helechos arbóreos.

Estas condiciones aparentemente reflejan el efecto del clima y del exceso de escorrentía sobre los suelos y la topografía. Al igual que en el bosque pluvial subtropical, hay numerosos trechos en donde la vegetación natural es mayormente herbácea y arbustiva. Parece que nunca ha habido actividades humanas en estas áreas, con toda probabilidad han sido los sitios de anteriores deslizamientos naturales, ya cubiertos con vegetación secundaria. Podemos deducir, entonces, que tal inestabilidad es, probablemente la responsable de la apariencia pobre que presenta el bosque. Indiscutiblemente, tienen poco o ningún valor para la producción, presente o futura, de maderas para aserrío. Su composición florística está todavía por estudiarse, lo cual, por otro lado no es de mucha prisa.

Uso de la Tierra

Las tierras incluidas en esta formación no tienen ninguna población humana permanente. No hay una sola carretera que las atraviese en la actualidad y es imprescindible que no se construyan por estas zonas en el futuro. La tierra queda enteramente sin valor económico directo. La única función que puede tener es para la producción sostenida de aguas, en especial aquellas que mantendrán constantemente navegables los ríos principales de la montaña durante la estación seca. Con este fin, la totalidad de esta formación debe ser considerada como Bosque Nacional (Protectoras), con estricta prohibición de cederse a particulares con fines agrícolas o forestales.

CAPITULO 25

BOSQUE HUMEDO SUBTROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

En términos puramente climáticos, esta formación reúne condiciones especialmente favorables para el establecimiento humano y para el cultivo continuado de una gran variedad de plantas útiles. Es notable por ser el clima preferido de tales cosechas comerciales como el café típico (*Coffea arabica*), el palto (*Persea americana*) y muchas variedades de naranjas, toronjas y otros cítricos. Por tener temperaturas templado-cálidas distribuidas equitativamente durante todo el año, por la ausencia de escarchas o heladas nocturnas y por su óptima relación entre precipitación y potencial de evapotranspiración, se siembran aquí también la mayoría de las especies cultivadas en las formaciones vecinas, inclusive las más cálidas y las más frescas.

Desafortunadamente, la formación tiene poca área útil en el Perú. Hay en total solamente 30,640 Km² y, de esto, es dudoso que más del 10 ó 15 por ciento conste de terrenos planos y de baja pendiente, adaptados a la mecanización y al cultivo permanente de campos abiertos. La mayor parte del área se caracteriza por ser de acceso muy difícil, de marcado relieve y de fuerte o muy fuerte pendiente local. A excepción de un pequeño sector de las serranías, al sureste de Tumbes, el resto, se encuentra en los más grandes valles y cuencas tributarias ubicadas entre la alta sierra principal y las más bajas cordilleras y serranías orientales de los Andes.

En general el bosque húmedo subtropical tiende a ser una anomalía altitudinal del bosque seco tropical, ya que él ocupa los terrenos de menor elevación y los que presentan adecuadas condiciones orográficas y de abrigo, en la mayoría de los mismos valles y cuencas ocupadas por el bosque húmedo tropical.** Con pocas excepciones, el cambio

* Esta formación, se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bh-ST y en color olivo, tono segundo.

** Por estar en el sotavento de las cordilleras orientales más opuestas al libre pasaje advectivo de los vientos húmedos procedentes, a través de la selva Amazónica del norte y noreste.

del clima macrotérmico menos elevado, subhúmedo, al mesotérmico húmedo se efectúa suavemente y sin abrupto aumento en el total de precipitaciones. Lluve entre 1000 y 2000 mm. en ambas formaciones. Típicamente, el cambio ocurre entre 600 y 800 metros de elevación, que corresponde a la altura aproximada de la isoterma de 24°C ., o sea, donde las temperaturas sensibles son significativamente más frescas al hombre. En esta altura más o menos, la evapotranspiración potencial se reduce al punto de ser igual o aún menor que el total de lluvias anuales.

El límite superior de la formación, hasta que no sea determinado en elevaciones inferiores por lluvias en exceso de 2000 mm. anuales, se encuentra entre 1900 y 2200 metros sobre el nivel del mar. Este límite coincide con una línea de temperatura crítica (aparentemente de bajas temperaturas nocturnas o aún con el límite inferior de las heladas), correspondiente a temperaturas medias anuales que varían entre 18° y 16°C .. La posición exacta de este límite en cualquier lugar se determina por la latitud, por la exposición topográfica y, sobre todo, por la relación de evapotranspiración potencial. En general, cuanto más húmedo sea el lugar, localmente, más baja estará esta línea.

Desde el punto de vista agrícola, la lluvia es adecuada, generalmente bien distribuida y efectiva. No es excesiva. Para el año entero, la relación de evapotranspiración potencial varía entre 1.12 en el límite más seco y cálido y 0.50 en el límite más húmedo y fresco. El promedio para la formación (19.5°C ., 1600 mm.) es 0.78, dando un sobrante de unos 600 mm. de lluvia, en lo que se refiere a la evapotranspiración real, lo cual proporciona un margen adecuado para asegurarse contra años y meses anormalmente secos (a través del almacenaje en suelo y vegetación) y para contrarrestar las deficiencias normales estacionales. En fin, el escurrimiento que resulta no es excesivo, lo cual reduce hasta un mínimo sus efectos sobre los suelos (erosión y lavado); tales efectos tienden a ser distribuidos ampliamente durante toda la estación (o estaciones) húmeda del año. A base de los pocos datos meteorológicos disponibles se sabe que no hay un fuerte contraste en las cantidades estacionales. Lluve un poco más de dos veces que el potencial de evapotranspiración en los tres meses más húmedos (diciembre, febrero y marzo). Como contraste llueve por lo menos una tercera parte de este potencial en cada uno de los dos o cuatro meses de la estación "seca" (junio hasta setiembre). Solamente en los sectores más cálidos y secos de la formación, como en el distrito de Jaen y San Ignacio, sería deseable proveer riego suplementario para algunos cultivos comerciales. Normalmente, si hay una deficiencia de humedad en el suelo, esta es siempre ligera y de relativa corta duración (4-6 semanas). Si tal deficiencia ocurriera solamente al fin del verano seco, puede ser más beneficiosa que perjudicial, puesto que ayuda a la madurez de ciertas cosechas (maíz, arroz, etc.) o provoca la floración y polinización de otras: café, palto, cítricos, etc.

En lo que se refiere a la eficiencia térmica y al termoperiodismo del clima, éstas también son favorables al agricultor. Las máximas del día casi siempre alcanzan valores cercanos al óptimo para el crecimiento vegetal (que es alrededor de 30°C .). Las mínimas de la noche siempre bajan suficientemente para hacer mínimas las pérdidas de sus productos de fotosíntesis causadas por su respiración y translocación dentro de la planta. En verdad es probable que el crecimiento neto diario de muchas plantas de extensa distribución geográfica sea igual o superior a la alcanzada en el bosque húmedo y muy húmedo de la faja tropical, donde el promedio de variación diurna de temperaturas es apreciablemente menor.

Se debe mencionar también la relativa sequedad del aire, sobre todo en las horas del día, factor que contribuye a la reducida prevaencia de patógenos criptogámicos sobre los cultivos.*

La humedad baja relativa es correlacionada con una alta incidencia del brillo solar y moderada orografía diferencial. En la mayoría de estos valles abrigados, la circulación local es fuertemente desarrollada. Alta presión atmosférica tiende a prevalecer sobre sus ejes durante las horas de luz, con fuertes vientos convccionales que suben por las laderas principales hasta las cumbres y mesetas. Desde allá desciende la nubosidad y las lluvias, por la tarde, hacia la faja subtropical para producir sólo cortos e infrecuentes chubascos vespertinos. Durante la noche esta circulación ocurre al revés, con de presión atmosférica en la parte alta del valle y vientos que bajan por las laderas. Por eso llueve frecuentemente por la madrugada y las lluvias son de máximo beneficio y mínimo daño debido a su carácter suave y prolongado.

Topografía, Vegetación y Suelos

En varias áreas donde se halla el bosque húmedo subtropical, la topografía es dominada por laderas largas de fuerte pendiente. Tanto las líneas fluviales y las cumbres, como las lomas y mesetas de las serranías que están unidas, son en gran parte estrechas, de terrenos planos y de baja gradiente. Constituyen una pequeña parte del área total en cualquier sector. Son terrenos apropiados para el cultivo abierto de plantas herbáceas, inclusive aquellas adaptadas al arado con animales o con maquinaria, y sin medidas especiales para la conservación de los suelos. Se encuentran solamente en pequeños y dispersos trechos sobre terrazas, bancos y abanicos aluviales antiguos, bordeando los principales cursos de agua. Aún estos terrenos no ofrecen grandes perspectivas para esta clase de agricultura por ser de acceso difícil, escondidos en la complicadísima topografía local y lejos de los mercados principales. Igual que todo el terreno en estos sectores interandinos orientales, las carreteras y caminos son pocos, malos y tortuosos, mientras faltan los numerosos puentes que se necesitan para cruzar los caudalosos torrentes, ríos y riachuelos provenientes de las formaciones más húmedas de tierras arriba.

Según el Mapa Geológico del Perú, esta topografía está basada en rocas metamórficas de edad paleozoica (indivisa), rocas calcáreas del cretácico y facies volcánico-sedimentarias del jurasicotriásico, plegadas y erosionadas. Aparentemente, hay bastante variación local en su grado de acidez y en su contenido de bases esenciales para la formación de suelos productivos. Excepto sobre las laderas más empinadas, el clima, e irónicamente la topografía, son favorables a una edafización netamente buena.

En esta formación, la vegetación climática es un bosque siempre verde relativamente alto y tupido que provee, en forma continua, sombra y elevadas cantidades de materia

* Por lo general, los daños causados por plagas de insectos son mucho más prevalecientes en los climas subhúmedos y húmedos, que los causados por hongos y otros organismos criptogámicos, en los climas perhúmedos y superhúmedos.

orgánica a la superficie. El clima y la vegetación, en conjunto, son responsables para una marcada reducción en el proceso de laterización y para la apariencia definida de ciertas características de podsolización en los suelos formados.

En comparación a las formaciones húmedas del piso tropical verdadero, los subsuelos son algo menos meteorizados y profundos. Cuando el escurrimiento es menor cuantitativamente, el lavado interno de las bases y productos orgánicos queda reducido. Por tener humedad adecuada y temperaturas templadas moderadas bajo la cubierta forestal, el ritmo de acumulación de materia orgánica debe ser aproximadamente igual al de su destrucción y oxidación por los organismos microbióticos y los procesos químicos del suelo.

En general, estos factores han producido suelos climáticos, o zonales, de moderada profundidad, ligeramente ácidos hasta ácidos (pH 6.0 - 5.0), francos en textura, bien oreados y con regular, hasta buena fertilidad natural. Permanecen debajo de una capa de materia orgánica superficial de espesor medio (10-15 cm.). El color es pardo-oscuro o pardo, en el horizonte A superior, cambiando progresivamente hacia abajo, desde marrón o pardo-gris hasta marrón-rojizo en el B. El color del subsuelo tiende a ser parecido al de la roca madre. Su contenido de humus debe llegar hasta 8 por ciento más o menos. Los suelos, en su estado natural, retienen bien la humedad y tienen buena capacidad para el intercambio de bases, lo que hace cuando se les cultiva, económico su abonamiento. Deben corresponder aproximadamente al "latosol húmico dulce" de Muro o al "Soft Humic Forest soil" de Miller.*

Desde el punto de vista agrícola, por supuesto, los mejores suelos no son los zonales descritos, sino más bien los azonales más jóvenes, que ocupan las terrazas bajas. Siendo planos, profundos, de reacción neutra hasta ligeramente alcalina, son apropiados para un cultivo intensivo permanente. Los suelos zonales, antes mencionados, de la asociación climática, aunque más labrantíos, donde son más planos y profundos, como sobre antiguos bancos, abanicos y áreas de coluvium, deben extenderse sobre terrenos con bastante pendiente (hasta 40 o aún 50 por ciento de declive). Con el aumento de declive hasta este límite, por lo menos tiende a ganar en fertilidad lo que pierden en profundidad porque aquí el ritmo de erosión geológica guarda más equilibrio con el ritmo de edafización. De manera que los suelos en declive son algo más jóvenes y han perdido menos sus bases. Con adecuadas medidas para su conservación contra la erosión acelerada, estas laderas de gradiente moderada deben servir bien para el cultivo permanente de muchas plantas perennes, especialmente aquellas que requieran cultivo intensivo a pura mano, como el café (con sombra arbórea), cítricos, paltos y pastos de corte. Igualmente, deben servir para el pastoreo, debidamente dirigido, sobre gramíneas sembradas, tales como la gordura (Melinis minutiflora).

Todos los suelos que ocupan pendientes de mayor grado son realmente intrazonales, litosólicos en un grado u otro, y apropiados solamente para usos forestales. Probablemente se extienden sobre más de 50 por ciento de toda el área de la formación con buena representación en cada sector. Bajo cualquier manejo forestal, el objetivo principal debe ser el de proteger las tierras agrícolas laderas abajo contra efectos exagerados de escurri-

* J. Muro op. cit., y E. V. Miller, "Agricultural Ecuador", Geographical Review, Vol. XLIX, N°2 (April 1959), pp. 191-197.



Figura 56

Bosque húmedo subtropical: En la Colonia del Perené a unos 1300 metros de altura sobre el nivel del mar. Monte virgen de la asociación climática que lo están desmontando para la siembra de café. Las trozas de especies útiles se explotan para la venta, las otras serán quemadas.

Foto cortesía de E. Smith (SN-3)



Figura 57

Bosque húmedo subtropical en la Colonia del Perené a 1300 metros. Grandes troncos de "nogal" (*Juglans neotropica*) de la asociación climática. Especies dominantes de menos valor y todo el sotobosque se ha desmontado en preparación para el sembrío del café.

Foto cortesía de E. Smith (SN-4)

miento y erosión y contra el disturbio del régimen de aguas subterráneas que puede provocar derrumbes. Pero también servirán admirablemente para la producción forestal en predios pequeños.

Debido a su inaccesibilidad, hay todavía mucho bosque virgen dentro de las áreas comprendidas por esta formación. Lo relativo a la asociación climática (lo que más han eliminado los agricultores), es regularmente impresionante y contiene volúmenes apreciables de maderas útiles. Si fuera puesto bajo ordenación técnica mostraría seguramente un buen ritmo de crecimiento. Aquí crecen especies de notable valor actual como el nogal (Juglans neotropica), nogal amarillo (Tabebuia sp. o Cybistax sp.), cedro de montaña (Cedrela fissilis), asta de venado (Cordia sp.), palo de sangre (Brosimum sp.), quillobordon (Aspidosperma spp.), ciruela (Bunchosia sp.), cangano (Ficus sp.) y varios moenas (Lauraceae).

Este bosque se parece mucho al bosque húmedo tropical, se diferencia por tener una flora menos complicada y ser más bajo que éste. Aunque se compone mayormente de árboles perennifolios, (éstos siendo mesofoliados), algunos dominantes heliófilos, se deshojan brevemente durante la estación seca (Jacaranda, Cordia, Bombax, Erythrina, Tabebuia, Cedrela y otros), algunos florecen vistosamente mientras están deshojados. El rodal primario climático contiene tres estratos arbóreos, el principal formando un dosel continuo con una altura superior alrededor de 30 metros. Este estrato consta de árboles dominantes con fustes rectos y diámetros entre 60 y 140 cm. (d.a.p.). Hay árboles de tamaño excepcional que alcanzan 35 metros de altura y 2 metros de diámetro. La mayoría de estos árboles están libres de ramas hasta 15 ó 20 metros de su altura total. Abajo hay dos estratos de árboles más pequeños y delgados cuyas copas llegan hasta 20 y 10 metros, más o menos. En total, el rodal es de densidad normal. Ni arbustos ni plantas herbáceas pueden desarrollarse tupidamente sobre el piso de abajo, debida a la competencia radicular y a la sombra. Al contrario, hay regular abundancia de lianas, trepadoras y epifitas herbáceas sobre las copas, ramas y troncos.

La composición florística de estos bosques ha sido poco estudiada, probablemente debido a las dificultades de su exploración en donde están todavía vírgenes. Indudablemente, hay una diversidad de asociaciones edáficas y numerosas ecotonías locales en conformidad con las complejidades locales de topografía, suelo y, en las áreas más accesibles, con el diseño geográfico de las intervenciones humanas. Aparentemente, una porción de la flora consta de géneros y especies que se encuentra también en el bosque seco y el bosque húmedo tropical, formaciones más cálidas de la tierra baja. De éstas algunas ya se han mencionado entre los árboles maderables en explotación y entre los géneros con especies de hojas semicaducas. Otras especies vistas por el autor en los bosques de esta formación pertenecen a los siguientes géneros: Guatteria, Brunellia, Dendropanax, Sloanea, Ilex, Miconia, Ladenbergia, Inga, Sapium, Croton, Calliandra, Guarea, Trichillia, Castilla, Weinmannia, Dictyoloma, Rhus, Casearia, Palicourea, Chrysochlamys, Cephaelis, Roupala, Rapanea, Simarouba, Vochysia, Trattinickia, Maprounea, Pithecolobium, Clusia, Curatella, Byrsonima, y varios géneros en Lauraceae, Moraceae y Myrtaceae.

En contraste con las formaciones más cálidas, sin embargo, no se ve muchas especies ni individuos con raíces estribos, ni aletas tabulares grandes. También hay una densidad menor de palmeras en los rodales, siendo mayormente especies de Euterpe, Geonoma, Wettinia y Bactris. Reemplazándolas en cierto modo están los vistosos helechos arbóreos

(Cyathea y Alsophila), cuyo número tiende a aumentar progresivamente con la altura hasta lograr densidades máximas en el piso montano bajo. De las dicotiledóneas, hay alrededor de 50 especies distintas localmente en la asociación climática. En asociaciones edáficas sobre suelos pobres el número de especies es menor y, se encuentra en relación con la calidad productiva del habitat. En las purmas se encuentra comunidades seriales de especies en Melastomaceae (Miconia, Mouriria, Tibouchina), helechos arbóreos, cético (Cecropia spp.), guayabo (Psidium guayava), y mandor (Vismia spp.). Bajo su sombra se reproducen las comunidades más complejas de la sucesión renovadora del bosque alto.

Uso de la Tierra

Es muy difícil hacer generalizaciones sobre el establecimiento humano y uso de tierras en esta formación. Sus características en este sentido son bastante variables de lugar a lugar. Algunos sectores tienen una historia larga de habilitación, que datan desde la época precolombina; en cambio, otros permanecen todavía como bosque virgen. Generalmente, la densidad de población y el ritmo e intensidad de las actividades económicas son directamente relacionadas con los costos de transporte hacia la sierra y la costa, factor éste que varía según la distancia; la topografía; y condición de los caminos y carreteras. Un factor de importancia secundaria es la proporción de terrenos de baja pendiente en el área total local. Dondequiera que la formación se extienda sobre el piso de un valle con algo de anchura y no solamente sobre sus laderas intermedias, se encuentra casi siempre poblaciones agrícolas sedentarias y a veces, pueblos y aún ciudades de regular tamaño. Así, se ven en el norte, Mendoza, Rioja y Moyobamba, centros que sirven poblaciones rurales viejas y bien establecidas, aunque están lejos y carecen de buenas vías de comunicación. Probablemente, fueron poblados por indígenas antiguamente y quizás hasta sean preincaicos.

En algunos valles más estrechos en el centro y sur, tal como en el drenaje de los ríos Mantaro, Apurímac, Urubamba, Alto Madre de Dios, Inambari y Tambopata, ha penetrado gente de la sierra, ambos antes y después de la Conquista, para buscar oro y para sembrar la coca (Erythroxylon coca). Monzón, Manto, San Galbán, Sandía y San Juan del Oro, son poblaciones representativas, establecidas antiguamente en tales valles dentro de la faja de esta formación. Indudablemente, la influencia de la coca como promotora de la colonización permanente en tiempos anteriores ha sido enorme, mientras la mayoría de esos establecimientos tuvieron que confrontar el peligro constante de indios hostiles de la selva baja. Por otra parte el clima favoreció el cultivo de esta planta narcótica a la cual los indios de la sierra son todavía adictos (con malas consecuencias físicas y sociales).

Las haciendas, establecidas aquí cuya base económica al principio era la coca, fueron las primeras en experimentar con la producción de otros cultivos comerciales apropiados para este clima. De la caña de azúcar se ha fabricado aguardiente, otro producto que tenía y sigue teniendo un gran consumo entre los pobladores de la sierra vecina. Se ha producido el tabaco, económicamente transportable, debido al elevado valor de sus hojas secas. Pero de todas las plantas que se han producido, el café representó el de ma-



Figura 58

Bosque húmedo subtropical en la Colonia del Perené. Árboles pequeños y de tamaño medio, escogidos del monte original se dejan espaciados para sembrar un cafetal nuevo en la asociación climática.

Foto cortesía de E. Smith (SN-5)



Figura 59

Bosque húmedo subtropical sobre laderas suaves al lado izquierdo del valle del Rio Apurimac, Hda. Teresita. Maíz, coca, café, plátano, yuca y otros cultivos de subsistencia en un diseño complicado sobre el terreno.

Foto cortesía de E. Smith (6-12)

yor valor para el futuro, ya que hoy día es el cultivo que dá más impulso al desarrollo y economía de las zonas en esta formación.*

No hay duda que el café (*C. arabica* y sus variedades) encuentre condiciones óptimas para su crecimiento en este clima. Una literatura técnica copiosa igual que las múltiples observaciones geográficas sobre sus centros de máxima producción sostienen esta conclusión.** Y, para el Perú tiene aún más importancia debido a las ventajas que ofrece para el aprovechamiento permanente y productivo del medio topográfico prevaliente. En verdad: (1) es la única cosecha de alto valor comercial (a excepción de la coca) que puede sostener física y económicamente, el costoso transporte al mercado de estos distritos alejados y de difícil acceso; (2) conduce a la estabilidad económica y social debido a su carácter perenne; (3) se permite el aprovechamiento de laderas hasta 40 ó aún 60 por ciento de gradiente sin riesgo de erosión acelerada o degradación del suelo en cuanto sea cultivado cuidadosamente bajo sombra arbórea liviana con técnicas ya conocidas para la conservación de los suelos; (4) se adapta bien a la producción familiar sobre pequeños predios y sin fuertes inversiones de capitales o el uso de maquinaria especializada; (5) se puede sembrar intercalada con plantas alimenticias y frutales; (6) en su producción, toda operación, inclusive la recolección de frutos, tiene que hacerse manualmente, factor que permite el máximo aprovechamiento de mujeres y niños de la familia, en estas tareas; (7) su beneficio lo hace fácilmente el mismo productor con instalaciones pequeñas y baratas de fabricación local, o se puede organizar colectiva o particularmente la industrialización de esta fase de su producción; (8) no sufre en el transporte al mercado, aún a lomo de bestia; y (9) su precio en el mercado nacional, aunque más bajo que el mundial de exportación, es garantizado y seguro.

El principal centro contemporáneo para la producción del café en el Perú se ubica en el distrito llamado "Chanchamayo" (San Ramón, La Merced, Perené y poblaciones vecinas en la cuenca piedemontaña formada por los ríos Chanchamayo, Paucartambo, Tulumayo y Perené). Es el área de la formación más cercana a Lima y con menos obstáculos fisiográficos para cruzarse. Este distrito estaba situado sobre el antiguo camino principal a la selva amazónica, estímulo importante en su temprano desarrollo cafetero. En años más recientes, se ha construido la carretera buena que conduce, a través de este distrito, hacia Villa Rica, Colonia del Perené y Oxapampa. La importancia de buenas vías, transitables todo el año por camiones, la ha señalado Drewes en su comparación de cuatro zonas distintas de colonización en tales valles orientales.*** Con segura y ba-

* La coca es actualmente una cosecha económica importantísima de la formación peruana, sin considerar sus características indeseables desde el punto de vista social, político y moral, no es un cultivo que debe perpetuarse en el orden agropecuario. Excepto sobre terrenos de muy baja pendiente, es una planta agotadora del suelo y bajo los sistemas tradicionales de su cultivo (en abierto) conduce a la erosión acelerada.

** Véase la bibliografía en: A. E. Haarer, Modern Coffee Production (London: Leonard Hill Limited, 1956). pp. 47-74.

*** Wolfram U. Drewes, The Economic Development of the Western Montaña of Central Peru as Related to Transportation. (Lima, Perú: The Peruvian Times, 1958), pp. 10-20, 42-43.

rata comunicación con los mercados de la capital, los hacendados de Chanchamayo (mayormente medianos productores en términos de área cultivada en sus fundos) han diversificado su producción. Hoy día producen grandes cantidades de paltos y cítricos para su venta en la costa, en adición al café producido tradicionalmente. En contraste, los habitantes de la vieja colonia alemana de Pozuzo en el Valle de Huancabamba al norte de Oxapampa en la misma formación, no progresan. Más lejos de Lima y casi 80 Km. por mal camino, desde el fin de la carretera por medio de la cual exportan sus productos, los pobladores viven en las mismas condiciones de tiempos pasados. Se sostienen casi enteramente por el cultivo de cosechas de subsistencia como arroz, yuca, plátano, caña, muchas frutas y aún cultivan su propio tabaco. Sacan además cueros y zapatos de sus propios animales. Trabajan ellos mismos, sin ayuda de indígenas, en pequeños fundos familiares. Sus pocas compras de "afuera" se sostiene 90% por la venta de tres cosechas: la coca (que se vende en la sierra), el arroz (en Chanchamayo) y el café (en Lima), pero las utilidades son bajas y los costos de sus importaciones elevados, debido al alto costo de transporte por bestia.*

Hay otros sectores en estos valles orientales tan alejados y desprovistos de vías de comunicación que quedan todavía en bosques vírgenes. Sin carreteras ni pueden explotar las ricas reservas de madera que contienen, aunque hay severa escasez de puntales para las minas, maderas de construcción y aún leña en la sierra vecina. En cuanto colonizan en tales áreas sin construir primero carreteras, los bosques serán talados y quemados siendo antieconómica cualquier industrialización, aún de los árboles más valiosos. En donde existen carreteras, por el contrario, la producción de maderas puede ser significativa como ha resultado en los valles de Chanchamayo, La Convención, Kosñipata y Quincemil.

Para la reforestación de los terrenos no agrícolas en esta formación se recomienda, además de las especies nativas más valiosas, el pino de Nicaragua (*Pinus caribaea*), el pino de Honduras (*P. oëcarpa*), el pino del Brasil (*Araucaria angustifolia*), y varios eucaliptos de rápido crecimiento y valiosa madera. (*Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. resinifera*).

En conclusión, se puede decir que la formación bosque húmedo subtropical ofrece las mejores perspectivas para la futura colonización con pequeños agricultores procedentes de áreas superpobladas de la sierra. En clima, como en topografía y cultivos apropiados es intermedia entre las condiciones a las cuales están acostumbrados y los extremos contrarios a los que se encontrarían en cualquier intento de colonizar la selva baja cálida o las vertientes exteriores en donde las lluvias son excesivas. Como las diversas áreas de esta formación están ubicadas en valles que conducen hacia la montaña baja, sería muy aconsejable atravesarlos por donde todavía faltan adecuadas vías de comunicación, con las nuevas rutas de penetración planeadas para construirse hacia esta región baja. Este paso se debía dar sólo, si fuera combinado con una justa política de distribución de los terrenos más apropiados para su cultivo, crédito adecuado y ayuda técnica al colono nuevo, previniéndolos para que no cultive terrenos muy empinados. Esto sería suficiente para estimular la colonización permanente y sana en donde más posibilidades tiene de prosperar. Además serviría para impedir la colonización indiscriminada e inconsciente de áreas vecinas en la Ceja donde el clima es excesivamente húmedo, los suelos pobres y sujetos al agotamiento.

* Drewes, op. cit., pp. 10-15.

CAPITULO 26

BOSQUE MUY HUMEDO SUBTROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

En términos generales, los terrenos incluidos en esta formación perhúmeda tienen muy limitado valor para actividades agrícolas y ganaderas, pero sí tienen un excelente potencial para su ordenación forestal tanto industrial como para el aprovechamiento fluvial. Lamentablemente, existe una tendencia general entre todas aquellas personas, empleados públicos, técnicos agrícolas y particulares encargados del fomento y colonización de la región selvática, de ignorar o de despreciar las obvias deficiencias climáticas, edáficas, topográficas y biológicas reunidas en esta formación. Están tratando de promover actualmente la extensión de actividades netamente agrícolas por varias de sus áreas más accesibles. En vista del área algo extensa que comprende, unos 84,439 Km² en total, y a ciertas indicaciones manifiestas de que se están engendrando más problemas socioeconómicos que los que se resolverían con los programas actuales para su desarrollo agrícola, es oportuno señalar en este capítulo algunas de sus características ecológicas más significativas.

Como se puede apreciar haciendo una simple comparación entre el mapa ecológico y el mapa topográfico a la misma escala,** el bosque muy húmedo subtropical pertenece a las vertientes inferiores orientales de los Andes y también a ciertas serranías y cordilleras bajas que se extienden bien al este en plena montaña. Su mucha pluviosidad de 2000 hasta 4200 milímetros anuales es la consecuencia de una superposición de lluvias puramente conveccionales de las partes amazónicas bajas adyacentes y de lluvias orográficas producidas en cuanto los vientos del norte y del este son obligados a ascender por estas vertientes y serranías. Mientras más radical sea el cambio de la topografía hacia pendientes abruptas y mientras los farallones que soportan los aires cargados de humedad de la selva baja, sean más elevados, el clima será en la faja subtropical mucho más lluvioso. Con seguridad, algunas de las áreas indicadas como perhúmedas en el mapa son realmente superhúmedas, es decir tienen lluvias muy por encima de 4 metros y pertenecen al bosque pluvial subtropical. Pero por falta de exploraciones adecuadas en las zo-

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bmh-ST y en color verde, tono segundo.

** Instituto Geográfico Militar, op. cit.

nas inaccesibles de estos dos climas, no ha sido posible su delineación. Estas áreas dudosas, siguiendo un criterio conservador, se han dejado en el mapa como pertenecientes al bosque muy húmedo. En fin se considera que la mayor parte del área indicada en esta formación tiene lluvias anuales encima de los 3000 milímetros.

Dicha precipitación es sumamente mayor de lo que puede ser utilizada aún por los exuberantes bosques primarios que todavía cubren la mayor parte del área en consideración. Las temperaturas medias anuales varían desde unos 24 grados en el límite anterior de la formación (500-700 metros sobre el nivel del mar) y 17° más o menos en los sitios más altos (1600 - 1900 metros) donde limita con el bosque muy húmedo, ó raras veces, con el bosque pluvial montano bajo. El potencial de evapotranspiración varía solamente entre 55 y 25 por ciento de la precipitación. En donde se destruye la vegetación natural boscosa tupida y alta, y se elimina la mayor parte de la transpiración real como en aquellos sitios donde se hacen desmontes para cultivo y pastoreo, otro 12 por ciento de la precipitación pasa a figurar en el total de agua que se escurre a través del suelo (lavado) y sobre la superficie (erosión acelerada) para llegar al ya caudaloso sistema fluvial.*

Este gran sobrante absoluto de lluvias no es el único factor climático que influye, directa e indirectamente, en las pésimas condiciones que tienen que confrontar la agricultura y los colonos en esta formación. Igual que en el bosque muy húmedo tropical que se parece mucho en estos aspectos, la humedad relativa de su aire es bastante elevada debido a la mayor nubosidad y a la presencia de temperaturas más frescas; también a la mayor evaporación y transpiración de la tierra y la vegetación que ocurre en forma constante. Esta humedad atmosférica es muy propicia a las criptógamas, en especial los hongos, los cuales se hallan presentes en abundancia, inclusive aquellos patógenos de las plantas cultivadas, de los animales domesticados y aún del hombre mismo. Además otros elementos típicos en la destrucción de los árboles muertos del bosque, voraces consumidores de las maderas usadas en la construcción de puentes, viviendas, corrales y cercos. Dichosamente, son pocos los insectos que constituyen plagas y aún los zancudos son muy escasos. Aparentemente, los animales en general no toleran estos climas perhúmedos pero los miembros del reino vegetal con una vegetación natural abundante y exuberante, sí los toleran. La fauna es, en general, diminuta y muy escasa y por ser muy caudalosos los ríos tienen pocos peces.

El indígena primitivo no ocupa en forma permanente estas regiones. No solamente falta buena pesca y cacería sino que es imposible que realice sus actividades rudimentarias en el campo agrícola nómada. En efecto, este clima no permite las quemas excepto durante un período muy corto en años excepcionales. Hay un verano o estación "seca"

* Dados 3000 mm. de precipitación y 20°C. de temperatura media anual, la relación de evapotranspiración potencial es 0.39 y la evotranspiración real de un área cubierta con bosque virgen en la asociación climática es solamente 1075 mm., dejando 1925 mm. para escurrirse. Si se elimina esta cubierta natural, solamente 555 mm. del total se devuelve directamente a la atmósfera en la evaporación y una capa de agua de 2445 mm. u 81.5 por ciento de la precipitación total, es escurrimiento. (Calculado por el método de L. R. Holdridge. Este método aparecerá pronto en el artículo titulado "A Simple Method for Determining Atmospheric Water Movements in Climatic Associations". *Science*, 130(3375):572 (1959).

de aproximadamente un mes de duración, * pero su sequedad es puramente relativa en comparación con los otros meses del año con sus grandes sobrantes de lluvia. Aún en verano la precipitación es solamente un poco menor a las necesidades de evapotranspiración de la asociación climática climax y, en donde se desmonta, sobra definitivamente ya que se elimina la transpiración. En Tingo María por ejemplo, donde la precipitación anual promedio es aproximadamente 3300 mm. y las temperaturas son tan elevadas que se encuentra condiciones transicionales al bajo trópico mismo, el mes más seco es agosto con 100 mm. de lluvia y un potencial de evapotranspiración de 120 mm., una deficiencia de solamente 20 mm. que es fácilmente obtenida del agua almacenada en el suelo en los meses anteriores. Aún aquí, es muy raro que el suelo y la vegetación se sequen al punto de permitir una quema fácil aún después del rozo con hacha y machete. La vegetación muerta sobre la superficie del suelo, se queda tan saturada con humedad que tiende a pudrirse a un ritmo rápido y, mientras se pudre, las hierbas y leñas de la sucesión secundaria invaden el lugar con sorprendente celeridad.

Por las mismas razones, es muy difícil el mantenimiento de los potreros que no pueden quemarse más que por períodos cortos en los años secos, y son invadidos por helechos y leñosas rápidamente.

El clima es desagradable al hombre y le perjudica la mayoría de sus actividades económicas durante la mayor parte del año. Durante los meses más lluviosos, octubre hasta abril aproximadamente, llueve casi diariamente. Hay chubascos de corta duración de origen conveccional durante las horas de luz y otros frecuentemente orográficos de más larga duración durante las horas de oscuridad, sobre todo en la madrugada. Después de las lluvias nocturnas, el cielo matinal se rellena con espesas neblinas las cuales demoran mucho en disiparse y restringen la evaporación y secamiento de la superficie y la vegetación. Durante estos meses el suelo está tan cargado con agua que es frecuentemente imposible hacer trabajos de cultivo o deshierba; los caminos y carreteras sin afirmar son intransitables por estar fangosos; el pisoteo del ganado sobre los pastos los debilita al cortar las raíces y hacer más compacto el suelo (facilitando así la invasión de leñosas); los muchos ríos y riachuelos aumentando sus caudales inundan las terrazas más fértiles y se llevan, aguas abajo los puentes mal construidos. En fin, los trabajos de campo y el transporte de productos quedan más o menos paralizados. La población agrícola, en donde la haya, queda frustrada e impaciente, convirtiéndose en blanco fácil de las enfermedades tanto físicas como morales.

* Puede ser hasta de dos meses en el límite más cálido y seco de la formación y es de cero meses por el otro extremo. Tiende a ser más acentuada en el sur donde consta de solamente un período continuado mientras en el norte es muy débil o no existe; en tanto que hay dos períodos anuales de máxima lluvia alternando con dos períodos mínimos.

Topografía, Vegetación y Suelos

Junto con los obstáculos de carácter climático, en esta formación, se encuentran las condiciones fisiográficas adversas prevalecientes en las áreas donde se presenta en el Perú. No más de 5 por ciento del área consta de terrenos planos y de baja gradiente. Por lo general, los terrenos se caracterizan por su relieve de gran magnitud y la predominancia de pendientes fuertemente inclinadas hasta empinadas. En las pintorescas áreas fundadas en pliegues de rocas calcáreas del jurásico-triásico, * el drenaje se encuentra mayormente con disolución de las materias más solubles y la creación de una topografía tipo "Karst", con abundancia de precipicios, grutas y cavernas y suelos litosólicos. En las áreas más extensas basadas en rocas metamórficas y sedimentarias del paleozoico, permo-carbonífero y cretácico, los efectos topográficos del diastrofismo andino han sido exagerados por los efectos de su posterior erosión geológica. Predominan vertientes largas que se dirigen hacia profundos y estrechos valles cuyos ríos corren rápida y turbulenta sobre rocas y cantos rodados. El declive general de estas laderas está acentuado aún más por la presencia de numerosas vías fluviales menores, de riachuelos profundamente atrincherados en su superficie, los cuales, se hallan separados por afiladas lomas en forma de V invertida, creando una superficie localmente accidentada. Estas laderas varían entre 30 y más de 100 por ciento de gradiente, con un promedio alrededor de 60 por ciento. Aún bajo la protección de una cubierta forestal, las más empinadas de estas pendientes son inestables y sujetas a periódicos derrumbes durante la estación lluviosa, debido a que están minadas por el constante profundizamiento de los caudalosos torrentes menores. Una vez rozadas en su cubierta natural, aún las laderas menos inclinadas sufren deslizamientos de tierras, en adición a la erosión acelerada que se produce sobre ciertas estructuras geológicas.

Claramente, los suelos que se han formado bajo estas condiciones no son aparentes para la agricultura, excepto quizás algunos de los aluviales más modernos y aquéllos de origen coluvial derivados de rocas ígneas o calcáreas. Los suelos zonales, o climáticos, son lateromorfos con ligeras indicaciones de efectos podsólicos (lixosoles) debido a la acumulación de cierta cantidad de materia orgánica en la superficie, en aquellos sitios donde no ocupan pendientes muy fuertes. En general son bien permeables y franco-arcillosos sin plasticidad. Su pH es de 4.5 o menos, es decir son fuertemente ácidos y desprovistos de las bases más necesarias. Además tienen una capacidad de intercambio muy baja. Dado el intenso grado de lavado a que están sujetos constantemente, su abonamiento resulta antieconómico, aún cuando sea aplicado en forma fraccionada. Tienden a ser amarillos o pardo-amarillos en color, debido al exceso de humedad y su profundidad varía con la mayor o menor resistencia que presenta el material madre ante los agentes dinámicos y estáticos de la edafización, sobre todo su profundidad depende del grado y largo de la pendiente. Es probable que aquellos de textura franco-arcillosa que ocupan las laderas de moderado declive están en el grupo de los más fértiles en su estado natural debido al equilibrio que existe allí, entre el ritmo de edafización y el de la erosión geológica. Pero sobre pendientes mayores que 40 ó 50 por ciento, la erosión excede la edafización real, hay fuertes pérdidas de la materia orgánica de la superficie y los suelos son delgados y no maduros. En donde las laderas se tornan más empinadas vuelven a ser litosólicos.

* Mapa Geológico del Perú, op. cit.



Figura 60

Bosque muy húmedo subtropical: Asociación climática con bosque primario sobre el alto Pichis al sur de Pto. Bermudez. Los cerros que se aprecian en la foto, se encuentran en la formación bosque muy húmedo montano bajo o, quizás, bosque pluvial montano bajo.

Foto cortesía de E. Smith (P-11)



Figura 61

Bosque húmedo tropical en transición con bosque muy húmedo subtropical cercano a Iscozazín, Río Palcazu. Relativamente recién colonizada y sin vías de comunicación terrestre, hay pocos habitantes aquí. Los pastos sembrados prosperan bien sobre las terrazas aluviales.

Foto cortesía de E. Smith (P-15)

Los mejores suelos de la formación son aquellos derivados del material aluvial arastrado de la cordillera misma, en donde los ríos principales cruzan zonas de granitos, gneiss y rocas intrusivas igneas, y depositan estos sedimentos sobre las terrazas y bancos que forman pequeños trechos interrumpidamente a lo largo de sus orillas, aguas abajo. Estos sedimentos son mayormente gruesos, cascajos y arenas y dan origen a suelos muy permeables y bien oreados. Sin embargo, son ácidos y requieren para su cultivo mucho abonamiento como también la adición de fuertes cantidades de materia orgánica. Sirven mejor para cosechas perennes o para la producción de gramíneas forrajeras de corte. Rinde regularmente el café (cuando es cuidadosamente cultivado bajo poca o ninguna sombra y fuertemente abonado y "arropado"), caña de azúcar, arroz en secano, y varias plantas de alimentación local de carácter tuberoso o suculentas, como la pituca, plátano ingiri, camote, macabo y yuca. Estos terrenos sirven también para tales forrajes y pastos como el elefante (Pennisetum purpureum), gramalote o Pará (Panicum barbinode) y Guatemala (Tripsacum laxum). Abajo de 1200 metros se puede sembrar con mucho éxito el pijuayo, palmera de fruto proteico y nutritivo. Varios otros frutales llegan hasta los límites superiores de la formación sobre estos suelos aluviales, como cítricos, plátanos y paltos, pero la mayoría sufren de deficiencias de los elementos menores y de ataques de patógenos fungosos.

Otra clase de suelos que tiene cierto valor agrícola y ganadero son aquellos que ocupan terrenos de baja pendiente al fondo de las vertientes, los que se han desarrollado sobre materiales coluviales, originados mediante deslizamientos o erosión de los terrenos de la parte alta. Estos suelos, generalmente, son profundos, bien oreados y dotados de amplias cantidades de materia orgánica, humus y minerales. Reciben nuevas acreciones anualmente con la erosión laminar y soliflucción en descenso. Estos suelos son los más indicados para el cultivo comercial del té (Camellia theifera), planta exótica que prospera en este clima debido a sus exigencias de elevada humedad y temperaturas cálidotempladas. Aunque la coca resiste este clima, no produce bien y es muy agotadora del suelo. No se recomienda su cultivo. En tanto que estos suelos tienen una capacidad más elevada para el intercambio de bases es aquí donde el café encuentra las mejores condiciones para su producción en esta formación porque se le puede abonar económicamente. También rinden más o menos bien la pimienta negra (Piper nigrum) con tutores y sombra liviana del oropel (Erythrina glauca) y la canela (Cinnamomum zeylanicum). Entre los frutales, se puede recomendar la papaya (Carica papaya), guayaba (Psidium guajaba) y las musaceas comestibles. Otra planta muy promisoría para este hábitat es la cocona (Solanum quitoense Lam), comercializado en Colombia ("lulo") y el Ecuador ("naranjilla") donde su fruto, con elevado contenido de vitaminas, es muy estimado por la gente para la preparación de jugos.

Además de los aluviales estos suelos coluviales son los únicos que se puede recomendar para el pastoreo. Una vez que estos suelos se les cubra con una tupida cubierta de pasto gordura (Melinis minutiflora) y se les provea de adecuados medios contra la destrucción de esta excelente cubierta forrajera, son capaces de sostener en forma económica actividades ganaderas, especialmente la lechería. La referida destrucción de la cubierta forrajera puede producirse por erosión, por deslizamiento de tierra, y por inversión de la puma, especialmente como consecuencia de un sobrepastoreo que trae consigo excesivo pisoteo de las pasturas y potreros.

En fin, la mayor parte del terreno en cualquier sector de esta formación tiene que

quedarse bajo montes naturales por ser antieconómico su aprovechamiento en otra forma. Además, estos extensos terrenos en pendientes fuertes, si fueran desmontados, provocarían de inmediato un tremendo aumento en el flujo de los ríos principales que atraviesan estas zonas, aumentando su carga de sedimentos y causando tremendos daños río abajo en las ya críticas áreas de inundación anual de la selva baja. Afortunadamente, es posible combinar la ordenación forestal de estas tierras con fines productivo-comerciales, con aquella actividad relacionada con la protección del suelo y del régimen hidrográfico. Son buenas productoras de maderas.

En su estado primario, el bosque muy húmedo subtropical (en la asociación climática) es alto, tupido y siempre verde. Se distingue cuatro estratos arbóreos con niveles superiores a 37, 25, 17 y 10 metros aproximadamente. Grandes emergentes salen encima del dosel principal para alcanzar casi 44 metros de altura total. Entre los dominantes y codominantes los hay con fustes bien rectos, con diámetros entre 60 y 220 cm. (d.a.p.), y no se ramifican sino a partir de los dos tercios o aún más de su altura total. Aunque el rodal es sumamente espeso y tiene un esparcido sotobosque de arbustos y plantas herbáceas, es interesante que las grandes aletas laminares y raíces fúlcreas, tan comunes en las formaciones perhúmedas del bajo-tropical, son menos comunes y más pequeñas en general en esta formación.

Localmente, hay alrededor de 50 especies distintas en el rodal, pero más de la mitad de estas son componentes de los estratos inferiores y nunca llegan a grandes tamaños. De las especies dominantes y codominantes, la mayoría son maderables. Según nuestros estudios en el valle del río Rondo, afluente del Monzón en la cuenca media del Huallaga (900 a 1200 metros de altura) la asociación climática sobre suelos profundos en pendientes que oscilan alrededor del 30 por ciento, el rodal es bien tupido y contiene un volumen muy apreciable de maderas útiles. Más del 50 por ciento del volumen total está contenido en unas pocas especies bien apreciadas en el mercado nacional, las cuales se aprovechan para madera en las áreas más accesibles de esta región.

Resultados parecidos se han obtenido con inventarios realizados en Luconyope, una propiedad forestal particular ubicada en terrenos muy quebrados entre los ríos Tulumayo y Huallaga en el distrito de Tingo María.* Aquí las laderas exceden 50 por ciento de gradiente en todas partes excepto en el vallecito donde se han establecido los aserraderos de los dueños. Los suelos varían en profundidad, siendo algunos litosólicos, otros profundos. En todas partes sin embargo, se han registrado volúmenes entre 25,000 y 50,000

* Esta hacienda se destaca por ser la única en todo el Perú en donde se han ordenado los terrenos (que son puramente forestales en su potencial económico) con el expreso propósito de producir maderas a perpetuidad bajo un manejo forestal e industrial estrictamente técnico. La operación, dirigida por un dasónomo profesional, incluye tanto la producción sostenida de trozas por medio de sistemas de regeneración natural y artificial como la industrialización de estas materias primas con aserraderos y otras instalaciones ubicadas en el predio y conectadas con los bosques por caminos permanentemente transitables. Su gran significado para el país todavía no se ha reconocido en los círculos comerciales y administrativos.



Figura 62

Bosque muy húmedo subtropical en terreno accidentado de marcado relieve entre el Río Tulumayo y Río Huallaga al sur de Tingo María. Elevaciones entre 800 y 1500 metros. Aunque estos terrenos no sirven para la agricultura o ganadería continuada, el bosque primario se destruye hoy día para hacer chacras temporales.

Foto cortesía de E. Smith (SN)



Figura 63

Bosque muy húmedo subtropical: en el distrito de Kcosñipata entre los ríos Carbon y Palotoa. Disección geológica de estratos sedimentarios bajo condiciones de excesiva precipitación produce una topografía muy accidentada localmente.

Foto cortesía de E. Smith (H-14)

TABLA 1

Relación volumétrica y del rodal en un muestreo de la asociación climática del bosque muy húmedo subtropical en la cuenca del río Rondo (Departamento de Huánuco)*

	N° de árboles con diámetros (A.P.) mayores de 5.0"	Area basimétrica total en pies ²	Volumen total en pies ³	Volumen total en pies Tablas ^v
<u>Por Hectárea</u>				
Tornillo vv	12	55.280	2241	15,728
Tulpay vvv	19	16.900	464	2,199
Moenas vvvv	41	55.599	1976	11,554
Total de especies en explotación (1954)	72	127.779	4681	29,031
Otros	298	207.578	5956	25,777
Rodal total	370	335.357	10637	54,808

- v Diámetro mínimo de 12 pulgadas (d.a.p.)
- vv Cedrelinga catenaeformis
- vvv Clarisia racemosa
- vvvv Varias especies de Ocotea, Aniba, Phoebe, Nectandra, etc.

* Resumen de los datos del inventario forestal de 20 hectáreas de bosque virgen, propiedad del Sindicato Monzón, en el valle del río Rondo. Este estudio fue realizado por los profesores y estudiantes del Primer Curso Internacional de Dasonomía Tropical, auspiciado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., Zona Andina, agosto-setiembre, 1954 como una práctica de campo en dasometría y ecología forestal. Los datos nunca han sido publicados anteriormente.

pies tablas por hectárea. Debido a su accesibilidad a los mercados de la Sierra se aprovechan casi todas las especies presentes. En 1957, Arostegui hizo un estudio de la dendrología y propiedades físico-mecánicas de las especies en explotación en Luconyope. De las 29 especies comúnmente explotadas, se clasifican 6 como convenientes para la ebanistería fina; 10 para la mueblería ordinaria y obras interiores; 7 para parquet, pisos y escalones; 5 para construcciones pesadas (vigas); y el resto para la carpintería ordinaria y/o cajonería.*

En estos bosques es más común encontrar moenas, en especial la palta moena (Persea raymondii), moena amarilla (Aniba sp.), moena blanca (Endlicheria o Ocotea) y plano (Phoebe sp.). Otras especies de común ocurrencia son el tornillo, el tulpay, chamisa (Sloanea sp.?), y manchinga (Brosimum uleanum). Entre las especies de regular o escasa ocurrencia se encuentran la cumala (Virota spp.), el cedro (Cedrela fissilis), caoba de altura (Swietenia o Guarea), quillabordon (Aspidosperma spp.), estoraque (Myroxylon balsamum), chontaquiro (Vochysia sp.), pashaco (Schizolobium parahybum), almendro (Caryocar), quina-quina (Zschokkea), carapacho (Weinmannia), moena trementina (Protium o Dacryodes) gutapercha (Sapium), tiré (Miconia sp.), quitasol (Rosaceae), quinilla (Sickingia sp.?), huimba (Ceiba sp.) y capirona (Calycophyllum sp.). Los estratos inferiores llevan muchas especies de shimbillo y pacaes (Inga spp.), varias especies de Trichilia, y una abundancia de pequeños árboles en Rubiaceae, Acanthaceae y Araliaceae. Abundan las palmeras, sobre todo aquellas de reducido tamaño, como especies de Euterpe, Bactris, Wettinia, y el ciclantacea Carludovica palmata, igual con una gran variedad de trepadoras suculentas, lianas y epifitas (heliófilos y esciófitos), y una regular dotación de helechos terrestres, especialmente los helechos arbóreos (Cyathia y Alsophila spp.). Sobre el piso del monte uno puede caminar fácilmente sin machete excepto en donde se encuentran matas del casi impenetrable carrizo (Chusquea sp.) cercano a los riachuelos. En otras partes hay una esparcida cubierta de pequeñas palmeras, ciclantaceas y del matico (Piper spp.).

Después de explotaciones forestales de aún alta intensidad, si es que no se roza y se quema el monte residual que contiene árboles jóvenes y palmeras, entonces el bosque, tiende a reconstruirse rápidamente. Cuando el bosque no disturbado presenta al lado de manchas de árboles maduros de las especies deseables, como el tornillo, tulpay, manchinga, cumala, cedro, etc., zonas erosionadas o con suelos desprovistos de árboles, entonces, tales claros se siembran naturalmente cuando los arrastres llevan hasta tales sitios la semilla viable que procede de las zonas pobladas de árboles maduros. Así, se forma un bosque secundario de muy buenas características tanto en composición como en crecimiento, dentro de un lapso prudencial y sin necesidad de ninguna ayuda silvicultural. Si tales áreas se les manipulara racionalmente de modo de conseguir una producción permanente de madera, el turno económico de corte para la presente asociación debiera oscilar entonces entre 40 y 80 años.

En donde el monte se ha rozado por completo sobre áreas extendidas, al igual que en los sitios en donde se ha quemado para instalar cultivo temporal o para usar el área para

* Antonio Arostegui V., Estudio de la Dendrología y Propiedades Físico-Mecánicas de las Especies Forestales más Importantes del Bosque Subtropical en Tingo María. Lima, Perú: Tesis (Mimeografiado) para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Nacional de Agricultura, 1958.



Figura 64
Bosque muy húmedo subtropical cercano al río
Tulumayo a 900 metros. Aspecto interior del
bosque virgen en la asociación climática. Un
buen tronco de "tulpay" (*Clarisia racemosa*)
en el centro.

Foto cortesía de E. Smith (SN-2)



Figura 65
Bosque muy húmedo subtropical, asociación edáfica, bajo utilización técnicamente ordenada. Bosque Luconyope, cercano a Tingo María. El operador está fijando cables sobre un árbol "guía" que servirá después de semillero para la reproducción natural del total. Bonito ejemplar de "torniilo" (Cedrelinga catenaeformis).

pastoreo, la sucesión natural es más lenta. Las primeras fases de una sucesión secundaria en pasto, por ejemplo, consiste en el reemplazo de los pastos introducidos y/o las gramíneas nativas de cierto valor nutritivo para animales (Azonopus, Aristida, Paspalum) por los grandes manojos del Andropogon sp., primer indicador de la degradación del suelo por el lavado excesivo y aumento de la acidez. Si no hubiera repetidas quemas de este pasto paupérrimo, el lugar será invadido luego por el helecho Pteridium aquilinum, seguido muy pronto por arbustos de las familias Melastomaceae (Miconia, Mouriria, Blakea, etc.) Compositae (Eupatorium, Baccharis, etc.) y Guttiferae (Vismia). Después de su desarrollo vienen heliófitos arbóreos (Cecropia, Schizolobium, Triplaris y varios Anonaceas) y al amparo de su sombra, al fin, se reestablecen las especies más tolerantes del bosque maderable. Una vez establecidos los arbustos, no es posible invertir el orden de la sucesión ya descrito, a no ser que todo se roce de nuevo.

Uso de la Tierra

Las áreas ocupadas por el bosque muy húmedo subtropical son las menos pobladas del país con tres notables excepciones: Tingo María, Satipo, y Quince Mil. Estas poblaciones y las colonizaciones adjuntas a ellas, se deben enteramente a la construcción de carreteras desde la Sierra hacia la selva baja, carreteras que hubiera sido mejor haberlas construido a través de regiones menos lluviosas. El más grande y próspero de estos establecimientos es Tingo María, un pueblo moderno recién creado en el sitio de un caserío antiguo cercano a la confluencia de los ríos Huallaga y Monzón. En gran parte, la prosperidad aparente de este centro de colonización es ficticia, depende mucho más de su ubicación estratégica con relación al comercio que se hace a todo lo largo de la carretera troncal que va desde Huánuco hasta el puerto amazónico de Pucallpa, que en lo que se relaciona con la productividad de las actividades agrícolas y ganaderas que se desarrollan en el área de colonización que la rodea, ó a ambos márgenes del eje de dicha carretera.

A pesar de las múltiples ventajas de que se goza, una estación experimental agrícola muy bien equipada y activa, un servicio moderno de extensión agrícola, bancos y generosos programas de crédito al colono, servicios públicos de sanidad, educación y administración, y sobre todo, una muy apreciable ventaja en los costos de transporte a la sierra y costa, su historia de casi 24 años de actividad agropecuaria ha sido marcada con repetidas crisis y fracasos. Todavía aún no han logrado encontrar un solo cultivo comercial que puede dar una utilidad adecuada para el esfuerzo y capital invertido en las operaciones pequeñas y medianas que predominan en este distrito de colonización, que nunca fue planeado en forma racional. Peor todavía, hay muchas haciendas cuyos dueños viven en Lima, considerando sus predios selváticos meras actividades secundarias o especulativas. Son muy pocos, aún entre los finqueros residentes, los que producen cosechas alimenticias de subsistencia. Hasta las verduras y arroz que comen se importan a precios fijados por el gobierno, desde la sierra y la costa misma.

En contraste a los colonos legítimos, aquellos con títulos de sus predios, viene mucha gente pobre de la sierra estimulada por la presencia de facilidades de transporte, quienes invaden indiscriminadamente las propiedades grandes de particulares tanto como los terre-

nos fiscales para practicar una especie de cultivo nomada sobre laderas de fuerte inclinación. Esta gente destruye el bosque natural primario que proteja estas laderas contra la erosión y deslizamiento, un nuevo trecho por año, cada familia, para sembrar una cosecha de maíz o yuca que vale mucho menos que las maderas tumbadas y desperdiciadas en el proceso.

En general nadie conoce ni respeta las limitaciones derivadas del clima y la topografía. Muchos de los colonos legítimos llevan a cabo actividades destructivas del potencial productivo de sus terrenos netamente forestales. En tanto que sus predios eran delimitados originalmente por el arbitrario sistema de lotes rectangulares y de tamaño uniforme (sin previo estudio de topografía o de suelos), la mayoría de ellos, no incluye dentro de sus límites, suficiente terreno de baja pendiente y suelo productivo para sostener operaciones agrícolas permanentemente eficientes. Pero no saben nada de la dasonomía (una ciencia alarmantemente desatendida en las universidades del país), ni tienen predios lo suficientemente grandes como para sostener una producción forestal continuada y aserraderos permanentes y bien montados. Entonces, rozan trechos desperdiciando la mayor parte de la madera (aunque, si les conviene, venden trozas de las especies más valiosas a madereros profesionales), y después los dedican al sembrío de la coca o el café con la esperanza de ganar algo, antes de que el suelo sea agotado y se vuelva improductivo. Cuando al fin de unos pocos años tales terrenos son abandonados a la sucesión natural, los valorizan muy por encima de su valor real, aún para la producción forestal, para venderlos a gente que desconoce los precios, o los alquilan a la gente pobre para que sigan practicando un tipo de agricultura nómada de subsistencia.

Hay por supuesto excepciones, pero son muy raras debido a la escasez de terrenos aluviales y coluviales. Algo de éxito se han logrado sobre terrenos en declive cercano a los límites superiores de la formación en la Cordillera Azul con la siembra del té. La experiencia indica, sin embargo que el té no es una cosecha que puede resolver el problema del colono típico en estas áreas. Por una razón el cultivo del té es perenne y demora varios años para entrar en producción; requiere fuertes inversiones de capital y extensas áreas de terreno con suelos adecuados. Por otro lado requiere un nivel muy elevado de técnica en su producción y asimismo su procesamiento tecnológico, exige siempre un costoso y especializado beneficio mecanizado practicado en la hacienda misma. Lo hacen compañías bien organizadas con buenas conexiones en el mercado nacional.

En los otros dos distritos de colonización en esta formación, Satipo y Quincemil,, las condiciones son generalmente peores debido, en el caso de Quincemil, a menos favorables condiciones de topografía y en ambos, a más elevados costos de transporte. Desde 1947 cuando un sismo destruyó la carretera entre Carrizal y Satipo, este centro sufrió una tremenda reducción en población y producción. Aún no se ha terminado la reconstrucción de esta ruta vial y la producción del área,barbasco y café, tiene que sostener los elevados costos de transporte por vía aérea. Aunque este distrito posee los más grandes potenciales agrícolas de los tres (por tener un clima que se acerca al lado más cálido y seco de la formación), el carácter de su agricultura es puramente especulativa, fundada en irracionales explotaciones. Pocos son los hacendados que viven allí y dirigen personalmente las operaciones en sus fincas y, peor todavía, nadie se ocupa de producir cosechas alimenticias. Hasta el arroz, azúcar y verduras se importan casi en su totalidad por vía aérea.*

* Un excelente estudio comparativo de estas colonizaciones se encuentra escrito por Drewes, op. cit., pp. 20-42.

En casi todas partes, el café es lo que más se siembra hoy día sobre las laderas que predominan en estos distritos. El cultivo del café aquí es relativamente nuevo, la mayor parte se ha sembrado después del año 1954 sobre terrenos vírgenes. Por eso, todavía no ha llegado a la plenitud de su producción. Sin embargo, hay bastantes indicios derivados tanto de la experiencia local como de aquella ganada en otros países tropicales, en el sentido de que el cultivo del café no tendrá verdadero éxito económico-social, sino en aquellas zonas donde sea cultivado sobre suelos aluviales y coluviales donde el abonamiento es económico y eficaz.

Sobre suelos zonales típicos de ladera, su rendimiento no alcanzará más de la mitad del promedio que se obtiene en las zonas de laderas similares a las encontradas en esta asociación, en donde el clima que impera en ellas es el ideal, o sea, el bosque húmedo subtropical. Además, excepto en donde logran cultivarlo muy cuidadosamente, protegiendo el suelo con mantillo y "arropes" contra el lavado y erosión laminar (a que están sujetos aún bajo sombra arbórea en esta formación), los rendimientos disminuirán progresivamente después de los primeros años hasta llegar al fin a un punto en donde no serán económicos ni los trabajos más mínimos de cultivo. Considerando que los productores tienen que vender casi la mitad de su producción en el mercado nacional a precios regulados y muy inferiores al precio de exportación, las utilidades que puedan obtenerse son generalmente bajísimas porque sus costos de transporte y de producción se encuentren entre los más elevados del país.

Así, por falta de una estación seca bien marcada, la floración y maduración del café es muy desigual, haciendo necesario repetidas recolecciones fraccionadas de la cosecha. Esto, también, dificulta su beneficio y secamiento tanto como el programa de trabajos culturales en las plantaciones. La mano de obra es transitoria y costosa también. Como no hay gente indígena local, la mano de obra, consiste, enteramente de gente reclutada en las tierras frías de los Andes y esta gente sufre mucho por enfermedades y debilitamiento cuando son traídas a este clima. Estos obreros, son ineficientes e indolentes y rinden poco con relación a los jornales que exigen. Además, no saben la técnica del cultivo y como extrañan sus fiestas y sus familiares, regresan a sus lugares de origen en cualquier momento que lo deseen para disfrutar de sus ganancias y recuperar su salud. En fin, el café en esta formación no constituye un cultivo promisor que permitiera el establecimiento permanente y próspero de agricultores pequeños, con un buen nivel de vida y sanas condiciones físicas y morales de trabajo.*

La única cosecha para la mayoría de los terrenos presentes es la madera. En cada lugar accesible de la formación ya ha producido grandes volúmenes que han proporcionado buenas ganancias a la gente que se ha especializado en esta clase de empresa. Si bien

* Es más bien otra especulación como otras que existen en estos distritos, la coca, el plátano de mesa, la madera y la especulación con terrenos de colonización. Se enriquece solamente a los comerciantes e inversionistas ajenos, quienes saben poco y no tienen interés en el porvenir real de estos distritos. Cuando se produzca otra crisis económica, habrá condenación para todas aquellas personas que tienen sus actividades comprometidas en el manejo de estas zonas del país y quienes en forma indolente no estudian sus problemas ni se preocupan porque alguien los resuelva.

es cierto que hasta ahora su producción ha sido hecha bajo un régimen de explotación irracional o ha resultado como consecuencia de desmontes agrícolas, como se ha indicado anteriormente, hay buenas perspectivas para la producción continuada de maderas bajo normas técnicas y el establecimiento de numerosos aserraderos y fábricas secundarias de productos forestales de carácter permanente. Esta industria requiere predios fijos de gran tamaño, entre 1000 y 10,000 hectáreas para cada unidad de producción continuada, más "colonos forestales" preparados técnicamente y con ciertos recursos de capital para ponerse en operación. Además existe la posibilidad de poder combinar la producción forestal sobre laderas con cierto volumen de producción agrícola o ganadera en aquellas zonas que poseen suelos aluviales y coluviales en el fondo de los valles. Pero dentro de un lógico y bien ordenado desarrollo de esta clase, lo único que probablemente puede dar estabilidad y prosperidad a las muchas áreas en la formación es, esperar el día en que los colonos sean más responsables y técnicamente educados; en que la política y reglamentación oficial sea orientada sobre firmes bases científicas, económicas y sociales y en aquel momento en el que todas las áreas con mejores condiciones ecológicas, sean ya plenamente colonizadas y estables en su producción y organización social. Antes de la alineación de más terrenos en esta formación, también se deben llevar a cabo los estudios integrales de sus recursos disponibles: sus suelos y topografía etc. Estudios que sirvan de base para la confección de mapas precisos en los cuales se haga una clasificación interpretativa de los suelos y se les agrupe en clases distintas de tierras de acuerdo a su capacidad potencial de utilización. Una buena proporción de las áreas parecen ser tan pobres y/o aisladas que sería mejor que fueran puestas en forma permanente bajo la vigilancia y ordenación técnica de un servicio administrativo y técnico forestal y que sean declaradas Bosques Nacionales, propiedad de la nación peruana.

En fin, no es recomendable que se extiendan más carreteras hacia o a través de las áreas indicadas como propias de esta formación en el próximo futuro. La proporción de suelos útiles para las prácticas empleadas tradicionalmente es tan baja en cualquier localidad que no provee una base adecuada para la colonización agrícola organizada. La limitada producción posible no justifica en ningún modo el elevado costo de construir y mantener las vías principales o secundarias ni tampoco el mantenimiento de los otros servicios públicos como de escuelas, iglesias, hospitales y centros administrativos y comerciales. Claramente, puede quedar establecido que al cruzar mediante una nueva carretera una zona que pertenece a esta formación, quiere decir que se está invitando a que se produzca un nuevo desastre ecológico y económico-social en ella. La carretera misma es siempre la que da un valor exagerado y especulativo a los terrenos vecinos a ella. Dicha carretera estimula el establecimiento de personas ignorantes e inconscientes como colonos, y provoca, como consecuencia de sus actividades mal dirigidas, la destrucción de los suelos forestales y de la masa arbórea que en su estado primitivo, ofrece las mejores condiciones como para empezar un futuro manejo forestal técnico para la producción de maderas. Cuando no fuera posible evitar el cruce de un distrito ubicado en esta formación, mediante una carretera de penetración a la región amazónica, debe siempre escogerse la ruta más corta y tomar medidas especiales para evitar que se formen propiedades particulares en los terrenos en laderas vecinas a ella. Tal medida ayuda mucho a prevenir los deslizamientos y derrumbes causados por el cultivo de terrenos ubicados arriba de la carretera igual como los desastres fluviales que puedan minar su fundación y arrebatar sus puentes, haciendo aún más costoso su mantenimiento e impidiendo el transporte durante los meses de máxima lluvia.

CAPITULO 27

EL BOSQUE PLUVIAL SUBTROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Debido a su inaccesibilidad, todavía no se conoce precisamente la geografía de esta formación superhúmeda en el país. En adición a las áreas indicadas en el mapa, un total de 5,629 Km² es altamente probable que perteneciendo a ella, haya numerosas otras áreas pequeñas, y aún grandes quizás, distribuidas a lo largo de las vertientes orientales de los Andes y sobre las serranías que se extienden al este. Como se ha indicado en el capítulo anterior, tales áreas dudosas se han indicado, conservadoramente, como bosque muy húmedo subtropical. Sea lo que fuere, la importancia de todas estas áreas es esencialmente negativa y no merecen mucha discusión en este trabajo.

El clima es tan extremo en sus características de humedad y pluviosidad que no permite ningún establecimiento humano ni actividades agrícolas o ganaderas. Tiene, además muy limitado valor para actividades forestales industriales. Excepto para los terrenos aluviales y coluviales de baja pendiente, no es aconsejable la explotación de maderas. Más bien, los bosques primitivos que actualmente cubren casi la totalidad de los terrenos en la formación deben estar estrictamente protegidos, como Bosques Nacionales, contra cualquier explotación de sus maderas. Su importancia se debe a su gran valor protector. Mientras se les deje intactos, sus espesas masas orgánicas actuarán como esponjas gigantes, ya que por medio de su transpiración e intercepción tienden a reducir al mínimo los desastrosos efectos del escurrimiento, la erosión y el deslizamiento de los terrenos. También modulan el flujo de los muchísimos torrentes y ríos que atraviesan y nacen en estas áreas.

Tanto en términos relativos como absolutos, esta formación es la más húmeda de todas las que tienen representación en el Perú. En todas partes, llueve más de 4000 mm. por año y el promedio es alrededor de 6000 mm. ó aún más. Son las áreas donde llegan a su máximo los efectos orográficos de obstaculización de los vientos húmedos selváticos por la barrera topográfica de los Andes. Cuando el clima es sólo templado-cálido, la efectividad de evapotranspiración llega a alcanzar solamente al 25 por ciento o menos de la precipitación anual. Así, el escurrimiento puede llegar a 4820 mm. anuales en donde

* Esta formación, se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bp-ST, y en color verde, tono segundo.

la temperatura media anual es 20°C. y donde llueve 6000 mm. por año, (el promedio para la formación). En las áreas completamente cubiertas con vegetación natural primaria, no hay ni un sólo mes en el año, durante el cual no llueva más del potencial de evapotranspiración. La atmósfera, la vegetación y el suelo quedan casi constantemente saturados con agua, hay lluvias casi diariamente y cuando no llueve copiosamente, existe una alta frecuencia de nubes y neblinas.

Topografía, Vegetación y Suelos

Para que exista esta formación se requiere topografía de marcado relieve que puede causar un abrupto levantamiento de los vientos cálidos y húmedos procedentes de la selva baja. Aquí en el trópico, las temperaturas relativamente altas, en combinación con la elevada humedad, conducen a una profunda y rápida meteorización de la roca madre. El efecto producido por el gran sobrante de lluvias, sobre la orografía, se traduce en una muy rápida y pronunciada erosión geológica de las estructuras tectónicas mismas. Por lo tanto, la fisiografía típica de la formación es de vertientes fuertemente inclinadas cuyas superficies son siempre marcadamente accidentadas o encañonadas por una superabundancia de torrentes, quebradas y riachuelos. Los valles y vallecitos son notablemente estrechos e inclinados y es por eso que es muy raro encontrar terrazas aluviales o bancos aún a lo largo de los ríos mayores en donde éstos atraviesan la formación. Al contrario, todas las líneas fluviales, grandes y pequeñas, tienden a estar caracterizadas por grandes rocas redondas, cataratas y bancos de cascajo grueso. Sus vueltas son bordeadas por laderas inestables y deslizamientos de cascajo, o por farallones de la roca madre.

Nadie ha estudiado los suelos de esta formación. Pruebas hechas por el autor indican que son extremadamente ácidos, con pH. entre 3.0 y 4.0 en general, con todas las consecuencias de tan poca capacidad para retener e intercambiar minerales básicos. Típicamente, hay una capa de materia orgánica poco descompuesta en la superficie (en donde la pendiente es baja), luego una capa delgada de humus negro seguido primero por un horizonte mineral A (textura arenosa) de color gris-pardo hasta blancuzco y un horizonte B (textura arcillosa) pardo-amarillo o rojizo moteado con vetas azules y al fin una graduación al color de la materia madre. En algunos lugares, se nota "pantanos" en la misma ladera con acumulaciones profundas de materia orgánica y agua estancada sobre la superficie por efecto de la acumulación de troncos caídos y vegetación briofítica abundante. Tales lugares deben ser originados por una capa impermeable ferruginosa o silfúrea en el subsuelo. Claramente se nota que falta buen drenaje interno. En las laderas fuertes, predominantes, los suelos son mayormente litosólicos, y el ritmo de erosión geológica es mayor que el de edafización. Aún bajo bosque natural, las laderas más largas e inclinadas son inestables y marcadas con numerosos derrumbes y deslizamientos de reciente origen.

Bajo estas condiciones, la vegetación de la asociación climática es escasa. La mayor parte del terreno está cubierto con bosques que corresponden ecológicamente a las asociaciones edáficas o topográficas de calidad más pobre. En los lugares donde existe esta asociación climática, se parece mucho en su fisonomía a la formación bosque muy húmedo subtropical, descrita en otro lugar de la presente monografía. Sin embargo, ésta

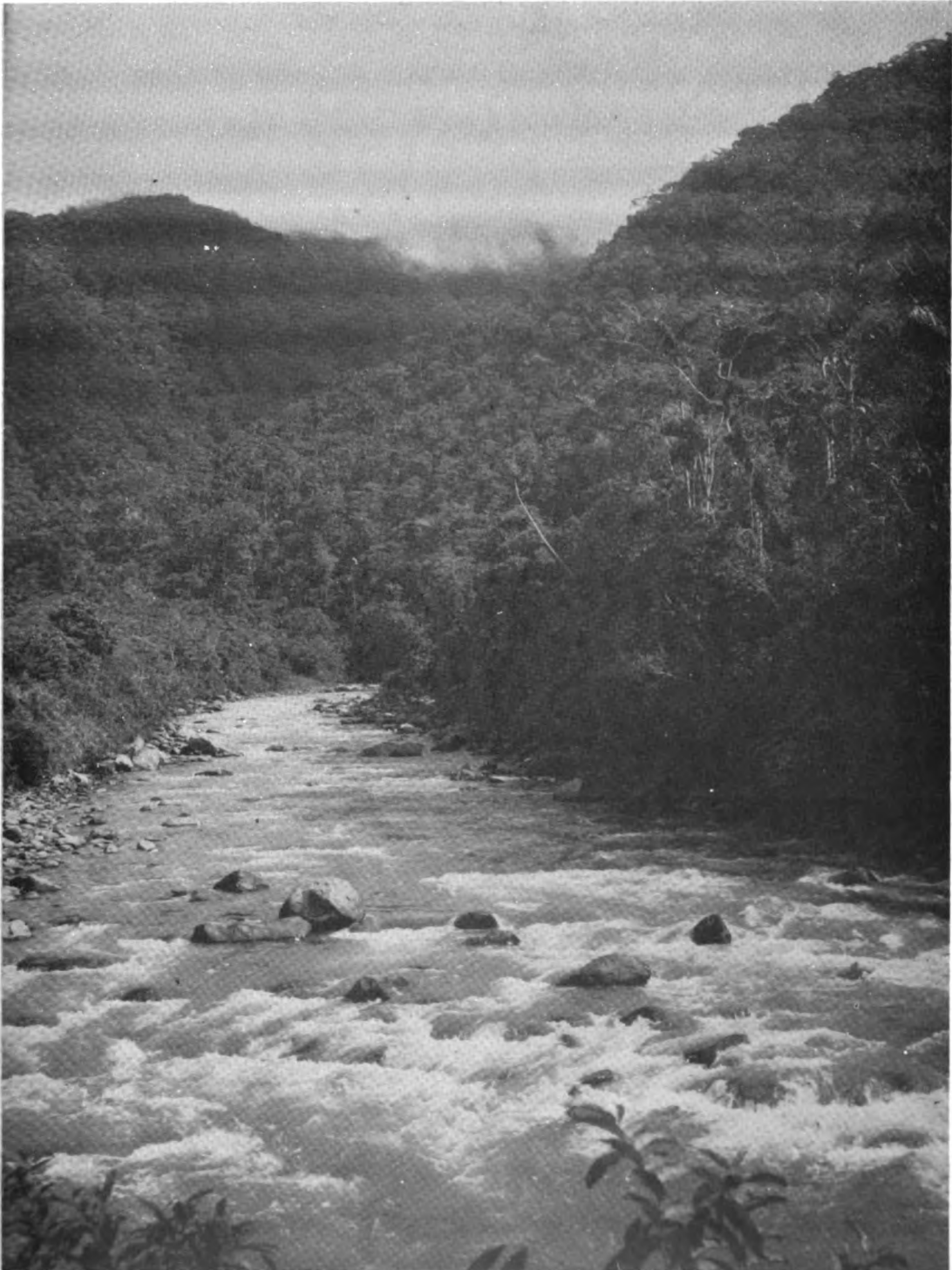


Figura 66
Bosque muy húmedo subtropical en transición al
bosque pluvial subtropical. Obsérvese la abun-
dancia de palmeras (*Euterpe* sp.) sobre la ladera
cercana.

Foto cortesía de E. Smith (X-76)

difiere principalmente en tener una proporción más alta de palmeras y helechos arbóreos entre los árboles de los estratos inferiores y del sotobosque. Y también se diferencia de todas las otras asociaciones, en su superabundancia de epífitas esciófitas (musgos, líquenes y helechos), que visten los troncos y ramas y aún las hojas viejas. Hay también muchas epífitas heliófilas en las ramas superiores de los árboles dominantes, trepadoras suculentas y lianas.

Los bosques de las laderas fuertemente inclinadas, de las asociaciones edáficas pobres, son de reducida estatura y hasta los troncos de las especies dominantes raras veces alcanzan diámetros grandes. Hay numerosos trechos, algunos extensos, en donde la vegetación es mayormente herbácea y arbustiva. Estos son, probablemente, los sitios de anteriores deslizamientos, ocurridos hace varios años, que ahora se encuentran cubiertos con vegetación secundaria. Los árboles dominantes del bosque, poseen las copas deformadas y generalmente pequeñas con relación al fuste. En esta asociación abundan las palmeras en el estrato superior. Generalmente, estos bosques no son aparentes para la ordenación con fines de producción de maderas comerciales. Es bien dudoso que tengan volúmenes suficientes o especies útiles para su industrialización económica.

Uso de la Tierra

Las tierras incluidas en esta formación actualmente no tienen ninguna población humana permanente. Por falta de pesca y animales silvestres, los indios primitivos de la selva no las visitan excepto temporalmente. Debido a que es imposible quemar un rozo en cualquier mes del año, nadie puede practicar la agricultura nómada. En esta formación, en la zona atravesada por la carretera entre la Divisoria y el Boquerón del Padre Abad, en la ruta hasta Pucallpa, han fracasado por completo desde hace años, los intentos de sembrar quina (Chinchona spp.).

Sobre los mejores suelos coluviales es posible sembrar en forma comercial la cocona (Solanum quitoense). Estos terrenos y los aluviales también servirán para la producción comercial de maderas, aunque el turno entre cortes sucesivos tendría que ser largo.

CAPITULO 28

BOSQUE MUY HUMEDO TROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Se conoce un solo lugar en el Perú donde esta formación perhúmeda ocurre positivamente. Está ubicada al fondo de las vertientes orientales de la Cordillera Azul en donde desembocan los ríos Yuracyacu, Aguaytia y San Alejandro sobre las llamadas "pampas del Sacramento", se extiende además unos pocos kilómetros hacia el este, comprendiendo en total unos 694 Km². Sin embargo, es muy posible que haya algunas otras áreas pequeñas de esta formación a lo largo de las vertientes exteriores de los Andes orientales, sobre todo al norte de 5 grados latitud sur, dondequiera que el contacto entre vertientes y llanura sea marcadamente abrupto y/o en donde dos serranías paralelas, se dirigen hacia el norte o noreste para formar un cul-de-sac dentro del cual se amontonan los aires superhúmedos provenientes del norte durante las dos largas estaciones húmedas. Por no existir datos, ni batánicos ni pluviométricos, para tales áreas inaccesibles, es que el autor no tuvo la oportunidad de investigar personalmente, toda esta área, la cual, tentativamente, figura como bosque húmedo tropical en el mapa ecológico.

Lo único importante respecto a esta formación, radica en la conveniencia de determinar su ubicación en otras partes de la montaña antes de iniciar colonizaciones nuevas ya que se trata de una formación inadecuada para cualquier uso agrícola o ganadero. A excepción quizás de la parte ubicada en latitudes ecuatoriales, esta formación es una anomalía extrahúmeda de aquella denominada bosque húmedo tropical. La gran humedad de esta formación se debe a ciertas influencias especiales de orografía abrupta y fuerte y de obstaculización del movimiento normal advectivo de masas de aire saturados con humedad. Además, en ella ocurren precipitaciones elevadísimas de 3800 y 7500 mm. aproximadamente, cantidades equivalentes a valores que alcanzan dos y cuatro veces la evotranspiración potencial anual en esta faja de temperatura cálida. En cuanto sean desmontadas, las exuberantes masas selváticas que cubren espesamente todos los terrenos, como una esponja gigantesca, se elimina la mayor parte de la transpiración real, exponiendo los suelos a un escurrimiento y lavado exagerado, lavado que equivaldría a un 75 a 90% de la precipitación total anual (3000 a 6700 mm.) No requiere mucha imaginación para que uno conciba la variedad de obstáculos directos e indirectos a los que tendrá que hacer frente el agricultor y el ganadero en este ambiente.

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bmh-T, y en color violeta tono sólido.

En adición a los problemas causados por este gran sobrante de lluvias anuales se encuentran aquellos derivados de las otras características climáticas; así, por ejemplo, constantemente existe una elevada humedad relativa del aire la cual, combinada con alta nubosidad y baja incidencia de radiación solar, produce condiciones similares a las que, artificialmente, se crean en un invernadero, o sea, extremadamente favorables al desarrollo de organismos patógenos como bacterias y hongos que atacan las plantas y animales domésticos, haciendo insalubre el medio para la habitación humana. Hay poca variación de temperatura diurna. Aunque las temperaturas del día son menos elevadas que aquellas de formaciones tropicales más secas, uno siente más el calor debido a la elevada humedad relativa, inclusive, en las horas de noche las cuales son también relativamente cálidas debido a la poca irradiación que hay.

Los otros problemas que existen, provienen de la alta incidencia de lluvias y la falta de una estación seca suficientemente larga y pronunciada para que se seque la vegetación y el suelo. El único mes con un total de lluvias menor que su potencial de evapotranspiración es julio, y aún en este mes se registran alrededor de 80 mm. en Yurac, la única estación para lo cual hay datos fidedignos en esta formación. En Yurac, con un promedio de precipitación total anual de alrededor de 5000 mm. existe nueve meses en los cuales la precipitación supera los 250 mm. mensuales; seis meses con más de 400 mm., y cuatro en que llueve más de 550 mm. Se han registrado 1065 mm. sólo en el mes de enero de 1952. Es bien probable que llueva aún más en aquellos lugares, en los cuales, la formación se encuentra ubicada más cerca del Ecuador, donde el calor se acentúa en mayor grado y en donde debido al doble máximo y mínimo de lluvias en tales latitudes equinocciales, desaparece por completo el mes "seco".

En esta formación, se encuentra tanto el suelo como la vegetación casi siempre saturados de agua. Cuando se atraviesa las purmas y bosques de la formación, por lo general se moja la ropa y botas aún después de varias horas que haya ocurrido la última llovizna o chubasco, porque la evaporación es bien reducida y tiende a llover algo diariamente. Para el agricultor son pocos e inciertos los días en cuanto se puede quemar los desmontes, aún varias semanas después del rozo la materia desmontada queda mojada y medio podrida. El ganadero se encuentra imposibilitado de instalar pasturas mediante el empleo del fuego como medio de destrucción de la vegetación espontánea. Igualmente la "quema" no podría utilizarse para la manutención de los potreros, ya que los pastizales de gramíneas al igual que los cultivos son rápidamente invadidos por los muy agresivos elementos leñosos de la purma o sucesión secundaria natural. El costo de su eliminación a mano es generalmente prohibitivo.

Topografía, Vegetación y Suelos

En los sitios en donde se identifica, el bosque muy húmedo tropical ocupa las murallas inferiores, los abanicos aluviales y las llanuras elevadas (500 hasta 200 metros de altura) de la precordillera. La topografía local varía desde la plana y ligeramente inclinada en el este (Pampas del Sacramento) hasta la accidentada de los precipicios y gargantas de las vertientes orientales bajas. La naturaleza textural de los materiales madres de los suelos varía con relación a la posición que ocupan con respecto a la cordillera oriental y

a la forma como drena dicha cordillera. Así, dichos materiales son mayormente de naturaleza cascajosa y arenosa; otras veces, están constituidos por la acumulación de materiales de textura gruesa, producto de la erosión andina. Cuando estos materiales madres del suelo, ocupan una posición alta y plana, dan origen a suelos residuales profundos bien avenados.

Del carácter específico de estos suelos no sabemos casi nada. Los suelos zonales que predominan son claramente lateromorfos y la mayoría son, aparentemente de avanzada edad y muy baja fertilidad natural. Muro menciona un latosol de bajo contenido en humus, de la "pampa del Sacramento", que tiene un pH de 4.3. Este suelo demostró tener una capacidad productiva actual, que al compararla con diferentes grupos de suelos de la selva alcanzó solamente 3.6 por ciento.* De otras observaciones en el exterior en este mismo clima, sabemos que los suelos residuales tienden a ser de color pardo-amarillento. Su reacción oscila entre fuerte y muy fuertemente ácida (pH 4.5 hasta 3.5). En general, se trata de suelos extremadamente deficientes en materia orgánica, calcio, potasio, magnesio, y manganeso, y relativamente pobres en fósforo asimilable, con elevadas cantidades de fierro y aluminio.

En tales suelos, debido al elevadísimo índice de lavado a que se encuentran sujetos, a su muy baja capacidad de intercambio para bases, al riesgo de invasión herbácea antes mencionada, no resultan ni económicas ni eficaces las prácticas usuales del cultivo nómada, con abonamiento de cenizas provenientes de la quema del desmonte o el empleo de abonos comerciales aplicados en una dosis o en forma fraccionada. Tampoco resulta efectiva la rotación aunque en ella se considere largos períodos de descanso en barbecho. Solamente con una ordenación forestal del bosque natural sería posible obtener beneficios continuados y utilidad económica en el área de suelos residuales.

Para las pocas áreas de suelos aluviales modernos hay, aparentemente mejores perspectivas para el agricultor, sobre todo si se pudiera vencer los obstáculos puramente climáticos de la formación. Dichas áreas de terrenos aluviales si recibieran cuidadosas prácticas culturales, pueden servir para pequeñas plantaciones comerciales de jébe, cacao, pijuayo y forrajes de corte para ganado vacuno, para su alimentación en el establo mismo.

En su estado virgen, la vegetación siempre verde y perennifolia del bosque muy húmedo tropical es lo más alto, tupido y florísticamente complicado del trópico. Es aún más impresionante que aquella descrita en la formación bosque húmedo tropical, aunque es similar en muchos aspectos. Tal exuberancia, que nos da una impresión muy falsa de la productividad del habitat para el cultivo de plantas herbáceas, resulta de la humedad y temperatura ambientales, constantemente elevadas y de la precaria balanza ecológica que existe entre la masa arbórea climax y el suelo. Como se ha explicado detalladamente en el capítulo anterior, no se refleja en ningún modo suelos productivos para otras clases de vegetación. Lleva un elevado volumen de maderas y leñas en su estado primitivo y, mien-

* Ensayos efectuados con plantas anuales (Maíz, frijol, arroz, kenaf, etc.) en los cuales una capacidad productiva de 100 por ciento la obtuvo un latosol pardo, suelo aluvial moderno, fuertemente abonado con pH de 7.0. Un suelo parecido aluvial moderno pero sin abonamiento (virgen) obtuvo un índice de 88.1 por ciento. Muro, op. cit., pp. 14-15.

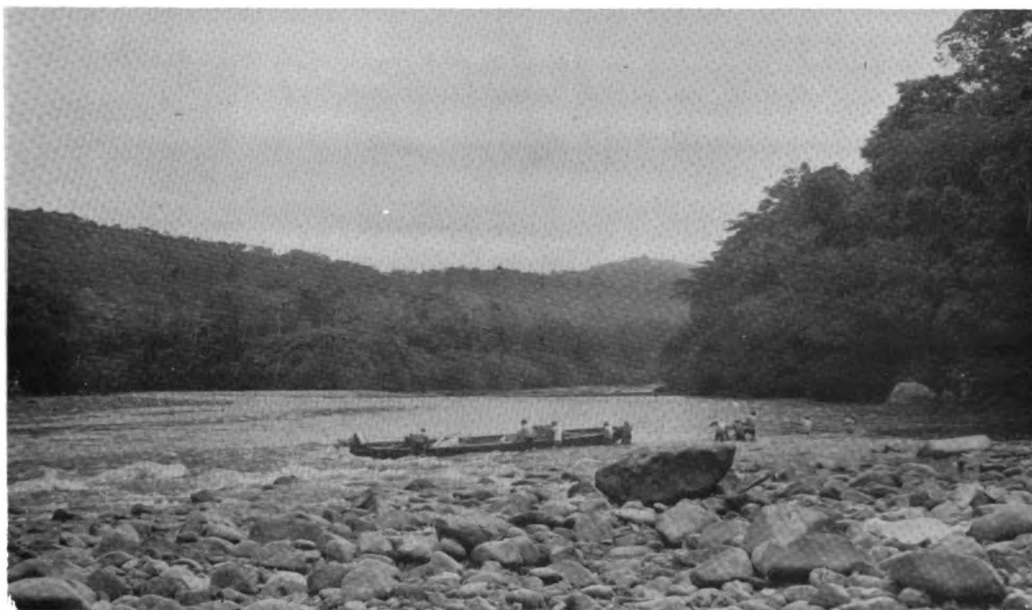


Figura 67

Bosque muy húmedo tropical en transición con bosque pluvial subtropical cercano a la confluencia de los ríos Guacamayo y Candamo con el río Tavara a 600 metros, sobre el nivel del mar. Cuenca del alto Tambopata. Esta cuenca tiende a ser más húmeda de lo que se indica en el mapa ecológico.

Foto cortesía de E. Smith (MD-13)



Figura 68

Bosque muy húmedo tropical: Vista hacia el famoso Boquerón del Padre Abad, tomada del borde de las Pampas de Sacramento, Carretera Tingo María - Pucallpa. Deben formar un Parque Nacional en esta tierra, no aprovechable para la agricultura, pero de tremendo valor turístico.

Foto cortesía de E. Smith (1136)

tras se mantenga su característica y fisonomía naturales y especies nativas sin drásticos o abruptos desenlaces del fundamento, tiene gran potencial para un ritmo muy elevado de crecimiento de tales materias primas bajo manejo técnico forestal.

No se han hecho estudios detallados de esta vegetación en el Perú. A base de estudios sin publicar hechos por el autor en Colombia, sabemos que tiene unos cinco estratos arbóreos definidos. El estrato principal se compone de árboles codominantes con un nivel superior entre 48 y 50 metros; y fustes desde 120 hasta 220 cm. d.a.p. Sus copas, en forma de conos invertidos, son compactas y forman un dosel relativamente cerrado. Saliendo con bastante frecuencia encima de este mar verde se encuentran grandes y vistosas copas de árboles gigantescos, los cuales alcanzan alturas de casi 60 metros y tienen fustes enormes de 2, 3, y aún raras veces de 4 metros d.a.p. Dando apoyo a muchas especies en ambos estratos superiores en el suelo siempre mojado e inestable, se encuentran inmensas raíces laminares fulcreas o "aletas" las cuales puedan extenderse hasta 5 o más metros radialmente del tronco y hasta 4 ó más metros arriba sobre su fuste. Abajo y en grandes números, se ve los troncos de tres estratos inferiores de árboles más pequeños, inclusive muchas palmeras, con niveles superiores de aproximadamente 33, 21, y 14 metros. Casi todas las especies son macrofoliados: la superficie foliar total, que ayuda en la tremenda tarea de transpiración y fotosíntesis, es enorme y en combinación con la nubosidad frecuente del cielo, impide la penetración de mucha luz al piso. Debido tanto a la oscuridad como a la competencia de los apretados sistemas radiculares de los árboles, este piso del bosque lleva muy poca vegetación arbustiva y herbácea. En cambio, en la parte alta, sobre las copas, ramas horquillas y sobre los mismos fustes, se encuentran fantásticas masas de epífitas, lianas y trepadoras de toda clase. Sobre los fustes más sombreados hay una verdadera profusión de helechos, musgos y líquenes, los cuales en muchos casos, ocultan completamente la corteza de la vista.

En lo que se refiere a las especies presentes en las distintas asociaciones, casi no existen datos. Es muy probable que muchas especies conocidas del bosque húmedo tropical y del bosque muy húmedo subtropical están presentes también en esta formación, por ejemplo: tornillo, lagarto-caspi, tulpay o mashonaste, quillo-bordon, marupá, caupure, shihuahuaco, almendro, áiauma sacha-uva y varios moenas. Más numerosas entre los dominantes deben encontrarse especies con maderas especialmente livianas y blandas, pertenecientes a: Bombacaceae, Moraceae, Tiliaceae, Sterculiaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae.

Uso de la Tierra

Atraviesa el sector mejor conocido de esta formación la carretera troncal que une Tingo María y Pucallpa. La imprudente selección de esta ruta a la vez que ha favorecido el fácil acceso a la estupenda vista del Boquerón del Padre Abad, (un paraíso de múltiples cascadas, flora y fauna silvestre que la ciudadanía debiera proteger a perpetuidad en su estado natural, declarándolo Parque Forestal Nacional), también la hizo accesible tanto al especulador de tierras como al colono ignorante. Y tal accesibilidad se ha hecho posible tanto al área donde domina el medio hiperhúmedo como a los terrenos de las lomas vecinas y a la infértil pampa del Sacramento. En la actualidad, aunque los terre-

nos que bordean la carretera fueron lotizados y alineados para su desarrollo agrícola hace más de 15 años casi todo este sector está abandonado y sin población permanente. Las únicas chacras que han logrado cierto éxito económico son aquellas ubicadas sobre las terrazas bajas con suelos aluviales modernos de los ríos Yuracyacu y Aguaytia. Sobre el resto del área, se ha explotado las maderas más valiosas del bosque primario, o en algunos casos, se han desmontado para hacer cultivo o pastoreo, con su casi inmediato abandono a purma. Aún las bien atendidas plantaciones de jebe del Banco de Fomento Agropecuario en Yurac han fracasado en gran parte sobre los terrenos no aluviales del fundo.

La mayor parte de la población del pequeño pueblo de Aguaytia se dedica en la actualidad, al servicio de pasajeros y camiones o a los trabajos de reparación de la carretera. En los lugares que la carretera atraviesa la formación perhúmeda dichos trabajos de reparación son necesarios realizarlos con mucha frecuencia. Los terrenos que bordean la carretera, aunque se prestarían bien para la ordenación forestal intensiva e inmediata, en la mayoría de los casos, se encuentran en poder de quienes no los utilizan, es decir, se encuentran en manos de particulares quienes los venderían solamente a precios especulativos. Tales precios sólo los podría pagar una agricultura intensiva para lo cual, ellos no sirven, como se ha probado claramente con la experiencia.

Esta experiencia nos enseña el peligro de ubicar futuras carreteras en áreas de clima desfavorable a la colonización agrícola. Si las circunstancias hicieran forzoso atravesar tales zonas para llegar a otras menos húmedas, debiera evitarse la alineación de los baldíos que bordean la carretera, exceptuando aquellos que ofrecen las garantías necesarias que aseguren un uso continuado de la producción forestal.

CAPITULO 29

BOSQUE SECO TROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

De las once distintas formaciones que se encuentran en la denominada "Montaña" del Perú, el bosque seco tropical está entre aquellas que poseen el más alto potencial de desarrollo económico y social. Su temperatura cálida es ideal para el crecimiento de la mayoría de las plantas tropicales. Ni muy húmeda ni muy seca, favorece el desarrollo de suelos tropicales relativamente productivos. Sus extensos bosques naturales se encuentran entre los más ricos en valiosas especies maderables. Más aún, grandes extensiones de su territorio de aproximadamente 100,105 Km² en el Perú se componen de anchas llanuras y fértiles valles aluviales bien acondicionados para la labranza mecanizada, riego, operaciones madereras, o la crianza de ganado. A pesar de hallarse actualmente distante de las ciudades costaneras, desprovista de carreteras y caminos, y prácticamente deshabitada, las áreas comprendidas dentro de la formación merecen prioridad en el planeamiento de la colonización agrícola y ganadera de la selva.

Típicamente, la formación se halla en tierras bajas de la región tropical, justamente fuera de la zona ecuatorial de máximo calor y de convergencia intertropical caracterizada por lluvias abundantes durante todo el año. Debido a la influencia de las corrientes y brisas frías del Pacífico, esta formación, en general no se encuentra en las latitudes típicas de la costa peruana, salvo un sector muy pequeño al sureste de Tumbes limítrofe con el Ecuador. De modo pues, que a excepción de la pequeña área ocupada en Tumbes, la formación se encuentra solamente al este de las vertientes centrales de los Andes. De allí que su distribución y características de precipitación varíen algo de norte a sur debido a las influencias específicas de topografía y de latitud. Así, en la región norteña ocurre sólo en los valles interandinos bajos, como los del Marañón, Chiríños y Huallaga Central, donde, debido a la abrigada posición detrás de las bajas cordilleras orientales, llueve algo menos de lo que es el promedio típico para estas latitudes. Aquí la formación es una anomalía subhúmeda del bosque húmedo tropical, formación ampliamente extendida al este, sobre la Hylea del Amazonas. Como en aquella formación, sus precipitaciones, aunque en menor cantidad, tienden a ser distribuidas con relativa uniformidad a través del año; y así los 1000 ó 2000 milímetros que caen a-

* Esta formación se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bs-T y en color olivo tono sólido.

nualmente, se encuentran adecuadamente bien distribuidos ya que se precipitan 50 mm. ó más en cada mes, excepto en los dos períodos más lluviosos, entre octubre y diciembre y entre marzo y mayo, en los que la precipitación mensual aumenta de 100 hasta 200 mm.

Más o menos entre los 8° y los 10° latitud sur, sobre las llanuras selváticas, al este de la última zona de serranías bajas, se nota una transición hacia el típico patrón de bosque seco de los trópicos continentales: la formación ocupa un área extensa de baja elevación entre Contamaná y Bolognesi en la hoya del río Ucayali, mientras los terrenos más elevados que la rodean permanecen en la formación bosque húmedo tropical.

Al sur de 10° latitud sur, el bosque húmedo queda restringido a una faja de unos 100 Km. de ancho, que se extiende desde el pie de la cordillera hacia el este sobre la zona orográfica precordillerana, mientras que todas las llanuras al este son típicamente subhúmedas. Esta gran área de bosque seco tropical en el departamento de Madre de Dios es contigua a áreas mucho más extensas de la misma formación en Brasil y Bolivia, y como ellas, posee un tipo de precipitación marcadamente seco-tropical, con un solo período de sequía que dura aproximadamente cinco meses entre mayo y octubre, y un solo período lluvioso de siete meses, con la mayor precipitación entre los meses de diciembre y abril. Los meses de junio, julio y agosto tienden a ser marcadamente secos, con menos de 55 mm. de lluvia cada uno, mientras que en algunos de los meses más lluviosos, la precipitación puede exceder a los 250 mm.

Debido a la orografía diferencial y a la protección provista por las serranías bajas orientales de los Andes, la formación también ocupa ciertos valles al oeste en estas latitudes dentro de la normalmente muy húmeda ceja de montaña inferior, como en los valles del Perené, Ene, Mantaro-Apurímac, Alto Madre de Dios e Inambari. Por encontrarse ubicados al sur de 10° latitud sur, el régimen de precipitaciones mensuales en estos valles tiende a ser también seco-tropical.

La planeación racional del uso de la tierra y la selección de plantas, animales, y prácticas agrícolas y ganaderas para las áreas incluidas en esta formación requiere una consideración especial del tipo de distribución cuantitativa de las lluvias a través del año, cuya variabilidad geográfica acabamos de describir. Esto se debe a la alta relación de evapotranspiración potencial que corresponde a las temperaturas constantemente elevadas del piso tropical. Así, en el límite seco y cálido de la formación, la evapotranspiración potencial anual es casi doble de los 1000 mm. de lluvia total recibida; en su límite húmedo y menos cálido es solamente ligeramente menor de los 1800 mm. de precipitación total. Además, a través de todas aquellas áreas donde prevalece un régimen típicamente seco-tropical, o sea donde hay un solo período de sequía largo, hay un apreciable sobrante de lluvias en los meses húmedos que se pierde como escurrimiento. Allí, los suelos de la asociación climática (zonales) contienen generalmente una provisión inadecuada de humedad durante por lo menos tres de los cinco meses de la estación seca. En cambio, en suelos de asociaciones edáficas y topográficas que tienen una capacidad de retención de humedad inferior a la normal, esta deficiencia de humedad puede extenderse durante toda la estación de bajas precipitaciones. Por eso, los cultivos perennes así como los anuales que tardan más de ocho meses entre la siembra y la fructificación, exigen agua y se benefician por la aplicación de un riego suplementario durante estos me-

ses.*

Una vez establecido un sistema de riego (y avenamiento), facilitará la regulación de la humedad del suelo a través del período entero de cultivo y debe recalarse que ocasionalmente esta formación experimenta años anormalmente muy secos así como también muy húmedos.

En contraste, en los valles interandinos orientales bajos al norte de 8° latitud sur, donde esta formación se caracteriza por un régimen de precipitaciones de tipo ecuatorial, anormal a ella, la distribución de lluvias es mucho más uniforme a través del año. Se ha calculado que el riego suplementario, sobre suelos de la asociación climática es necesario solamente en donde la precipitación total anual sea menor de 1350 mm. aproximadamente (como en Tarapoto y Juanjuí, etc.). En estos lugares marcadamente subhúmedos, el riego suplementario es deseable en toda época excepto en aquella comprendida entre los meses de febrero y mayo, debido a la uniformidad de la deficiencia parcial en los otros meses. Por otro lado, en los valles del norte, donde la precipitación anual excede a los 1350 mm. puede prescindirse enteramente del riego por la misma razón: por hallarse el equilibrio de humedad prácticamente en un punto ideal para la agricultura y ganadería en todos los suelos zonales.** (En el área de la formación en la cuenca del alto Ucayali, o entre 8 y 10° latitud sur, las condiciones son intermedias entre los dos extremos discutidos).

Aunque subhúmeda, la formación bosque seco tropical se caracteriza, aparentemente,*** por su comparativamente limitada variación diurna de temperaturas, excepto al

* El grado y duración de la deficiencia de humedad del suelo varía, no sólo con la estructura física del suelo, su contenido de humus, y de la profundidad de la capa freática, sino también con la cantidad e intensidad de precipitaciones durante los mismos meses de deficiencia. Como esta formación es solamente subhúmeda, los meses secos rara vez vienen completamente desprovistos de lluvia. A base de los pocos datos disponibles, se calcula que la precipitación mensual durante la época seca oscila entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de la evapotranspiración potencial mensual, asumiendo que haya completa cubierta vegetal del suelo. La diferencia tiene que ser suministrada por riego suplementario.

** Así, los períodos lluviosos son suficientemente cortos y húmedos como para que el recargo de humedad en el suelo y almacenaje máximo se completen sólo poco antes de establecerse un período deficiente de lluvias; por ello hay muy poca pérdida de agua como escurrimiento. Las estaciones secas, a su vez, son suficientemente breves como para que la humedad almacenada añadida a la limitada precipitación, se utilice completamente en evapotranspiración sólo antes de establecerse un nuevo período más lluvioso.

*** Se necesitan más estaciones meteorológicas y datos fidedignos para un mayor número de años, para controlar esta importante relación de variación cotidiana de temperaturas para las formaciones en el bajo trópico. Sin embargo, los pocos datos disponibles indican una menor variación en la formación subhúmeda que en la húmeda, perhúmeda, y superhúmeda, por lo menos en el Perú.

finalizar la estación seca más larga. Así, en Pucallpa, * la temperatura media anual durante cinco años de registro fue de 25.8°C., con una variación de las medias mensuales de solamente 1.8°C. entre el mes más frío (julio) con 24.5° y cálido (setiembre y octubre) de 26.3°C. El promedio de variación diurna para el año entero durante este período fue de 10.3°C., con una media máxima de 31.5° y una mínima de 21.2°C. Pero esta variación se redujo a sólo 9.2°C. entre la hora más cálida y la más fría, durante los seis meses más húmedos y calurosos (noviembre hasta abril), o sea durante los meses de verdadera producción agrícola sin riego. En agosto y setiembre, los meses más deficientes en humedad del suelo, la variación diurna fue de 13.4°C. entre una máxima media de 32.8° y una mínima media de 19.4°C. (Durante los cinco años de registro mencionados se registró una máxima absoluta de 38.2°C. (enero) y una mínima absoluta de 11.7°C. (agosto).

Estos son hechos de significación fisiológica en cuanto al "termoperiodismo" o la relación entre el crecimiento por fotosíntesis por las plantas durante las horas del día y el consumo o translocación de estos productos de crecimiento por la respiración durante la noche.** Aunque faltan muchas investigaciones de esta relación bajo condiciones tropicales, se considera generalmente que cuanto menor sea la variación entre temperaturas del día y de la noche, menor será el crecimiento neto de las plantas afectadas. Esta relación debiera ser especialmente marcada en los trópicos por tener las horas de luz y la oscuridad aproximadamente igual duración a través de todo el año. Entonces, los meses potencialmente más productivos, si los suelos fueran abastecidos normalmente con agua de riego suplementario, serían los del "invierno", o sea aquellos comprendidos entre mayo y setiembre, inclusive en la zona de Pucallpa y hacia el sur.

Como los meses de máxima sequía coinciden, aproximadamente, con el mayor ángulo del sol al norte del Ecuador, en estos meses predomina un tiempo de presión alta, de estabilidad adiabática y de baja humedad atmosférica. Los vientos alisios soplan fuertemente al sureste, sobre todo durante las horas del día, favoreciendo así la quema de desmontes y pastos y el avance de tales incendios, cuando no son debidamente sofocados, a través de los bordes de los bosques naturales que los rodean.***

* Elevación sobre el nivel del mar de 151 metros.

** Cf., F. W. Went, Thermoperiodicity. In F. Verdoon (ed) Vernalization and Photoperiodism -- A symposium. The Ronald Press Co., New York, 1948.

*** Repetidas veces año tras año, estos incendios no solamente dañan el suelo sino que matan progresivamente interiormente la vegetación natural arbórea en pie, convirtiendo, poco a poco, estos montes de valiosas maderas en pastos naturales de dudoso valor nutritivo para el ganado. En Venezuela, Colombia, Brasil y parte de Bolivia, así como en muchas partes del continente africano, donde el bosque seco tropical predomina sobre vastas áreas de llanuras parecidas, incendios incontrolados provocados por las cacerías de indios o negros primitivos, por las quemas del agricultor nómada, o por el ganadero que renueva su pasto, ha dado origen a los llamados "llanos", "sabanas" y "chapparros", extensas áreas de graminal alto natural, sobre los terrenos de las asociaciones climática y edáfica de esta formación. Cf., Budowski, op. cit.

Durante estos meses, las lluvias son típicamente vespertinas y aunque fuertes, son normalmente de corta duración, infrecuentes e inciertas. Se deben enteramente a los movimientos verticales (convección del aire terrestre, el cual, calentado por insolación durante las mañanas despejadas, sube a formar las nubes celulares y dispersas tipo cumulus, de la tarde. En los sitios y circunstancias que este calentamiento sea especialmente marcado y haya humedad atmosférica suficiente para producir una condición de inestabilidad en la atmósfera superior, estas nubes cumulus son transformadas en cumulonimbus, de masa y turbulencia interior que casi siempre dan origen a chubascos muy fuertes. Estas nubes vienen también dispersas (i.e. celulares) y como caminan con cierta rapidez de este a oeste, el área total que se moja en cualquier día es típicamente reducida y la precipitación sobre cualquier lugar, de muy corta duración. Es de advertir que los cumulus casi nunca producen lluvias torrenciales.

Al contrario, durante los meses de verano, el tiempo se caracteriza por una alta periodicidad de depresiones atmosféricas, elevada humedad relativa, y de gran inestabilidad adiabática. Los vientos son relativamente débiles y soplan principalmente del norte o noroeste. Hay pocos días durante los cuales no cae algo de lluvia, y aunque puede llover a cualquier hora del día o de la noche, predominan las lluvias vespertinas, nocturnas y de madrugada. Con bastante regularidad se reciben lluvias prolongadas de varias horas, de baja o de sólo moderada intensidad provenientes de un cielo completamente nublado. En estos meses los chubascos van frecuentemente acompañados por truenos y relámpagos.

Topografía, Vegetación y Suelos

La mayoría de los terrenos abarcados por esta formación en el Perú, permanecen actualmente en estado completamente selvático primitivo. Se conocen tan superficialmente que uno no se atrevería ni a tratar de su total ubicación ni a hacer una suposición acerca del área total de los suelos adaptable a un uso permanente para agricultura o ganadería comercial. Sin embargo, se reconoce a base de experiencias en otros países, que de todo el bajo trópico, esta formación reúne las condiciones climáticas más propicias para el desarrollo de suelos permanentemente laborables y productivos, ya sea en agricultura o ganadería. Como el clima no es ni muy seco ni muy húmedo, los factores del medio ambiente tienden a reaccionar en forma relativamente balanceada en relación con la creación y morfología de los suelos.*

* Así, como hay una estación lluviosa que dura alrededor de siete meses, la roca madre no ejerce una influencia desproporcional como lo hace en las formaciones más secas. Hay crecimiento durante todos estos meses de una vegetación alta y tupida. La producción y descomposición rápida de abundantes restos orgánicos da origen a la formación de ácidos orgánicos y a la hidrólisis de los minerales. Con el lavado causado por el escurrimiento ligero a moderado de esos meses, las bases y coloides en solución se remueven hacia abajo. Pero un desarrollo de suelos fuertemente latolizados (laterizados), deficientes en nutrientes y con baja capacidad de cambio, (parecidos a los que se encuentran en las formaciones húmedas y perhúmedas) no puede producirse en gran parte debido a la inversión de estos procesos durante los cinco
(Continúa)

Se debe encontrar los suelos de la asociación climática sobre todo en los terrenos no aluviales, ligeramente ondulados hasta moderadamente accidentados, en donde el drenaje es bueno pero no excesivo y en donde la materia madre no reúne características mineralógicas adversas. Juzgando por estudios hechos en Venezuela y Puerto Rico,* estos suelos pueden variar regularmente en cuanto a su profundidad, textura, color, reacción y fertilidad real y potencial. Aparentemente, esta variación está relacionada con un complejo de factores medioambientales pero en especial con su posición fisiográfica, edad (o ritmo de erosión geológica) y el carácter mineralógico específico de la materia madre. En promedio, al menos, estos suelos tienden a ser de profundidad y textura mediana, normalmente francos y permeables, de color gris-pardo hasta marrón en el horizonte A (contienen regular cantidad de materia orgánica) y fuertemente rojo o rojo-amarillo en el B, ligera hasta moderadamente ácidos en todos sus niveles, y de solo moderada fertilidad natural.** Después de su delimitación estrictamente técnica, las mejoras de estos suelos, por medio de riego, abonamiento y prácticas de conservación, servirían para el cultivo permanente o en rotación con pastos. La mayoría no son aparentes para cultivos permanentes de campo abierto con técnicas ya conocidas, pero servirían en gran parte para la siembra de forrajes de corte o para pasturas mejoradas.*** Es probable que tales suelos zonales ocupen extensas áreas de la formación en el Perú, sobre todo en el noreste de Madre de Dios y el bajo Huallaga, donde ofrecerían buenas posibilidades para la colonización ganadera, en especial la bien tecnificada y capitalizada.

(Cont.)

meses de sequía relativa. En estos meses la vegetación se pone en descanso. Los restos orgánicos se acumulan sin descomponerse y no hay formación de ácidos o hidrólisis. Hay una evaporación pronunciada en la superficie del suelo, dentro de la cual el agua se mueve al revés, es decir, hacia arriba. Entonces las bases y coloides no se mueven más hacia abajo y es muy posible que suban de nuevo, reduciendo así al mínimo los efectos del lavado anterior.

* Consejo de Bienestar Rural, Recursos Agrícolas del Guárico Occidental. Apéndice I-a: Los Suelos: Su Uso y su Manejo (Caracas: C.B.R. para el Ministerio de Agricultura y Cría, 1956), pp. 285-370.

R. C. Roberts et al, Soil Survey of Puerto Rico (Washington, D.C. and Río Piedras, Puerto Rico: United States Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry and University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station, 1942).

** En uno de los pocos reconocimientos de suelos vírgenes de esta formación publicados para el Perú, Guerra encontró suelos no aluviales que variaban localmente desde arcillosos y friables hasta franco-arenosos, desde gris-marrón hasta rojo-amarillo en color, y desde ligeramente alcalinos hasta fuertemente ácidos. William Guerra, Estudio Preliminar sobre las Asociaciones Forestales del Bosque Nacional de Iparia. Tesis (mimeografiada) para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Nacional de Agricultura "La Molina", Lima, 1958.

*** La mayoría de los potreros mejorados de la Granja "San Jorge" del SCIPA se encuentran sobre terrenos de la asociación climática de esta formación cercana a Neshuya. Las experiencias de esta granja experimental dan excelentes indicaciones de su potencial para la ganadería tropical y de las técnicas que deben emplearse para su mejor aprovechamiento.

Los mejores suelos de la formación se encuentran sobre los terrenos aluviales recientes no inundables. Es poco probable que se ocupen áreas extensas o consolidadas. Son típicamente dispersas, restringidas a estrechas e interrumpidas terrazas bajas que bordean los ríos pequeños y medianos, algunos tributarios de los grandes ríos interandinos orientales, otros ligeramente atrincherados dentro de las extensas y muy quebradas llanuras elevadas (estructuras terciario-continuales) de la precordillera. De acuerdo con Ruiz y García Espinel quienes han estudiado suelos de la misma asociación edáfica de la formación en Colombia,* tales suelos se caracterizan por su profundidad y diversidad de capas y texturas. Predominan en las partes no inundables los de tipo franco, franco-arcilloso y franco-arcillo-limoso. El horizonte A puede tener hasta 30 cm. de profundidad, es usualmente gris-oscuro hasta negro en color y algo alcalino en reacción. Las capas inferiores son más espesas, marrón amarillento en color, muy friables, permeables y ligeramente alcalinas hasta neutras. Estos suelos tienen buen drenaje interno, se consideran excelentes para el cultivo permanente sin riego de una gran variedad de cosechas estacionales tales como maíz, ajonjolí y cultivos alimenticios y, con riego, de caña de azúcar, arroz y forrajes de corte. Tales terrenos ofrecen, sin duda, las mejores condiciones para el cultivo permanente por parte de pequeños agricultores dotados con poco o ningún capital, y aptos para aplicar solamente las más sencillas técnicas agrícolas. El reconocimiento y alineación de mapas de tales, suelen y deben imprescindiblemente, preceder a cualquier nuevo intento de colonización en la selva con gente de esta categoría.

Es dudoso que los suelos aluviales hidromórficos ocupen áreas extensas excepto en el sector Contumán-Bolognesi del alto Ucayali, donde es posible que ocupen 50% o más del área total. Allí la formación se extiende sobre una sección de la planicie baja amazónica, muy típica en el área del bosque húmedo tropical, en donde los ríos, siendo maduros, corren lenta y serpentinamente sobre una llanura de sedimentos no consolidados de edad cuaternaria y reciente.**

Como en aquella formación, los suelos mejor oreados y útiles son aquellos que forman estrechas terrazas y diques naturales que bordean los ríos principales: un gran porcentaje de los extensos llanos aluviales detrás de éstos, por ser más bajos, están sujetos a inundaciones periódicas con aguas llenas de coloides, que duran largos períodos de tiempo. Estos llanos aluviales, tienen suelos muy pesados, mal oreados, y defectuosos en su estado natural, que no servirán para cualquier uso agropecuario sin previas obras costosas de avenamiento, reacondicionamiento, y defensa por diques artificiales. Una vez rehabilitados por supuesto, tales terrenos se encontrarán entre los más productivos para sostener cultivos abiertos comerciales del bajo trópico. Pero en la actualidad, su habilitación no tiene ninguna posibilidad de tener éxito sino con grandes inversiones de capital, la perfección de los sistemas de transporte a mercados exteriores, y la aplicación de técnicas de ingeniería y agricultura aún imperfectamente desarrolladas por las ciencias. Además, es bien claro que tales terrenos, aunque extensos y potencialmente muy productivos, no se pueden habilitar económicamente para la colonización por pequeños agricultores o para fines de ganadería extensiva.

* J. A. Ruiz y A. García Espinel, "Breve Descripción de las Series de Suelos Dominantes en las Principales Regiones Agrícolas de Colombia (Bogotá: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Publicación Especial N°8, 1951.

** Mapa Geológico del Perú, op. cit.

Una proporción aún desconocida de los terrenos incluidos en esta formación, sobre todo en ciertos valles interandinos, reúnen condiciones de topografía y/o de estructura geológica desfavorable al desarrollo normal de suelos, y así, se encuentran suelos poco profundos, con bajo poder retentivo de humedad y difíciles de manejar, y de mantenerlos bajo cultivo o pastoreo. Tales sitios se conocen por la reducida estatura de su bosque natural, la cual se parece algo en su fisonomía al de la asociación climática de la formación bosque muy seco tropical. Aún siendo fértiles por ser fácilmente erosionables cuando se les expone a la intemperie, estos suelos deben dedicarse permanentemente a fines forestales.

Al igual que los suelos, los extensos y complicadísimos bosques naturales que cubren la casi totalidad de los terrenos en esta formación son todavía prácticamente desconocidos. Desde cualquier punto de vista, sea botánico, ecológico o económico, no han recibido ni lo mínimo del estudio científico que merecen o que necesitan de antemano para la planeación de una afortunada colonización y desarrollo económico de las áreas sobre las cuales se extienden.*

En términos muy generales, se puede decir que son bosques de fisonomía regularmente imprevista. Forman las únicas selvas verdaderamente altas que se encuentran entre las formaciones ubicadas al lado seco en la relación de evapotranspiración potencial (Fig. 1). De los tres estratos arbóreos que se distinguen en la asociación climática, el principal se compone de árboles corpulentos que llegan en promedio, a una altura de casi 30 metros,

* De todos los esfuerzos que debería hacer el Gobierno en pro de la selva peruana -- principalmente constituida por las formaciones bosque seco y bosque húmedo tropical, el de mayor importancia, urgencia y prioridad para la consecución de fondos y de personal técnico, es en mi opinión, su estudio detallado ecológico-geográfico. Tal estudio contempla nada más que un reconocimiento de las condiciones geomorfológicas y edáficas de la región entera, dando cierta prioridad a los sectores de bosque seco tropical por su mejor clima. Es de gran significación la facilidad con que podría hacerse tal estudio hoy en día sin perturbar la vegetación natural mayormente, reflejando así las verdaderas condiciones ambientales en su fisonomía, formas biológicas y composición florística. Científicamente se sabe bien que el carácter de estos bosques primarios varía localmente en estricta y marcada relación con tales factores del medio-ambiente como fisiografía, grado de pendiente, substratum, y sobre todo, el carácter específico del suelo mismo. Empleando equipos científicos constituidos por ecólogos, botánicos forestales, edafólogos y especialistas en la confección de mapas a base de fotografías aéreas, se estudiarían y confeccionarían mapas detallados que demuestren la correlación entre las comunidades vegetales menores (asociaciones, fasciaciones, consocietas) y las condiciones específicas y localizadas de suelo, topografía, drenaje, etc. Es imprescindible para un estudio de esta naturaleza, que sea preciso, detallado, rápido y barato, que se dispongan de fotografías aéreas cubriendo las áreas por estudiarse. Solamente disponiendo de los datos provistos por un estudio de esta naturaleza sería posible el planeamiento racional para un desarrollo integral, sano y eficaz de la economía y sociedad en esta región vasta y silvestre.

y que tienen diámetros (d.a.p.) de 60 hasta 120 cm. De vez en cuando hay un gigantesco emergente de 36 ó más metros de altura y que tiene un diámetro mayor de los 2 metros. Un buen porcentaje de estos árboles dominantes son ahusados y algunos son provistos con grandes aletas en la base, aparentemente para equilibrar sus típicamente pesadas y extendidas copas con sistemas radiculares de extensiones similares. Así, sus fustes (aprovechables) son normalmente cortos, dividiéndose para formar múltiples ramas gruesas y torcidas a una altura de 15 ó 20 metros sobre el suelo. Estos árboles dominantes están relativamente dispersos y a pesar de la gran anchura de sus copas, no logran formar un dosel continuo o completamente cerrado.* Mucho del espacio que queda disponible entre estos dominantes dispersos, lo ocupan los intermedios, árboles mucho más numerosos pero relativamente delgados (25 a 55 cm. d.a.p.) de menor estatura (alrededor de 20 metros), y con copas más pequeñas en relación a sus dimensiones troncales. Así, el dosel del bosque, al verlo desde arriba, tiende a ser irregular. Abajo, uno puede andar fácilmente sin necesidad de machete: tanto el estrato inferior como el nivel terrestre de plantas arbustivas y herbáceas es típicamente difuso y esparcido. Esto se debe aparentemente, a la severa competencia de los sistemas radiculares de los árboles mayores, sobre todo, por humedad del suelo, durante la estación seca.

Las formas biológicas reflejan, igualmente, el carácter especial del clima subhúmedo. Hasta 50 por ciento (donde es más seca la formación) de las dicotiledóneas arbóreas del estrato principal y hasta 30 por ciento de las del estrato intermedio, son macrofoliadas pero caducifolias, quedando deshojadas durante dos hasta cuatro meses del invierno seco. Entre éstas, abundan especies con hojas compuestas, especialmente de las familias Leguminosae, Meliaceae, Bignoniaceae y Burseraceae. Los de la primera y tercera enumeradas, florecen vistosamente mientras permanecen deshojadas. Los árboles de hábito perennifolio son en su mayoría meso o aún microfoliados. Los mesófilos frecuentemente son especies lactíferas de las familias Moraceae, Sapotaceae, Guttiferae y Apocynaceae, o poseen hojas algo coriáceas y una proporción alta de aceites esenciales, como en las familias Rutaceae, Myrtaceae y Lauraceae.

Aunque hay una regular abundancia de bejucos grandes, las lianas y otras trepadoras, el epifitismo es bastante reducido en relación a las formaciones húmedas y perhúmedas. Las epifitas principales son bromeliáceas y cactáceas pequeñas. Tampoco son comunes las monocotiledóneas leñosas. Excepto por dispersos individuos de unguurahui (*Jessenia* sp.), cashapona (*Socratea* sp.), y huancrapona (*Iriartea* spp.), las palmeras son muy escasas en la asociación climática y las edáficas secas. Sobre suelos rojos, li-

* En su estudio de la asociación climática de esta formación ("Tipo Accidentado del N.O.") en Iparia, Guerra y Tasaico encontraron 85 especies distintas en una extensión de 10 Ha., donde hicieron un inventario total. De un total de 210 por Ha. promedio, con diámetros mayores de 14 cm. solamente 25 pertenecieron al estrato superior, mientras hubo 102 en el intermedio y 83 en el inferior. Debido a su corpulencia, sin embargo, los dominantes incluyeron casi 45% del área basal total (diámetro promedio de 73 cm.). Otro 45% del área basal pertenecía a los del estrato intermedio (diámetro promedio de 37 cm., no más). Ver: Guerra, *op. cit.*, y Humberto Tasaico T., Estudio Volumétrico Preliminar de Algunas Asociaciones Forestales del Bosque Nacional de Iparia. Tesis. (mimeografiado) para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Nacional de Agricultura "La Molina", Lima. 1958.

geramente alcalinos o neutros derivados de rocas calcáreas, se nota una abundancia de la palmera rastrera llamada yarina (*Phytelephas* sp.), mientras en los terrenos bajos, siempre húmedos, abunda la shapaja (*Scheelea cephalotes*), shebón (*Scheelea bassleriana*), huicungo (*Astrocaryum huicungo*), y aguajillo.* En donde las palmeras son abundantes, el dosel es típicamente abierto, debido al reducido número de árboles grandes dicotiledóneos. En lugares pantanosos y semipantanosos existen manchas de aguaje (*Mauritia flexuosa*), con fruta comestible, muy apreciada.

Por falta de estudios completos y geográficamente representativos de las diversas asociaciones forestales, solamente se puede estimar sus características volumétricas y económicas. En los bosques vírgenes de la asociación climática, debido al reducido número y largo comercial de los árboles dominantes, y a las pequeñas dimensiones de los árboles intermedios, el volumen total no debe sobrepasar unos 30,000 pies tablares por hectárea.** Sin embargo, y a pesar de haber más de 80 especies distintas presentes entremezcladas, el volumen aprovechable comercial real debería ser relativamente elevado debido al buen porcentaje de maderas finas, durables, de bonita figura que se producen en este clima cálido. Así, la formación es el hogar preferido de tales maderas apreciadas en la ebanistería como caoba o aguano (*Swietenia* spp.), cedro (*Cedrela* spp.), ishpinog o roble (*Amurana cearensis*) varios moenas (*Aniba*, *Ocotea*, etc.), y palo de cruz (*Astronium* sp.), requia (*Guarea* sp.), machinga y palo de sangre (*Brosimum* spp.). Son de conocida frecuencia, además una gran variedad de especies útiles para construcciones fuertes, interiores, pisos, la fabricación de tablas enchapadas y para usos especiales. Entre este último grupo de especies se tiene las siguientes: mashonaste (*Clarisia* sp.), azúcar-huayo (*Hymenaea* sp.), capirona (*Calycophyllum* sp. y *Capirona* spp.), alfaro o lagarto-caspi (*Calophyllum* sp.), incira-mashan (*Clorophora tinctoria*), estoraque (*Myroxylon balsamum*), tahuarí (*Tabebuia* spp.), huitoc (*Genipa americana*), quina-quina blanca (?) shihuahuaco (*Coumarouna* sp.), y quinilla (*Manilkara bidentata*). Con prácticas de corte técnicamente dirigidas, estos montes, en su mayor parte vírgenes en los que sólo ligera y selectivamente se han extraído algunos troncos de caoba y cedro, podrían elevar significativamente sus rendimientos en maderas, sobre todo en las más valiosas que existen en estos rodales, asegurando un abastecimiento adecuado para la industria nacional y aún para la exportación en años futuros. Sería posible, también acelerar el turno, de corte, aumentando el ritmo de crecimiento y reduciendo la discrepancia en tamaños que existe actualmente entre los árboles dominantes y los intermedios. Tales prácticas, por supuesto, requerirían un programa oficial de investigaciones silviculturales que una vez en ejecución, proporcionarían los elementos de juicio para la elaboración de un programa de planeación de aprovechamiento de tierras, de todas las áreas selváticas con suelos pobres que deben dedicarse a un uso permanente forestal, público o particular, bajo estricta ordenación técnica.

* Guerra, op. cit., pp. 48-54

** Los cálculos de Tasaico para esta asociación, en Iparia, indican un área basal de 270 pies cuadrados por hectárea, un volumen total (para árboles que superen las 6 pulgadas d.a.p.) de 5,275 pies cúbicos y un volumen aserrable (desde 14 pulgadas d.a.p.) de 4,216 pies cúbicos. El volumen aserrable se calcula en 26,000 hasta 28,000 pies tablares y proviene de un total de 76 árboles. Op. cit., pp. 28-41.



Figura 69
Bosque seco tropical: Asociación climática sobre terrenos ondulados, no inundables, en la carretera Tournavista - Km 34. Perfil típico del bosque virgen.
Foto cortesía de E. Smith (1268)

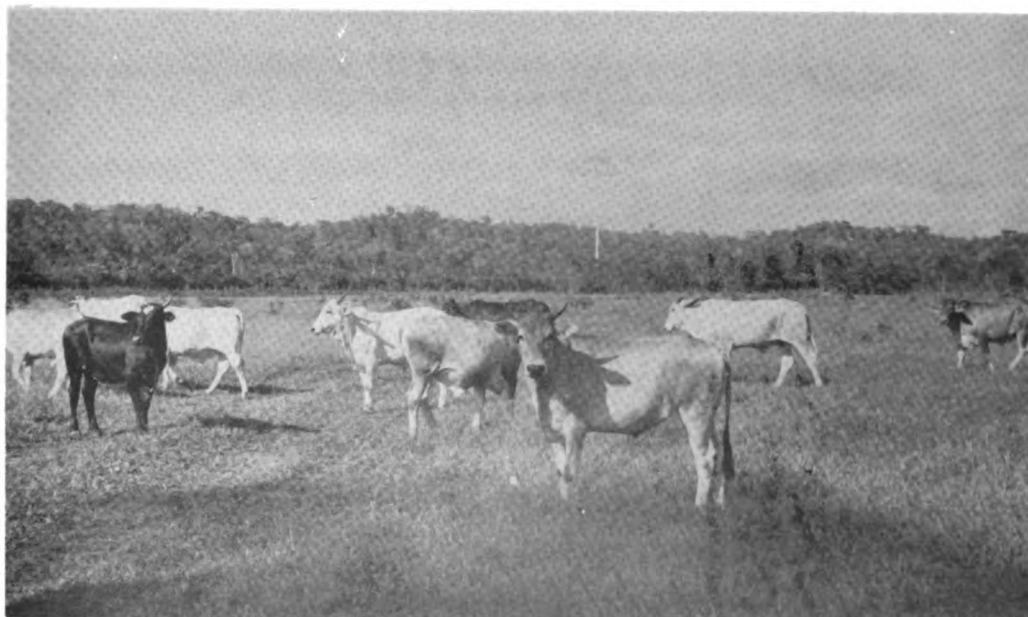


Figura 70
Bosque seco tropical: Ganado híbrido y Zebu prosperan en pastos sembrados sobre terraza alta del río Pachitea en Tournavista, asociación edáfica altamente productiva. Estos terrenos sirven para el cultivo con mecanización.
Foto cortesía de E. Smith (P-20)

Uso de la Tierra

Se aprovecha muy poco el terreno en esta formación. Como en otras partes de la selva peruana, su densidad de población humana es extremadamente baja. Consiste, mayormente, de chunchos, indios selváticos primitivos, gente seminómada que vive de la caza, la pesca y el cultivo de pequeñas chacras temporales sobre los diques naturales y terrazas aluviales de los ríos. También hay una población pequeña de colonos blancos y mestizos en los distritos del medio Huallaga (Lamas, Tarapoto, Juanjuí y Saposoa), alto Ucayali (Pucallpa, Neshuya, Tournavista, Bolognesi), y, en el sureste, en el fondo de Iberia. Los otros sectores sólo cuentan con caseríos y habitaciones aisladas dispersas por las orillas de los ríos.

Aunque algunos de los colonizadores se dedican a ciertos cultivos comerciales, como el arroz de secano, ajonjolí, algodón y barbasco (Lonchocarpus), y otros a la ganadería de reses para carne, estas actividades son relativamente nuevas. En la actualidad ocupan un área muy limitada y no rinden grandes ganancias, debido al estado primitivo de los medios de transporte al mercado, la escasez de jornaleros, deficiencias de financiación. En la mayoría de los casos, también a ineficiencias administrativas o técnicas en la organización y operación de los fundos.

Posiblemente la mayor proporción de la pequeña área bajo cultivo se dedica a la producción de cosechas para subsistencia directa: aún los colonos han adoptado las plantas y prácticas de los aborígenes. Cada familia tiene su chacra en donde se siembra yuca (Manihot utilissima var. aypi), plátanos, caña de azúcar, maíz, camote (Ipomoea sp.), frijol, ñame (Dioscorea spp.), varias cucurbitáceas, y entre los indios, en especial, pituca (Colocasia esculenta), macabo (Xanthosoma sp.), algodón y tabaco. En donde las habitaciones son permanentes, se encuentran ciertas plantas frutales y medicinales en sus alrededores. Son frecuentes la piña, anona y chirimoya (Anona spp.), achiote (Bixa orellana), ubo (Spondias spp.), caimito (Chrysophyllum caimito), zapote (Matisia cordata), papaya, huingo (Crescentia cujata), y a veces, cítricos, café y cacao. Muchas familias crían algunas aves y cerdos. Se dedica mucho tiempo a la caza y la pesca.

Las chacras cercanas al río frecuentemente se encuentran lejos de las viviendas. Se llega a ellas por canoa, y durante la travesía muchas veces se siembra arroz sobre las "plazas" que deja el río al disminuir su caudal. Con la excepción de aquellas chacras ubicadas sobre los más fértiles diques naturales y terrazas bajas que bordean los ríos más grandes, donde el suelo se revigora casi anualmente con nuevos depósitos de sedimento aluvial, son de tipo nómada o "conuco". Abandonadas después de dos o tres años por ogotamiento de fertilidad del suelo y la invasión de malezas, los terrenos se recubren rápidamente con monte secundario natural, llamado "purma" en las primeras etapas de la sucesión arbórea. El desarrollo de esta vegetación es rápido; en dos o tres años la purma es típicamente alta y densa. Sobre terrenos aluviales bien oreados, se compone de rodales de serales de topa o palo de balsa (Ochroma sp.), cético (Cecropia spp.), oje (Ficus antihelminthica), o frecuentemente, con la muy vigorosa y potencialmente útil bolaina (Guazuma). Si bien existen árboles semilleros de cedro en la vecindad, arbolitos de esta especie valiosa son numerosos en la mezcla. La mayoría de estas purmas se rozan de nuevo al final de un período que varía entre 10 y 50 años para imponer otro turno corto de cultivo, lo cual suministra una

buena posibilidad de aprovechar este período de descanso forestal para la producción intencional de árboles maderables que hayan sido sembrados natural o artificialmente.* Esta práctica todavía no ha sido adoptada por los campesinos.

El aprovechamiento de los montes naturales para maderas constituye una actividad de suma importancia económica en el sector central de la formación, es decir, aguas arriba del puerto clave de Pucallpa en las orillas del río Ucayali. Debido al alto costo de transporte por la carretera troncal que conduce desde esta ciudad vía Tingo María y Huánuco hasta Lima, y a otros factores,** hasta ahora sólo se ha hecho un aprovechamiento notorio del cedro y la caoba, dejando el resto del bosque, con muchas especies preciosas, completamente intacto. Con un gran número de pequeños operadores, los cuales carecen de los conocimientos técnicos elementales, de maquinaria simple, o de capitales para operar con plena eficiencia, el actual sistema de explotación por licencia sobre los terrenos fiscales, es muy primitivo y exhaustivo. Tumban todos los árboles aprovechables comercialmente que se encuentran en una distancia algo menos que un kilómetro (terrenos planos) hasta solamente 150 metros (terrenos quebrados) de los ríos permanentes y de las quebradas en las que se puede hacer flotar trozos de madera durante el período de creciente máxima. Desde cada árbol aislado (o mancha pequeña de árboles) se corta una trocha de unos 4 ó 5 metros de ancho que les permite arrollar las trozas cortas confeccionadas (con gran desperdicio de madera útil) a pura fuerza humana hasta el agua. Allí se acumulan y amarran formando balsas grandes para el viaje, aguas abajo, hasta un aserradero en Pucallpa (o Iquitos).

En estas labores primitivas y en la operación de los aserraderos se encuentra una alta proporción de la población humana. Es la madera misma el principal producto elaborado y exportado de los sectores del alto Ucayali, Tambo y Ene (sus afluentes superiores) en esta formación. Debido a su sobre explotación en las estrechas fajas de acceso económico a los ríos, existe una escasez de cedro y caoba crítica y creciente en la actualidad, que afecta desfavorablemente a la industria y economía general del lugar. Para la solución de este problema, sin embargo, será necesario realizar una completa reorganización de la política forestal, de la industria maderera y de la filosofía y estructura financiera, socio-política, y económica de esta vasta y potencialmente rica sección de la selva peruana. (Ver el capítulo siguiente).

* Con este sistema se favorece el restablecimiento natural o se siembran posturas de especies valiosas, como la caoba, la teca (*Tectona grandis*), la requia, la bolaina, la capirona, u otros al mismo tiempo de sembrar la última cosecha de maíz o yuca. Estas plantas reciben el cultivo con la cosecha misma y después de su abandono, siguen creciendo hasta llegar a su madurez comercial al tiempo de rozar nuevamente el bosque para otro ciclo de cultivos. Mientras el monte revigora su suelo, se produciría una cosecha valiosa de maderas para la venta cada vez que la chacra o "conuco" se renueve en el mismo lugar.

** E.g.: la ineficiencia de operaciones de explotación forestal, la mala organización y administración de los aserraderos, la falta de técnicos forestales, capital y aceptación del público a otras maderas, el exceso de aserraderos en relación al abastecimiento de trozas, etc.

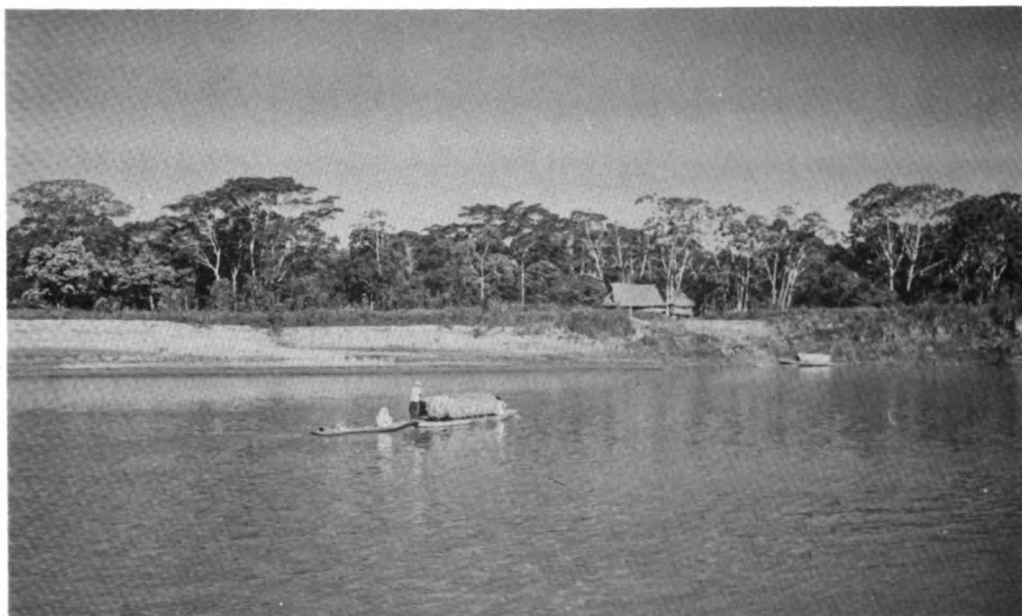


Figura 71

Bosque seco tropical: Orillas del río Ucayali entre Masisea y Pucallpa. Vegetación secundaria, chacras y casa típica de un habitante de la región ubicado sobre el dique natural del río. Asociación edáfica sobre llanura aluvial, sedimentos cuaternarios. Modo típico de transporte fluvial de los agricultores pequeños.



Figura 72

Bosque seco tropical: Puerto de Pucallpa sobre el río Ucayali. Lancha remolcadora y balsas de trózas de "cedro" (*Cedrela spp.*) y "caoba" (*Swietenia macrophylla*) amarrados por la orilla, frente al aserradero "Continental". Al fondo, cultivos de plátano sobre el dique natural y arroz sobre la playa que deja el río durante la estación seca.

Foto cortesía de E. Smith (X-33)

CAPITULO 30

BOSQUE HUMEDO TROPICAL*

Localización y Condiciones Atmosféricas

Esta formación es, visiblemente, varias veces más extensa que cualquier otra existente en el Perú. Extendiéndose en forma continua sobre vastas áreas del Hileca amazónico, ocupa unos 484,655 Km², o sea, que ocupa más de una tercera parte del territorio nacional. A pesar de su gran extensión, contribuye muy poco a la economía o vida sociopolítica del país. En su mayor parte está deshabitada y cubierta por tupidas selvas vírgenes, su economía sigue, igual que durante los siglos pasados, basada casi enteramente en la explotación de la flora y fauna silvestres. Sus escasos pobladores habitan las orillas de los ríos principales. Son primitivos en su gran mayoría y viven de la caza, la pesca, y de las cosechas que obtienen de "cultivos nómadas" de subsistencia.

El potencial de esta región para un futuro desarrollo económico y social, y su integración efectiva en la vida nacional, aunque desconocido por falta de estudios básicos y aplicados en geología, geomorfología, suelos y botánica económica, es aparentemente muy superior al obtenido al amparo del desarrollo actual. En esta región, debiera estar concentrado el interés de la nación y debiera dedicársele también mucho más atención a la realización de tales estudios en vista de la gran extensión del área; de la riqueza de sus bosques; de sus suelos aluviales; de su clima tropical húmedo, que es netamente favorable a un crecimiento rápido y exuberante de las plantas; y, de la extendida red de caminos fluviales que facilitan el transporte de sus productos. La Planeación a base de estudios científicos ofrece el único camino razonable para determinar esta perspectiva y para fomentar un desarrollo racional y permanente de la región.

El clima que corresponde a esta formación es, sin duda, el más típico del trópico bajo continental hasta los 7 ó 8 grados al norte y al sur del Ecuador. En el Perú, esta formación, en tal latitud, no se encuentra al oeste de la cordillera principal de los Andes debido a condiciones atmosféricas previamente explicadas. En todas partes su temperatura media anual excede aproximadamente 24°C., su promedio de precipitación anual,

* Esta formación, se encuentra representada en el mapa ecológico, mediante el símbolo bh-T, y en color verde tono sólido.

es de más de 1800 ó 2000 mm. (Aunque no se presenta el total del territorio nacional en el Mapa Ecológico, se considera que la mayor parte de la sección que falta pertenece en esta formación). Esta formación, se extiende sin interrupción sobre los llanos de Loreto desde las fronteras con Colombia, Ecuador y Brasil en el norte y en el este, hasta los 7° de latitud sur por el sur; y, al oeste hasta unos 600 metros, en promedio, de elevación sobre el nivel del mar sobre las faldas de las serranías orientales de los Andes.

En todo este sector norteño la precipitación anual excede 2000 mm., con un promedio que se mantiene, generalmente, encima de 3000 mm.* El tipo de precipitaciones es tropical-ecuatorial, es decir, se caracteriza por lluvias abundantes durante casi todos los meses del año. Del examen de los datos meteorológicos registrados en Iquitos (con 3032 mm. de lluvia anual según promedio de los últimos 7 años), que es la única estación que posee datos fidedignos, se deduce que el mes más seco es julio con 137 mm. Los otros meses de menor precipitación son setiembre con 180 mm., y diciembre, con 190 mm. De los dos períodos más lluviosos, el de enero hasta junio, es el más largo y el que presenta las máximas descargas pluviométricas, con un máximo mensual de 428 mm. en febrero.

Datos fragmentarios y de corta duración para Borja, Chimbote, Guieppi y Castro en Loreto sugieren la universalidad de este patrón típico del clima ecuatorial al norte de 7° latitud sur. De todas maneras, parece que hay dos períodos de grandes lluvias, estando éstos separados por intervalos cortos de ligera sequía. Además, estos ciclos son bien relacionados con los dos pasajes anuales del sol al zenit y las posteriores depresiones atmosféricas que acompañan la zona de convergencia intertropical sobre la región. De manera que tiende a llover menos entre julio y setiembre y entre diciembre y enero, y como estamos al sur del Ecuador, el primero de estos dos períodos es el más largo.

Aunque las temperaturas medias mensuales varían poco entre sí, los meses más cálidos y de mayor variación diurna de temperatura son los de menor lluvia. En Yurimaguas, por ejemplo, el mes más frío es el de marzo, con 25.0°C., los meses más cálidos, setiembre y diciembre, con 27.4°C. y 26.9°C. respectivamente. Usando la nueva fórmula de Holdridge,** se ve que ningún mes cuenta con una deficiencia significativa de humedad en suelos que normalmente retienen bien el agua, aún para una comunidad vegetal alta y tupida. Por el contrario, existe un sobrante de agua de seis meses por lo menos. El total de este sobrante es igual a más de 50 por ciento del total de la precipitación anual, donde ésta excede los 3000 mm. El escurrimiento de esta agua es el factor principal en el lavado y empobrecimiento de los suelos zonales en esta formación.

* Es probable que existan áreas en el extremo norte del territorio, alrededor del Ecuador y en la precordillera, en donde llueva más de 4000 mm., lo cual ubica a dichas áreas en la formación bosque muy húmedo tropical, pero como faltan datos fidedignos climatológicos y accesibilidad para estudios de la vegetación, no fue posible ubicarlas.

** L. R. Holdridge, "A Simple Method for Determining Potential Evapotranspiration from Temperature Data". Op. cit.

Al sur de los 7° latitud sur, se ve un cambio progresivo del clima de esta formación hacia el perteneciente al patrón tropical seco, entrando plenamente, en él, alrededor de los 10° latitud sur. La formación se halla mayormente sobre llanuras elevadas de precordillera en donde la altura varía entre 200 y 700 metros. Su presencia al sur de las altitudes típicas se debe aparentemente, a una influencia orográfica moderada. Las temperaturas tienden a ser algo más bajas, cercanas a 24°C., y las lluvias más elevadas debido al efecto adiabático de las mesetas y serranías orientales de los Andes. Así, vemos en el mapa cómo la formación bosque húmedo tropical prevalece sobre los terrenos altos al este de la Cordillera Azul, hallándose también en ciertos valles al oeste en donde entran sin salida los vientos muy húmedos del norte y noreste como en el Huallaga alto, la cuenca del Pachitea, el Tambo, y el Urubamba bajo. En forma parecida, la formación se extiende sobre los terrenos más elevados que constituyen la división de aguas (y la frontera con el Brasil) entre el sistema del río Ucayali y los del Yavarí, Yurúa, Purús y Madre de Dios. Las llanuras son menos elevadas por estas latitudes, iguales con ciertos valles bajos abrigados detrás de las serranías orientales. Reciben menos de 2000 mm. de lluvia anual, son más cálidos y representan pues, el típico bosque seco tropical. Vemos también que, al sur de 10° latitud sur, la formación de bosque húmedo se halla como una faja de unos 100 Km. de ancho que bordea el pie de la cordillera, extendiéndose más allá de la frontera con Bolivia.

En estas latitudes sureñas, la formación es realmente una anomalía húmeda del bosque seco tropical. Por eso se caracteriza por tener una distribución de lluvias típicamente secotropical, con una sola estación seca entre junio y setiembre. Aunque no existen datos realmente fidedignos, es bien probable que esta estación sea menos larga y severa, sobre gran parte del área considerada como el bosque seco tropical a que corresponde. Aparentemente, la estación seca tiene una duración de aproximadamente tres meses corridos en donde la precipitación total es igual a 2000 ó 25000 mm. y de sólo uno y medio hasta dos meses de duración en donde haya precipitaciones mayores. De los nueve o más meses efectivamente húmedos al contrario, los más lluviosos son febrero y marzo, como en todo el Perú. Debido a esta desigualdad estacional, una mayor proporción de la precipitación total se pierde como escurrimiento durante estos meses. A pesar de eso es dudoso que haya lugares dentro de la formación, sobre suelos apropiados para el cultivo, en donde el riego suplementario fuera necesario o aún útil.

Otra y quizás más importante diferencia entre las características del tiempo al norte y al sur de 8° ó 9° latitud sur debe ser indicada aquí; el patrón estacional del sur es sumamente más favorable a las quemas y, por eso, a la alteración eventual de la vegetación (y de los suelos) natural del tipo selvático prevaleciente hoy día, al tipo sabanero degradado conocido en otros países tropicales en este mismo clima.* En el sur, el verano seco, siendo unitario, es más largo y profundo. Antes de que se termine se ha secado muy bien la vegetación menor y la capa orgánica del suelo. En tanto que los vientos alisios del sureste soplan fuertemente allá en estos meses también, las condiciones son especialmente propicias a la quema extendida de pastos y desmontes, y estas quemas, intencionalmente causadas, corren rápidamente y sin control a invadir los bordes de los bosques mismos. Por supuesto, el fuego usado intencionalmente año tras año como una herramienta del pobre e ignorante colono, sea agricultor o ganadero, no permite que se resta-

* Como, por ejemplo, ciertas partes de los "llanos" de Colombia y Venezuela.

blezca el monte secundario sobre los terrenos en descanso y se conduce a la extensión progresiva de las gramíneas naturales, pobres en valor nutritivo para el ganado. Los suelos zonales por su parte sufren un empobrecimiento severo debido al lavado, la erosión y los cambios microbióticos que resultan de la exposición y la repetida eliminación del humus superficial, haciéndose más duras y estériles año tras año. Es aconsejable entonces, que se dé consideración especial a la formación en el sur en lo que se refiere a estudios previos, planeación y estricto control técnico de la colonización futura.

En términos generales, podemos decir que el clima más típico de esta formación, como la del norte, es netamente favorable a la agricultura tropical intensiva. Es especialmente propicia en donde la precipitación no excede unos 2500 mm. anualmente, por ejemplo (en el mapa) en donde la formación se acerca a la formación bosque seco tropical. En tales lugares, la relación de evapotranspiración potencial varía entre 90 y 60 por ciento de la lluvia que cae.* En tanto que la frecuencia y severidad de sequía semestral es significativamente menor que en la formación subhúmeda, o que en la misma formación al sur de 8° latitud sur, este moderado exceso de lluvias es suficiente para asegurar deficiencias críticas de humedad en años que se caracterizan por precipitaciones totales más bajas que el promedio general. Por otra parte, no es tan excesiva que inhiba el cultivo o que conduzca a problemas severos de erosión o de marcado lavado interno de los suelos, excepto en donde éstos, por estar ubicados en pendientes, se aprovechan en cultivos abiertos sin medidas especiales de conservación o están sujetos al pastoreo excesivo. Como la vegetación y suelo no se secan demasiado aún en verano, las quemas no se propagan con facilidad y los terrenos en descanso, igual que los abandonados o no utilizados intensivamente en la agricultura o pastoreo, son invadidos muy rápidamente por una tupida cubierta protectora de malezas y plantas leñosas del monte secundario natural. Aquí, la reconstitución de suelos degradados por el cultivo y el ganado, tiende a ser relativamente rápida y completa haciéndose posible su repetido aprovechamiento en ciclos de turno entre cultivo, pastoreo y monte.

Excepto por una alta frecuencia y duración de lluvias, una incidencia más alta de nubosidad y humedad relativa, las características del tiempo cotidiano son muy parecidas a las descritas para el bosque seco tropical (Capítulo 29). Hay la probabilidad, pero no hay datos fidedignos meteorológicos para comprobarlo, que en contraste con aquella formación también las temperaturas medias mensuales son ligeramente más bajas en los meses de invierno para una elevación y latitud equivalentes y que el rango diurno de temperatura es algo más amplio. A esta es posible que se deba el mayor grado de nubosidad y evapotranspiración real.

Topografía, Vegetación y Suelos

Si el clima de esta formación favorece a la agricultura tropical sin riego, por qué entonces encontramos casi toda su extensión todavía sin explotarse, mayormente deshabitada

* Calculado del gráfico Holdridge directamente, o por el método matemático descrito en Holdridge, "A Simple Method for Determining Potential Evapotranspiration ..." op. cit.

y cubierta con tupidos y altos bosques naturales? Las opiniones que se leen y escuchan sobre este tema son muchas y diversas: hasta las esferas más intelectuales creen que la selva tiene gran porvenir si solamente se pudieran resolver tales problemas como su aislamiento e inaccesibilidad desde la costa, la carencia de carreteras y los altos costos de transporte para sus productos, la llamada insalubridad de su clima cálido y húmedo, las plagas y enfermedades de plantas y ganado, la falta de crédito financiero para su desarrollo agropecuario, la falta de interés y una positiva política de colonización y fomento por parte del gobierno.

Es obvio, en consideración del creciente y superpoblado estado actual de otras regiones rurales del país, que la causa no puede ser una sencilla falta de demanda de nuevos terrenos de cultivo. Tampoco puede ser en el fondo, cualquiera de estos problemas anotados, o de los muchos otros parecidos a que se atribuye comúnmente. Estos parecen ser más consecuencias, o causas secundarias derivadas de deficiencias básicas en el medio ambiente, no obstante el clima favorable, prevaeciente sobre la mayor parte de esta vasta región. Tenemos que admitir que en todo el mundo exterior, no se conocen terrenos tropicales naturalmente ricos y productivos que el hombre, sin mayor ayuda estatal, no haya descubierto y colonizado voluntariamente y con gran vigor, hace años.

Si no disponemos de los datos precisos y detallados para hacer definiciones exactas, es bien claro, sin embargo, al observador ecológico, que el problema fundamental reside en la tierra misma. Es decir, que consta de condiciones geológicas y geomórficas las cuales, influyendo fuertemente el carácter específico del suelo, drenaje y topografía, son muy adversas al aprovechamiento continuado de estas tierras para la agricultura y ganadería, por lo menos empleando las técnicas y las razas biológicas comúnmente conocidas y usadas hoy día en el Perú.

Al norte de 7° latitud sur, más del 80 por ciento del área de la formación pertenece al Hileca de Amazonas, una planicie baja e irregular fundada sobre rocas sedimentarias no consolidadas de gran profundidad. Sobre todo este vasto territorio las capas superficiales son de edad cuaternaria y reciente, compuestas de materias aluviales diversificadas erosionadas de las colinas de estratos terciario-continetales que rodean a este geosinclino estructural al oeste, sur y sureste igual que los Andes* mismos. Esta planicie tiene poca elevación (106 metros sobre el nivel del mar en Iquitos) y relieve desde muy reducido hasta casi nulo. Sigzagueando sobre su superficie están los muchos ríos, arroyos y riachuelos del gran Río Amazonas y sus tributarios. Geomorfológicamente maduros y sobre-maduros, estos ríos corren lentamente, construyendo nuevas capas terrestres cada año cuando inundan los llanos aluviales con aguas llenas de sedimentos. Debido a este proceso de aluviación, estos son ríos migratorios, cambiando la ubicación de sus cauces con bastante regularidad. Entre tanto depositan los sedimentos más pesados sobre el fondo y las inmediaciones de sus orillas.

Cuanto más grande es el río, más se eleva su cauce sobre el nivel general de la planicie circundante y sus aguas son retenidas tras grandes diques naturales de arenas y limos.

* Mapa Geológico del Perú, op. cit., y Guy Harold Smith, Physiographic Diagram of South America, New York: The Geographical Press, Columbia University 1935.

Durante las crecientes mayores del año, el agua llena de sedimentos más finos, arcillas y coloides, rebalsa estos diques naturales e inunda extensas áreas de los llanos aluviales. Estos terrenos bajos, o "taguampas" se extienden típicamente desde unos pocos hasta muchos kilómetros a cada lado.

En términos generales, el terreno aluvial aunque casi plano y sin relieve apreciable local, va bajando en elevación, alejándose de los diques naturales debido a la estratificación horizontal de los sedimentos. (Los coloides se van más lejos en suspensión fluvial pero construyen capas menos gruesas). Por eso, al bajar la creciente, las aguas se rebalsan. Solamente los diques naturales que bordean los ríos se secan rápidamente, mientras los terrenos más bajos y lejanos nunca se secan en muchas partes, quedando lodazales o aún pantanos durante los meses más secos. Entre los diques y los pantanos, el terreno queda inundado varios metros y durante varias semanas y aún meses, mientras el agua estancada se evapora o escurre al río principal (en bajada) en el lento flujo de los caños, o "furos". Siendo menos elevados estos caños y aún los ríos secundarios, corren paralelos a los ríos principales por largas distancias aguas abajo. (No hay salida a través del subsuelo debido a la elevada posición de la capa freática y/o la impermeabilidad de los pesados suelos arcillosos). Salpicando toda esta superficie hay lagos o "cochas" en forma de herradura que representan antiguos y abandonados cauces de los ríos.

Una desconocida proporción de la planicie está constituida por "tierras altas" no inundables. El término es puramente relativo: la diferencia en elevación es muy poca. Son frecuentemente antiguos diques naturales, estrechos y largos, que forman "islas" en las taguampas y pantanos. Otras representan las divisiones de aguas entre ríos, siendo éstas más altas y anchas, especialmente hacia las márgenes del área en donde hay un afloramiento gradual de los estratos terciario-continetales. Estos terrenos están entre los menos accesibles de toda la formación; están no solamente distantes de los ríos, únicas vías de comunicación a esta vasta región, sino que también son difíciles de acercarse físicamente a través de los extensos y pantanosos terrenos bajos.

El 30 por ciento más o menos del área del bosque húmedo tropical que se encuentra al sur de 7° latitud sur se extiende sobre terrenos altos, no inundables, derivados de estratos terciario-continetales de la precordillera. Estos estratos son inclinados ligeramente hacia el este, formando llanuras elevadas cuya erosión geológica ha producido una superficie secundaria madura, con complicado drenaje dendrítico, quebrada hasta muy accidentada y de sólo moderado relieve local (100 metros o menos entre los vallecitos y las lomas). Con la notable excepción de los ríos Ucayali y bajo Urubamba, la mayoría de las vías fluviales son estrechas y corren con fuerza regular hasta muy marcada.

Donde desembocan estos ríos, sobre las pampas al pie de los Andes, han depositado grandes abanicos de piedra, cascajo y arena encima de los cuales corren hoy día, frecuentemente con múltiples cauces o canales trenzados. Unos pocos kilómetros aguas abajo y a través de casi todo el territorio en discusión, estando muy atrincherados entre las colinas y mucho más bajo del nivel general de la llanura elevada. Como cortan activamente los lechos, tienden a tener un solo cauce bordeado por una serie de terrazas planas en escalera, de las cuales solamente el último y más bajo está sujeto a las inundaciones durante las crecientes. En estos sectores, los llanos aluviales o taguampas y los suelos aluviales e hidromórficos asociados tienen sólo una distribución esporádica y son raras veces de más de un kilómetro de ancho en donde se encuentran mayormente desarrollados; predominan los terrenos residuales y suelos zonales asociados.

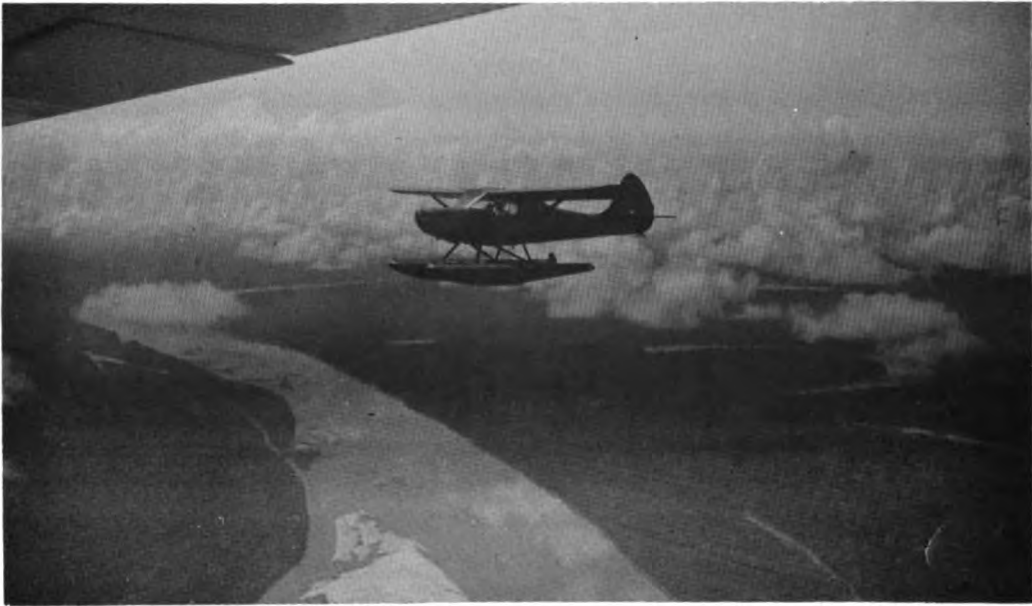


Figura 73

Bosque seco tropical: Vista del aire del aspecto general de las llanuras aluviales, sedimentos cuaternarios y recientes del sistema amazónico. Obsérvese los meandros, playas e islas y lagos o "cochas" dejados por los cambios del curso del río. Se puede distinguir varias asociaciones edáficas. Río Ucayali arriba de Pucallpa. Foto cortesía de E. Smith (1364)



Figura 74

Bosque húmedo tropical: Selva virgen vista desde el aire. Asociación edáfica en la cual predomina "cedro" (*Cedrela odorata*) y "ojé" (*Ficus antihelminthica*), sobre terrazas poco inundables. Río Manu. Pequeña "chacra" de cultivos en la esquina derecha superior de la foto.

Foto cortesía de E. Smith (H.48)

Poco se sabe del carácter y aún menos de la distribución de los suelos de esta formación en el Perú. Los de los extensos llanos cuaternarios, las taguampas, aguajales y pantanos, son claramente aluviales y, en la mayoría de su extensión, hidromórficos en un grado u otro. Pero en lo que se refiere a sus características específicas y distribución local no hay casi nada publicado, sobre todo de mapas.* A base de estudios en otros países tropicales, se sabe que tales factores como el distanciamiento del río, elevación relativa e historia detallada geomórfica del terreno son todos correlacionados con la permeabilidad, textura, aireación, profundidad de la capa freática, fertilidad y otras características localmente variables de estos suelos que influyen tanto en su potencial para los distintos usos agropecuarios. Actualmente, se aprovechan para la agricultura de subsistencia los suelos aluviales de los diques naturales que bordean los ríos principales, siendo éstos los más oreados, sueltos, permeables, fértiles y libres de inundación prolongada. El resto, un área tremenda queda casi sin uso bajo vegetación natural.

En tanto que estos suelos aluviales e hidromórficos están sujetos a una renovación periódica con nuevos sedimentos y que son relativamente libres de los efectos degradantes del lavado debido al elevado nivel de la capa freática, tienden a ser naturalmente fértiles y potencialmente útiles para el cultivo intensivo comercial siempre y cuando sean acondicionados; las inundaciones y la sedimentación evitados por medio de diques artificiales, zanjales de avenamiento, y otras obras de ingeniería moderna.** En la opinión del autor, la conquista de los menos inundables de estos suelos, los de las taguampas, (que son hoy día propiedad del estado en gran parte), ofrece posibilidades verdaderamente increíbles para una futura producción continuada de tales cosechas como arroz, plátano, caña, yute y forrajes de corte todo en escala comercial e intensiva. Pero como se necesitaría grandes inversiones de capital, estudios exhaustivos preliminares, trabajos de ingeniería mecanizada complejos y extensos, usufructo exclusivo de extensas áreas de terreno y el previo desarrollo de vías más económicas y seguras de transporte, su conquista no será posible dentro de un futuro inmediato. Para que se pueda realizar en el futuro más distante, es esencial que las entidades oficiales reconozcan el elevado potencial de tales terrenos para la industrialización agrícola y que se evite una política que permitiría su alineación en pequeñas fracciones a colonos hoy día.

Es evidente que los suelos de los terrenos no inundables son, en gran parte, de muy limitado valor para la agricultura o ganadería debido a la profunda meteorización del subsuelo y la avanzada condición de eluviación en que hoy día se encuentran los horizontes

* Son sobresalientes los trabajos de reconocimiento general y clasificación preliminar de los suelos del fróptico húmedo y perhúmedo llevados a cabo por el edafólogo peruano Muro, pero el esfuerzo máximo de un técnico es insuficiente e inadecuado a la tremenda tarea de estudios necesarios previa a cualquier planeamiento científico o investigación agropecuaria y forestal en la región.

** Esta opinión sostiene también Muro a base de sus estudios de los suelos Amazónicos. Debe verse, José del C. Muro C., "Consideraciones sobre los suelos agrícolas de la región tropical del Perú", en Bases Fisiológicas de la Producción Agrícola. (Conferencias dictadas por los profesores del Curso Internacional sobre Fisiología Vegetal (mimeografiadas), Lima, Perú: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., Zona Andina 1959).

superficiales. Los estudios de reconocimiento hechos por Muro demuestran que son lateromorfos (lateríticos húmicos, latosólicos silíceos, litosoles), pardo-rojizos hasta amarillentos en color, moderado hasta fuertemente ácidos (pH entre 6.0 y 4.0), bajos en materia orgánica, magnesio, calcio y potasio; moderadamente bajos en fósforo y nitrógeno asimilables. Contienen acumulaciones apreciables de fierro y aluminio.* Estos mismos datos preliminares indican sin embargo, que hay una notable variación entre estos suelos en lo que refiere a sus características de fertilidad natural y a su posibilidad de mejorarse para el cultivo o pastoreo, mediante abonamiento, encalado y otras prácticas de conservación técnica.

A pesar de que no hay mapas de reconocimiento de suelos de la región, podemos estimar, a base de datos generales y mapas geológicos y topográficos, que el suelo climático de la formación no es común ni ocupa extensas áreas localmente. El suelo que domina en esta formación es el llamado "latosol húmico dulce", el cual, refleja el efecto culminante de clima y vegetación natural sobre rocas básicas de origen ígneo o metamórfico y sobre pendientes de declive moderado. Su pH de 5.0 hasta 6.5 indica cierta fertilidad natural bajo cubierta forestal y una buena capacidad para mantener o aún mejorar el grado de fertilidad con abonamiento y otras prácticas técnicas de cultivo y pastoreo. Tales suelos si pudieran ser localizados, serían los preferidos para la futura colonización de pequeños agricultores, aquellos quienes dedicaran su labor familiar, con poco capital y ninguna ayuda extra de mano de obra, al cultivo rotativo de varias cosechas (y animales) de subsistencia, sobre predios pequeños dedicados en gran parte a cultivos permanentes arbóreos, comerciales, tales como el cacao, el jébe, las palmas aceiteras, el plátano, u otros árboles frutales resiníferos o maderables.**

Geográficamente más extendido y mucho más común es la presencia de un complejo de suelos residuales derivados de sedimentos antiguos marinos, lacustres o aluviales y ya bien deficientes en ciertos minerales básicos al tiempo de su deposición. Según Muro, son latosales silíceos y litosoles, maduros hasta seniles, con pH entre 4.9 y 3.8 o aún menos con una mayor concentración de arcillas de hidróxido en el subsuelo (Kaolín Fe_2O_3 y Al_2O_3), y entre aquellos más viejos y avanzada en la degradación, por la presencia de concreciones de fierro y/o cementación silícea (con drenaje impedido) en los horizontes B y C.***

* Op. cit., pp. 12-13.

** Este sistema no requiere el uso de abonos, maquinaria u otro equipo capital de significancia. La fertilidad natural se mantiene debido a la presencia de cultivos perennes arbóreos y arbustivos, los cuales muestran la fisonomía y acción ecológica de la vegetación natural del bosque húmedo tropical mismo. Las quemadas no se usan, solamente el machete, y las áreas rozadas para cultivos de plantas alimenticias son muy pequeñas y estrechas, cambiando a nuevos terrenos cada año, en turno con los perennes, hasta que se han pasado por todo el predio. Este sistema, poco conocido en nuestro medio tropical, se propone a base de experiencias en África y Asia, el Dr. L. R. Holdridge en "Ecological Indications of the Need for a New Approach to Tropical Land Use", Symposia Interamericana N°1. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., September 1959.

*** Op. cit., pp. 7-10.

En parte, este grado de senilidad bajo el clima de esta formación húmeda se debe a la falta de relieve y pendiente en los terrenos que ocupan: el ritmo de su erosión geológica no es y no ha sido tan rápido como el ritmo de la meteorización del subsuelo o de la eluviación de bases de los horizontes superiores. Así es el enigma: los suelos residuales más planos y por lo tanto más mecanizables para el cultivo están entre los de más baja fertilidad natural. La mayoría no sirven para el cultivo permanente aún con fuertes y frecuentes aplicaciones de abono debido a su muy baja capacidad de cambio y la toxicidad del fierro y aluminio que contienen.

Los de drenaje imperfecto debido a la cementación silíceo del subsuelo, las lateritas hidromórficas, ocupan terrenos planos o casi planos y el agua de las lluvias pesadas tiende a estancarse encima durante largos períodos. Estos suelos son fangosos durante el invierno, duros y agrietados durante el verano y muy ácidos. No sirven para el cultivo ni para el pastoreo. Sus calidades extremas se reflejan en la vegetación climax que es generalmente una sabana de gramíneas y ciperáceas semileñosas (de poco o ningún valor como pasto), salpicado con palmeras.

Juzgando solamente por la variedad de asociaciones naturales que los cubren hoy día, es evidente que hay bastante diversidad en el carácter y productividad potencial económico de estos suelos residuales pobres. Los mejores, con pH entre 4.9 y 4.4, llevan un bosque de regular densidad y altura, como por ejemplo aquellos que se ve entre Aguaytia y San Alejandro en la carretera hacia Pucallpa. Ocupan mayormente terrenos de complicadísima topografía local, accidentados o quebrados, de pendientes pronunciadas pero de posición baja. Debido a la erosión geológica avanzada de tales llanuras viejas, la erosión normal es aproximadamente igual al ritmo de edafización y no se han formado horizontes seniles en la superficie. Por otra parte la roca madre es pobre en minerales básicos. En donde se disminuye el declive promedio de estas pendientes locales, dado el mismo material madre, los suelos tienden a hacerse más y más pobres, cosa que se refleja en la vegetación natural climax. Esta se ve igualmente más pobre hasta que llegamos al extremo final de las lateritas hidromórficas, anteriormente descrita, sobre terrenos planos extendidos.

Estos terrenos son claramente de poco o ningún valor para el desarrollo de una economía agrícola o ganadera. Bajo la exuberante y tupida cubierta arbórea de la selva natural existe siempre un equilibrio ecológico muy delicado. Si este equilibrio primario se interrumpe con el roce, quema, cultivo abierto o pastoreo, siempre resulta en la pérdida de la ya limitada fertilidad natural de estos suelos, lo cual, conduce a su pronto abandono.*

* Bajo condiciones forestales, los árboles extraen los elementos básicos necesarios para su crecimiento desde horizontes profundos (de eluviación) a través de sus extendidos sistemas radiculares. En la caída diaria de hojas, frutas, ramas y troncos muertos, estos elementos almacenados en las plantas, se depositan continuamente encima del suelo como materia orgánica. Allí, las nuevas acumulaciones actúan como un arropo protegiendo el suelo de la acción erosiva de las lluvias (igual al dosel del bosque mismo), y lo protege mientras una rica microfauna y flora, favorecidas por la sombra y humedad, ejerce su acción destructiva sobre estas acumulaciones. Los nutrientes que contiene, por ser liberados continuamente en pequeñas cantidades en
(Cont.)

Por eso, podemos recomendar un desarrollo netamente forestal, solo o en combinación (sobre los mejores de estos terrenos), con cultivos arbóreos perennes tales como el castaño, el jebe y el cacao, y con sólo pequeñas áreas con cultivos temporales de plantas alimenticias para la subsistencia de la población local. No es aconsejable una combinación con la ganadería. Aún bajo gramíneas el suelo se degrada rápidamente, en uno o dos años se nota una notable disminución de su fertilidad o capacidad de producción.

Los pastos de conocido valor nutritivo para el ganado no prosperan. Sembrados después de la roza, son eliminados casi de inmediato por la competencia con las gramíneas y hierbas nativas que toleran mejor la acidez y baja fertilidad. En tanto que las quemas del pasto son casi imposibles de hacer por el clima húmedo, no resulta económica la lucha contra la reinvasión de los arbustos y árboles del monte secundario que sigue luego.

Llegamos entonces a una conclusión definitiva: solamente bosques, sean naturales o artificiales, cosechas de árboles parecidos (que mantengan la fisonomía y microecología de la selva misma) tienen porvenir para el desarrollo económico, sano, próspero y a perpetuidad, de estos suelos lateromorfos pobres. También es evidente que las condiciones y circunstancias en que se encuentran hoy día son muy favorables para que reciban, eventualmente una ordenación técnica forestal de carácter industrial comercial moderna. Estos suelos ocupan, indiscutiblemente, vastas áreas de los terrenos residuales sobre los cuales se extienden casi sin interrupción. La mayor parte de estas extensiones, están cubiertas con bosques completamente vírgenes.* Aunque los bosques del Perú son muy po-

(Cont.)

la superficie, son de máximo aprovechamiento: son recapturados en gran parte por la tupida red de raíces finas superficiales en el horizonte A, constituyéndose una reserva o capital que no se pierde por el lavado del suelo. Pero la cadena se rompe al rozar y quemar el bosque para su cultivo o pastoreo. Los minerales retenidos en la vegetación son depositados de un solo golpe como ceniza sobre la superficie desde donde son lavados rápidamente con las primeras lluvias fuertes o erosionados hasta los ríos; la exposición del suelo y todas sus malas consecuencias son severas, la microbiota, el humus, y la red de raíces superficiales se carboniza, la superficie está azotada constantemente por el calor radiante del sol o por la fuerza mecánica y química de las lluvias torrenciales, y se cambia rápidamente su estructura y permeabilidad. Después de un año o aún menos, es bastante degradado y no resulta económico su cultivo, porque aún los abonos artificiales no son retenidos, mientras tanto hay una fuerte invasión de plantas herbáceas y leñosas de la "purma" o bosque secundario, bajo este clima tropical húmedo.

- * Para el fomento de las industrias forestales eficientes en el medio tropical, se considera necesario para su capitalización, y tecnificación integral la producción de una variedad de productos valiosos, desde las maderas aserradas hasta los derivados químicos de la madera. Estas tendrán usufructo exclusivo y en perpetuidad de extensos terrenos forestales cercanos a sus fábricas e instalaciones. Estos terrenos deben quedar cubiertos con montes, preferiblemente vírgenes o maduros, sin previa explotación parcial, al tiempo de iniciarse las operaciones de las compañías, dando a sus técnicos forestales las mejores condiciones de suelo y de vegetación para su transformación de bosques primitivos y complicados, a bosques cultivados más sencillos compuestos de las especies más deseadas por la industria. Es altamente indeseable la previa alienación de tales terrenos, sobre todo en parcelas pequeñas a colonizadores agrícolas o ganaderos.

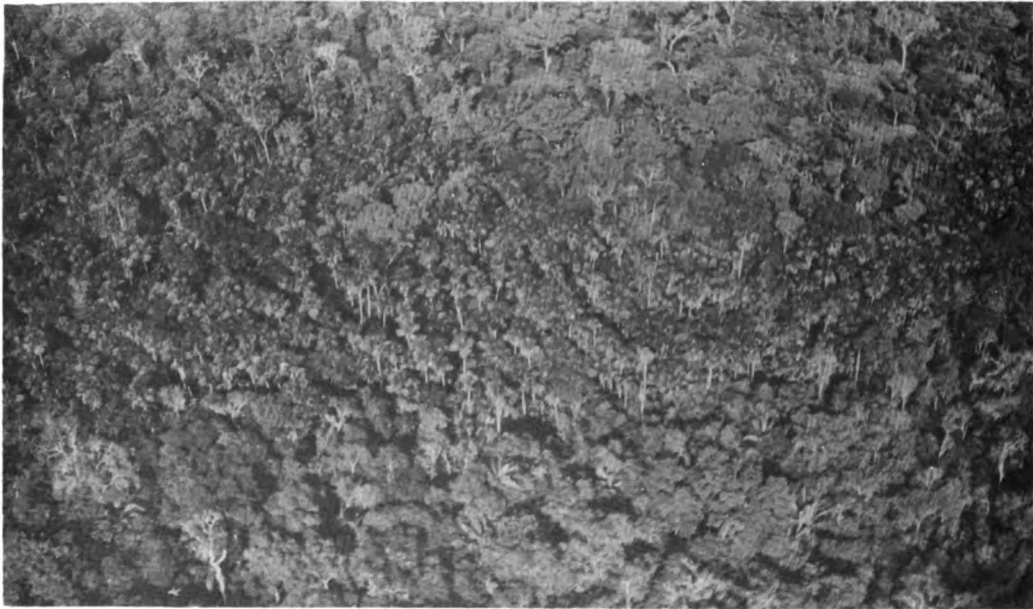


Figura 75

Bosque húmedo tropical: Vista aérea de una asociación probablemente edáfica, sobre terrenos altos de poco relieve entre Puerto Maldonado y el río Heath. En el centro de la foto se ve una comunidad constituida casi integramente por la palmera hidrófita "aguaje" (*Mauritia reflexa*) sobre terrenos con drenaje imperfecto tanto superficial como interno.

Foto cortesía de E. Smith (H-97)



Figura 76

Bosque húmedo tropical: Vista aérea de una asociación edáfica de sabana con manchas de la palmera "aguaje" al sur de Pto. Maldonado. Ocupan terrenos altos planos con muy mal drenaje superficial e interno. Probablemente los suelos son lateríticos hidromórficos con una capa impermeable ferruginosa en el subsuelo. La sabana se compone de gramíneas y ciperáceas altas, poco comestibles, que se queman periódicamente. No hay ganado en tales áreas.

Foto cortesía de E. Smith (H-93)

co conocidos desde el punto de vista geográfico, botánico, ecológico y económico, sabemos a base de experiencias y estudios de bosques parecidos en otros países tropicales del mundo* que tienden a reunir características favorables para una ordenación y explotación comercial bajo técnicas que asegurarán el máximo rendimiento continuado de materias leñosas útiles y de buena calidad. Es decir, favorables al desarrollo de un complejo de industrias forestales secundarias altamente capitalizadas, eficientes y permanentemente productivas, capaces de proveer las bases para núcleos industriales urbanos en la selva misma.

En su estado virgen, la vegetación natural de esta formación consta de bosques siempre verdes los cuales son altos y tupidos excepto sobre suelos de marcadas tendencias hidromórficas. Aunque falta mucho estudio, sabemos que hay varias asociaciones distintas: la fisonomía, formas biológicas, composición y complejidad florística de estos bosques varía apreciablemente en relación con aún menores variaciones en las condiciones locales de topografía, drenaje y suelo.**

El bosque primario de la asociación climática es, por supuesto, la máxima expresión del clima tropical húmedo. Es verdaderamente imponente. Dispersado ampliamente por todo este bosque, hay árboles muy grandes hasta de 53 metros de altura y hasta de 3 metros de diámetro (d.a.p.). De los cuatro estratos arbóreos que componen la masa principal del bosque, más arriba de las cuales las copas de estos grandes emergentes se yerguen como centinelas solitarios, el principal se compone de árboles grandes cuyas copas forman un dosel casi cerrado alrededor de 44 metros arriba de la tierra. La mayoría de estos árboles tienen fustes rectos de diámetros (d.a.p.) entre 90 y 240 centímetros (sin contar aletas) y hasta casi tres cuartas partes de su altura total se encuentran libres de ramas laterales. Comparado con los codominantes del bosque seco tropical, anteriormente descrito, sus ramas tienden a ser menos gruesas y a ser anguladas hacia arriba en vez de ser extendidas lateralmente, sus copas, en forma de conos invertidos, y tienden a ser más compactas y pequeñas con relación al largo y grosor de sus fustes. Esta tendencia corresponde, probablemente, a la mayor disponibilidad de humedad en el suelo a través del año. Es probable que los sistemas radiculares de estos árboles grandes son menos extendidos lateralmente y más extendidos en profundidad que en aquella formación. Por lo menos, la mayor densidad de los tallos individuales y la mayor incidencia y tamaño de aletas en sus bases sugiere tal situación. Este es un punto que necesita investigarse.

Se puede distinguir tres estratos arbóreos inferiores al principal descrito. El segundo tiene un nivel superior alrededor de 28 metros con fustes de 60 hasta 100 cm. (d.a.p.); el tercero llega a 19 metros más o menos, y el cuarto a 12 metros. En contraste con los del estrato principal y los emergentes (la mayoría de éstos son especies heliófilas que no resisten la sombra) los árboles de abajo son mayormente esciófitos. Los del estrato más bajo toleran una sombra de muy elevada intensidad. Se caracterizan por fustes relativamente

* P. W. Richards, The Tropical Rain Forest: An Ecological Study. New York and London: Cambridge University Press, 1952.

** La definición y delineación de mapas de tales factores medioambientales se facilitaría notablemente, aprovechando fotografías aéreas, una vez que hubiera estudios completos de esta relación.

delgados, copas pequeñas y generalmente cónicas entre las dicotiledóneas y una regular abundancia de palmeras. Así, aunque existe cierta mezcla, cada estrato se compone en general de distintos grupos de especies arbóreas y formas biológicas.

La riqueza de la flora y la espesura del rodal total es impresionante e indicativo de la alta capacidad productiva del clima para esta clase de vegetación. Se estima que hay 100 especies arbóreas o más juntas en esta asociación climática en cualquier localidad. Un alto porcentaje de estas especies son miembros de los tres estratos inferiores los cuales contienen también la mayor proporción de tallos individuales.

Cuando se considere la falta de sitio adicional en la superficie del terreno, (la competencia de raíces entrelazadas en las capas superficiales del suelo más la sombra intensa y continuada que producen los escalonados doseles arriba), uno no se atreve a esperar a un fuerte desarrollo de la vegetación menor de arbustos y hierbas. Y así es. Aunque hay un ligero y ralo esparcimiento de dicotiledóneas erguidas (*Piper*, *Melostomataceae*, *Acanthaceae*, *Rubiáceae*, etc.) y de ciertas monocotiledóneas leñosas y semileñosas, como de palmeras chicas y ciclantáceas, si es posible andar fácilmente sin usar machete en todas partes del interior tranquilo y ~~sereno~~ oscuro de esta vasta catedral de la naturaleza. Solamente donde se ha caído o muerto en pie uno de los árboles más grandes, permite entre la luz una fuerte reproducción natural de las especies heliófilas dominantes. En tales lugares, formando matorrales tupidos y enredados, los árboles jóvenes luchan sin cuartel para dominar a los invasores herbáceas y a los bejucos y ganar la ascendencia entre ellos mismos en la carrera hacia el dosel superior, la luz y la supervivencia. Excepto por eso, se encuentra la mayor porción de las formas herbáceas y arbustivas ocupando nichos especiales bien elevados sobre los troncos, ramas y follaje de los doseles superiores.

Debido a la elevada y casi constante humedad del ambiente, el epifitismo es una de las características más sobresalientes de la formación. Aunque nadie ha calculado precisamente el peso total de la materia vegetal viva sostenida por los árboles, estimamos que equivale a cientos de toneladas por hectárea. Más impresionantes y pesadas son las innumerables lianas, bejucos grandes cuyas ramas y follaje no se puede apreciar desde abajo por estar éstas entremezcladas con las copas superiores de los grandes árboles, pero cuyos suaves y flexibles tallos cuelgan vistosamente por todos lados, algunos rectos, otros serpenteando como sogas y guindalezas tratando de enraizar en el suelo. Formando exuberantes matas herbáceas en las horquetas y a lo largo superior de las ramas más gruesas de los árboles grandes, se ven asociaciones de epifitas heliófilas. Entre éstos dominan las vistosas bromeliáceas y orquídeas grandes. En los restos y desperdicios acumulados de estas herbáceas enraizan otras plantas, incluyendo los leñosos "matapalos" (*Ficus* spp. y *Clusia* spp.), estranguladoras que matan por un rodeo lento y, a su madurez reemplazan como árboles grandes a sus propios patrones originales. Revistiendo casi todos los troncos, grandes y pequeños, y aún las ramas inferiores más sombreadas, hay una abundancia de epifitas y trepadoras esciófitas. Entre éstos son notables por su frecuencia y diversidad específica las Aráceas, plantas con vistosas hojas cuyos tallos volubles trepan adhiriéndose a los troncos en masas formidables. En los intersticios y nichos así formados, se fijan una gran variedad de epifitas y trepadores menores, en especial las peperomias, helechos, musgos y líquenes.

Con alejamiento de la asociación climática descrita, es decir con empobrecimiento del suelo y/o de su drenaje y aeración, se nota una reducción correspondiente a la estructura, densidad y complejidad florística del bosque. Son menos altos y gruesos los árboles

principales y hay menos especies en total presentes. Sobre suelos excesivamente húmedos, la proporción de palmeras en el rodal es sumamente elevada y varias especies de éstas, mas varias dicotiledóneas pequeñas del sotobosque, se caracterizan por tener raíces zancos o fúlcreas.*

Es solamente en las asociaciones verdaderamente hídricas, sin embargo, donde se encuentra vegetación clímax tan empobrecida que hasta carece de todo valor para la producción de maderas. Hay varias asociaciones distintas, los matorrales, las taguampas, los aguajales, las sabanas hidromórficas y los pantanos verdaderos, pero todas caracterizadas por suelos excesivamente húmedos y un correspondiente dominio de las plantas herbáceas y/o arbustivas, y por la dispersa distribución o ausencia de dicotiledóneas arbóreas. Las herbáceas tienden a formar espesuras tupidas y altas, las cañas (Gynerium spp.), marona o ipa (Guadua spp.), y los Escitamíneas alcanzan hasta más de 5 metros, mientras las plantas arbustivas (Piper spp.), muchas Acantáceas, Rubiáceas, etc. altas, erguidas y bien ramificadas, cubiertas densamente por trepadoras y bejucos (Ipomoea, Mucuna y muchas otras.). Donde existen, en las asociaciones menos inundadas, los árboles dicotiledóneos tienden a ser bien aislados uno del otro, a ser pequeños o medianos en tamaño y ramificados de abajo, como el ubiquo cético (Cecropia spp.), tangarana (Triplaris), huitoc (Genipa), oropel (Erythrina spp.) y requia (Guarea), o, cuando grandes, de tener copas muy anchas y fustes ahusados, como el ojé y renaco (Ficus spp.) y varias Bombacáceas. Exceptuando el grande y vistoso lupuna (Ceiba sp.) y la requia, son pocos y muy escasos los árboles cuya madera tiene apreciable valor para su industrialización.

Al contrario, los bosques reales de la formación, inclusive los de los diques naturales que bordean los ríos, tienen desde un regular hasta un alto valor potencial para su comercialización y ordenación técnica-forestal. Bien distintas, en carácter, son de aquellos antes descritos para la formación bosque seco tropical. Su porvenir es menos inmediato, es más para el futuro. En esencia, estos bosques, sean de la asociación climática misma o de una u otra asociación edáfica sobre suelos bien oreados, tienden a ser muy complicados florísticamente. Hay poca abundancia de cualquier especie arbórea, sobre todo de aquellas más apreciadas y utilizadas hoy día por la pequeña y primitiva industria maderera del país. Excepto al borde de los ríos principales, resulta en la actualidad antieconómica la explotación de estos bosques mixtos y el aprovechamiento de solamente unas pocas especies valiosas. Solamente en cuanto sea posible organizar su utilización integral y continuada, por complejos de industrias especializadas técnicamente, vinculadas unas con otras para el aprovechamiento más completo de la mayoría de especies presentes, será posible reducir los gastos de extracción empleando maquinaria moderna, construyendo caminos permanentes y, eventualmente, reduciendo por medios silviculturales la proporción de especies menos industrializables en los rodales.

* A pesar de que muchas de estas palmáceas deben tener un porvenir importante al punto de vista económico, estas no se han estudiado debidamente en este interesante aspecto ni tampoco en relación con su distribución y densidad con respecto a las condiciones edáficas mismas. Tales especies económicas como el comestible "aguaje", Mauritia flexuosa, forma frecuentemente comunidades puras en los pantanos por tener raíces epigeas, o neumatoforos, las cuales le suministran oxígeno. Otras palmeras de importancia en esta formación son Bactris spp., Euterpe spp. (ambas comestibles) e Iriartea spp. (madera dura y apreciada).

Dos condiciones, estrechamente relacionadas una con otra, favorecerán una eventual industrialización comercial de los bosques que crecen sobre suelos pobres y residuales dentro de esta formación tropical húmeda. Una es el elevado ritmo natural de crecimiento de los árboles dominantes, incluyendo su fácil reproducción natural después de la cosecha de troncos maduros y sobremaduros. El otro es el carácter utilitario general de las maderas mismas. Aunque no ha sido estudiado detenidamente, sabemos que bajo este clima el crecimiento forestal es continuo y rápido en relación a las formaciones más secas y frías, factor más bien aparente en los biotipos que son perennifolios en gran parte y caracterizados por ser meso hasta macrofoliadas. Una vez que se reduzca la densidad original del bosque, sea por cosecha de los árboles más grandes o por el raleo de troncos inservibles de los estratos inferiores, el crecimiento neto volumétrico aumenta notoriamente en relación al estancado bosque virgen* y hay una buena reproducción natural sobre el piso del bosque. Así, en un bosque bien ordenado, el turno entre cortes sería solamente 20 hasta 50 años para maderas de aserrío y enchapadas, alrededor de 10 años para las leñas industriales. Cuando se comparan estos períodos con aquellos otros que predominan en los bosques racionalmente manejados de los países templados del mundo donde es necesario esperar 100 y hasta 200 años, son bien aparentes las ventajas que lleva el bosque húmedo tropical como base para grandes y permanentes industrias forestales en el Perú.

En general, las maderas típicas del bosque húmedo todavía no tienen aceptación en el mercado nacional porque son más difíciles de aprovechar, requiriendo una técnica avanzada y equipo elaborado y costoso para su mejor utilización. En contraste con las maderas del bosque seco tropical, carecen del color, la figura vistosa, y la durabilidad y fuerza natural tan apreciada en la ebanistería de taller y en construcciones rurales a la intemperie. Son mayormente ordinarias en apariencia, de color claro, de sólo moderada densidad y dureza, y bien susceptibles en un medio ambiente húmedo al ataque de hongos e insectos y en ambiente seco al ataque de la polilla. Estas características se deben, aparentemente, al más rápido y continuado ritmo de crecimiento en este clima. Sus propiedades mecánicas son también afectadas. Aunque varían bastante en densidad, las dominantes son, en promedio, menos fuertes y rígidas, menos finas en textura, y tienden más a descolgarse, torcerse y/o rajarse durante el secamiento al aire libre. Pero, debido a su menor densidad, algunas son muy livianas, se prestan muy bien a trabajos de aserrío, enchapado y a la conversión mecánica de madera sólida a viruta. Son fáciles también de trabajar con herramientas, ambas mecánicas y manuales, se secan fácil y rápidamente al

* En el bosque virgen todo crecimiento está balanceado por la muerte. El sinecio, se encuentra siempre cargado cerca de su límite absoluto de miembros adultos. Sin explotación, mucha de la producción de materia seca consta de partes vegetativas desecadas, hojas y ramitas, etc. incluyendo un alto porcentaje de materia herbácea de las epifitas, lianas y palmeras, mientras el total de esta materia es menor que el potencial debido a su consumo de una parte (desconocida) de los productos de fotosíntesis por la respiración asociada con la lucha para supervivencia y competencia entre individuos. Los objetivos de la ordenación técnica, entonces, son de llevar al máximo el crecimiento total y de concentrar esto sobre los fustes inmaduros de especies e individuos más maderables. Esto se realiza cosechando los árboles maduros y sobre-maduros y eliminando con cortes de mejoramiento el exceso de árboles jóvenes y todas las especies y fustes inservibles.

horno, y absorben los químicos preservativos rápidamente (aún sin presión antes del secamiento). Pesan poco cuando secos y pueden ser transportados a bajo costo por carretera.

Hasta ahora, sin embargo, solamente unas pocas especies han logrado recibir aceptación en los mercados nacionales. Estos, sin embargo, son maderas típicas de la formación. Exceptuando el cedro de altura (Cedrela sp.), no son de exagerado valor ni el tornillo o aguano masha (Cedrelinga catenaeformis), ni lagarto caspi (Calophyllum brasiliense), ni tampoco las moenas (Lauraceae). Otras especies comúnmente encontradas en el bosque que son aparentes para muebles y construcciones corrientes en tablas aserradas y tablas enchapadas, con o sin tratamiento preservativo, son caupure y cumala (Virola spp.), copal y moena alcanfor (Protium spp. y Dacryodes sp.), caraña (Trattinickia peruviana), catáhua (Hura crepitans), marupá (Simaruba amara), áiauma (Couropifia peruviana), paujíl-ruro (Guarea sp.), andiroba (Carapa guianensis), pashaco (Schizolobium parahybum), zapote y zapotillo (Matisia spp. y Quararibea sp.), jacaranda (Jacaranda spp.), sacha-uva (Didymopanax sp.), Teche-caspi (Couma sp.) quillo-bordon (Aspidosperma spp.), árbol del ajo (Cordia alliodora), motelo micuna (Coussarea tenuifolia) y chontaquiro (Qualea sp. o Vochysia sp.).

Hay también muchas especies que se encuentran con frecuencia en los bosques de maderas típicamente livianas y más o menos blandas que servirán para cajonería, construcción de interiores, la fabricación de tablas comprimidas de viruta, pastas mecánicas o químicas (pulpa para papel o rayón), y la hidrólisis de madera (industria de derivados químicos). Se encuentra con suma frecuencia especies en los géneros Pouruma, Sapium, Croton, Ceiba, Bombax, Ficus, Apeiba, Luehea, Heliocarpus, Inga, Ochroma, Sterculia, Erythrina, Trichilia, Clusia y Castilla.

Aunque menos numerosas, ciertas especies típicas de esta formación se caracterizan por tener maderas moderadamente duras, hasta muy duras pesadas y fuertes. La mayoría de éstas son algo resistentes a la pudrición y ataque de insectos. Son además coloreadas y aún de un jaspe bien vistoso en algunos casos, potencialmente aprovechables en la ebanistería, mueblería, para pisos y herramientas de madera, y en construcciones fuertes expuestas a la intemperie. Aunque la lista es muy fragmentaria se incluyen árboles de porte regular hasta aquellos que adquieren grandes alturas tales como el almendro (Caryocar spp.), rifari o shapana (Terminalia sp.), masarandua y balata (Chrysophyllum spp. y varios otros géneros en Sapotaceae), estoraque (Myroxylon balsamum), moena rosada (Licaria sp.), mashonaste o tulpay (Clarisia racemosa), huacamayo-caspi (Sickingia tinctoria), capirona (Calycophyllum spp.), machín mango (Eschweilera spp.), chihuahua (Coumarouna sp.), y pashaco (Macrolobium o Vouapa sp.).

Esta formación constituye también el medio ambiente preferido de una gran variedad de árboles, arbustos y plantas menores de actual o potencial valor económico por sus frutos, nueces, latex y resinas, savias lechosas, fibras, aceites y derivados medicinales. Debido a la falta de la investigación adecuada y/o experimentación con su cultivo, la mayoría son imperfectamente conocidas y no han tenido el desarrollo económico que merecían. Mencionaremos aquí solamente unas pocas de las más explotadas hoy día, pero consideramos que existen docenas más que tendrían especial valor en estado cultivado o semicultivado en montes ordenados en empresas racionalmente manejadas.

Sin duda, el cacao (Theobroma cacao) encabeza esta lista. Hoy día, el cacao silvestre (Theobroma spp.) por la frecuencia con que se le encuentra en el sotobosque de esta asociación, es considerado como biotipo patronal indicador de su perfecta adaptabilidad a los terrenos residuales de la asociación climática y a ciertas otras asociaciones edáficas que poseen suelos bien oreados.

Otra planta silvestre que se ha explotado en su mismo estado silvestre ya más de medio siglo y que recién se han empezado a sembrar en plantaciones en la Montaña, es el jebe o shiringa (Hevea spp.). Este, igual que el cacao, se adapta mejor a los terrenos con suelos profundos y bien oreados, pero resiste menor fertilidad natural que el cacao.

En el bosque húmedo tropical de Madre de Dios, y probablemente en otras regiones menos conocidas, se encuentra uno de los árboles maderables más grandes del trópico americano. Sin embargo, este árbol, llamado castaño (Bertholletia excelsa), vale tanto por sus nueces comestibles que nunca se explota por su madera excepto cuando está muerto. La cosecha, recogida a mano del suelo, grandes cápsulas cargadas con nueces, que caen de árboles silvestres dispersos, vale millones de soles cada año y representa la fuente principal de ingresos a la población del referido departamento.*

El palo de rosa es materia prima aprovechable en las fábricas de destilación de Pucallpa e Iquitos (Aniba rosea dora). Este árbol también es dominante en bosques vírgenes sobre terrenos residuales y suelos relativamente bajos en fertilidad natural. Se explotan en forma puramente silvestre. Una vez picada y cocida al vapor, su madera rinde un aceite etéreo altamente cotizado para la industria de perfumería en el exterior. Naturalmente escaso en los rodales vírgenes y sufriendo en la actualidad una agotadora explotación comercial, el palo de rosa debería ofrecer muy buenas perspectivas económicas para su siembra en montes mixtos o como sombra del cacao. Pero, desgraciadamente, nadie lo ha investigado o probado hasta ahora, mientras las reservas naturales son completamente desconocidas. Y así sucede con muchas otras especies componentes de los bosques naturales de esta formación. Literalmente, existe, docenas de especies con buenas perspectivas económicas,** solamente unos pocos son explotados para su comercializa-

* En tanto que es un árbol de doble propósito y tolerante a las condiciones de los suelos residuales caracterizadas por su poca fertilidad natural, parece altamente deseable su propagación como árbol semidomesticado para ser sembrado comercialmente, no sólo en Madre de Dios, sino también en otros sectores de la misma formación ecológica en el Perú. Sería interesante averiguar por ejemplo sus cualidades como árbol de sombra para cacao y otras cosechas arbóreas perennes sobre terrenos de la asociación climática.

** Las palmáceas, por ejemplo, son sobresalientes por su riqueza de especies y la abundancia con que se presentan es promisoría para la industria de fibras y ceras por sus frutos comestibles y aceitosos. Entre las especies dicotiledóneas, son muchas las que tienen frutos comestibles (Sapotaceae, Anacardiaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Leguminosae, Myrtaceae, etc.) o cuyas semillas o frutos son ricos en aceites, grasas, almidón, tanino, o alcaloides medicinales. Abundan también plantas con corteza, raíces o leña que contienen tanino, alcaloides, glucosidos, o sustancias aromáticas o colorantes en cantidades comerciales; otras cuya corteza o madera rinde fibras textiles o de cuerda. Con investigación científica adecuada, selección y mejoramiento genético, muchos de estos servirían para su siembra o inclusión en montes mixtos culturales más indicados para los terrenos residuales pobres en esta formación.

ción y, de éstos, la mayoría son recolectados de los rodales silvestres en forma indiscriminada y exhaustiva, frecuentemente usando métodos que destruyen la capacidad de reproducción de las especies o aquéllos dispositivos que permiten a estas especies, mantenerse en competencia con los otros elementos de los bosques naturales.

Uso de la Tierra

Aunque faltan datos demográficos fidedignos, sabemos que la población humana es extremadamente baja en esta formación, probablemente aún más baja que en aquella perteneciente a la del bosque seco tropical, anteriormente discutida. Como en aquella formación la población rural consta en gran parte de Chunchos, indígenas de cultura muy primitiva, seminómada, que viven de la caza, la pesca y del cultivo de pequeñas "chacras" temporales de subsistencia sobre las orillas de los ríos. De la población total, sin embargo, una mayor proporción consiste de gente de origen ajeno, mestizos en su mayoría, que se radican en las ciudades pequeñas, los pueblos y los caseríos dispersos situados al lado de los ríos principales: (en el norte, en Iquitos, Yurimaguas, Requena y Contamán; en el sur, Puerto Maldonado). Esta gente se dedica al transporte y comercio en los ríos y a las industrias extractivas asociadas: sobre todo de maderas finas (caoba y cedro), jébe, ojé, palo de rosa, balata, castaño, plumas, pieles y cueros de animales y pájaros silvestres, paiche y otros pescados secos, animales y peces tropicales vivos para colecciones zoológicas, y varios otros productos naturales de los bosques y ríos en cantidades pequeñas. En general, estas industrias, debido a su naturaleza desatinada tanto como a su estímulo y dependencia completa de las demandas económicas del extranjero, tienden a ser cíclicas e inciertas, sujetas a repentinas fluctuaciones de auge y depresión que influyen pues, en las fortunas y bienestar de la población.

Mitigando en cierto grado los golpes económicos tales como las repetidas inundaciones de los ríos, que reprimen el verdadero desarrollo sociopolítico y la acumulación de capital en estas regiones, su clima es tan benigno que garantiza en forma mínima una vida fácil. De vestimenta necesitan poco, mientras la vivienda y la comida son fáciles de producir por el hombre de habilidades rústicas con un mínimo de trabajo y sin capital o educación formal.

Puede ser por esto también que les faltan ganas de progresar, es decir de elevar sus niveles de vida o de organizarse en comunidades culturales más complejas y especializadas. En la mayoría de casos, no tienen título de los terrenos que cultivan y abandonan luego de sacar una o dos cosechas de plantas alimenticias.*

Aprovechan solamente los terrenos más fértiles y accesibles, en especial aquellos ubicados sobre los diques naturales o sobre terrazas aluviales poco inundables. Allá cerca al río, construyen sus chozas abiertas pero, en tanto que aún estos terrenos exceden las demandas actuales, sus predios no poseen límites fijos y el cultivo temporal es la práctica común. En cualquier año, solamente una parte de estos terrenos buenos son activa-

* Aproximadamente las mismas enumeradas para el bosque seco tropical.

mente cultivados, la mayor extensión queda descansando en barbecho o "purma", el matorral típico del monte secundario joven que renueva la fertilidad y da buena estructura de los suelos sin ningún costo o esfuerzo. Como herramientas sólo necesitan hacha, machete y una cajita de fósforos. Ni aran ni escardan las malas hierbas. No saben nada de abonos, compostes o insecticidas. Cada familia produce únicamente para satisfacer sus propias demandas y a veces, algo extra para pequeñas ventas a comerciantes flotantes o a barcos que paran entre puertos. El bosque virgen, los pantanos y el río les abastece con toda su carne y pescado. Así mismo el bosque les proporciona hojas, sogas, pilotes y tablas de palmera para la construcción de sus casas y las amarras con que atan todas las cosas. Igualmente del bosque obtienen las trozas que ahuecan para hacer canoas, materiales para armas y herramientas, adornos y aún vestimenta, como lana, útiles de casa y muchos remedios de conocida eficacia.

El ritmo de estas actividades de subsistencia se regula hoy en la misma forma que ocurría, hace siglos, en el pasado, por las estaciones lluviosas y secas y las fluctuaciones, no siempre contemporáneas en el flujo y nivel de los ríos. Siembran arroz sobre las "playas" que dejan los ríos en bajada; pescan con redes de tirar en cuanto al río y las "cochas" son más bajas y cuando aumenta la población de peces. Cazan cuando el río ha subido y los animales migran a los terrenos altos. Desmontan nuevas chacras en cuanto están para terminarse las lluvias, y queman los rozos al fin de la estación seca. La siembra se inicia con las primeras lluvias y se cosechan en todas épocas según sus necesidades inmediatas. El pescado, secado al sol y salado en grandes cantidades, les sirve para satisfacer sus necesidades alimenticias, durante el tiempo que los caudales aumentan en los ríos, en la época de inundación y de mala cacería.

En general, con una u otra variante, éste constituye el sistema que practica casi toda la gente, indígenas y colonos, radicados en la región. Aunque no "prosperan" en términos modernos, aunque siguen siendo mayormente analfabetos y desprovistos de los artefactos y lujos de las sociedades industrializadas y comerciales, sin embargo tienen un buen margen de seguridad económica, se encuentran, aparentemente contentos, y han logrado establecer un balance o equilibrio efectivo con su medioambiente. Solamente en los sitios y circunstancias en que se hacen explotaciones indiscriminadas y excesivas de fauna y flora para su exportación, encontramos evidencia de disturbio de este balance. En consideración a todas las condiciones ecológicas geográficas, socioeconómicas y políticas antes mencionadas, pareciera ilógica e imprudente cualquier atentado de reemplazar abruptamente este sistema por otro basado en la especialización de trabajo, de cultivos y de comercio. Tomando el presente sistema como base y aprovechando en cierto modo sus técnicas y experiencias, al contrario, sería posible refinar y mejorarlo, añadiendo poco a poco las características de una economía comercial agrícola y forestal.

Así, uno de los primeros pasos debiera ser el de incorporar prácticas silvícolas y de ordenación forestal en aquellos terrenos cultivados temporalmente a largos plazos, que se dejan descansar, en cuya fase se cubren de monte bajo. Proveyendo servicios locales de investigación y de divulgación (extensión) agrícola y forestal estrechamente vinculados, se debe experimentar bajo condiciones reales con las especies y técnicas más apropiadas para que se establezca una cosecha de maderas valiosas, antes de abandonar al barbecho y dejar que se cubra de monte cada lote cultivado temporalmente. Ya practicado y perfeccionado por varios pueblos del Asia Tropical, un procedimiento tal no costaría mucho esfuerzo o tiempo adicional a las familias (o tribus), pero, una vez establecidos en turnos



Figura 77

Bosque húmedo tropical: Bordeando al río Tambo cercano a la confluencia de éste con el río Urubamba en Atalaya. Selva virgen de la asociación climática llega casi a la misma orilla. Asociaciones edáficas ubicadas en las pendientes de los cerros del fondo.

Foto cortesía de E. Smith (1328)



Figura 78

Bosque húmedo tropical: Una finca recién establecida sobre terrenos altos que bordean el río Tambo. Los terrenos desmontados serán quemados y sembrados con varios cultivos de subsistencia. Obsérvese la casa típica.

Foto cortesía de E. Smith (1321)

ordenados sobre los terrenos que cultivan en la totalidad, les daría no solamente una nueva fuente anual de ingresos sino también varios otros beneficios. Por ejemplo, eliminaría los troncos grandes del rozo nuevo, los cuales, en la práctica actual entrelazados y medio carbonizados encima del suelo, obstaculizan el trabajo de cultivo y neutralizan mucho del nitrógeno disponible; haría menos necesaria la quema del desmonte antes de sembrar muchos de los cultivos, lo cual mejoraría la estructura y microfauna del suelo. Por otra parte, la fijación de límites, estimularía la formación de un buen concepto de propiedad y facilitaría tanto la obtención como entrega de títulos de propiedad de los predios en trabajo, aumentando, consecuentemente la participación de estas gentes en la vida política y social local. Una vez asegurado un abastecimiento constante de buenas maderas con su adaptación general, esta práctica conduciría al establecimiento de aserraderos regionales permanentes y otras industrias forestales de alta eficiencia y productividad dando lugar a más empleo y comercio general. En fin, proporcionaría la experiencia preliminar que se necesita antes de determinar la política a seguir y los medios para un desarrollo correcto de los terrenos residuales más pobres que hoy día cubren una gran e insospechada porción del área en esta formación.

Otros pasos que se deben tomar serían aquellos destinados al establecimiento de pequeños lotes familiares de cultivos perennes arbóreos como cacao, jébe, castaño, café (var. robusta), pijuayo (*Guilielma gasipaes*) y otras palmeras con frutos, nutritivos o aceiteros. A pesar de su adaptabilidad y valor comercial hoy día pocos agricultores y muy pequeña área se dedican a tales cosechas. Debe investigarse también las perspectivas y técnicas más indicadas para la formación de montes abiertos cultivados compuestos de una mezcla de especies para la subsistencia familiar y para la venta en el comercio. Tales montes culturales, cuidadosamente ordenadas en lo que se refiere a su densidad y estructura, duplicarían aproximadamente la fisonomía y microecología interna de la vegetación natural que mantenga perfectamente, sin abonamiento, la fertilidad y estructura natural del suelo. Ofrecerían un excelente sistema para el aprovechamiento, por pequeños agricultores, de los mejores suelos residuales donde quiera que la población humana sea demasiado densa que imponga el sistema de "cultivo nómada" con largos períodos de barbecho entre rozos del mismo lote. Sugerimos para ensayo un estrato superior no muy tupido de árboles grandes, mayormente inmaduros en variadas etapas de crecimiento hacia su madurez, compuesto de una mezcla de especies maderables y valiosas para productos especiales (latex, fibras, taninos y colorantes, nueces y frutos). Este estrato proveería la sombra liviana que necesitaría un sotobosque de árboles pequeños y arbustos (cacao, café robusta, cítricos, palmeras, bambuesas y lianas económicas, ipecuana y otros frutales y medicinales). En pequeños sitios dispersos en este monte en donde el suelo se encuentra especialmente rico y húmedo, pudieran cultivar intensivamente aquellas plantas herbáceas útiles que aguantan la sombra, como la pituca, macabo, achira y plátano, o, abriendo el dosel superior directamente arriba, aquellos que necesitan mucha luz directa durante cada día, como el camote, ñame, grandule, pimienta, rocoto y yuca. Con este sistema, habría siempre una diversidad de productos alimenticios para la subsistencia de la familia, además de continuadas cosechas pequeñas de diversos productos para la venta.

En conclusión, podemos decir que se necesitará mucho más estudio científico,^o mayor cantidad de investigación básica para manejar en forma racional el bosque húmedo tropical.

Cualquier desarrollo socioeconómico del futuro, que tenga verdaderamente éxito permanente y en equilibrio con las condiciones especiales del medio, requerirá de antemano una diversidad de estudios profundos en biología, antropología, economía, suelos y en su aplicación a la agronomía y dasonomía de la selva. Como condición básica para cualquier planeación y política sana de desarrollo de la región será su mapa, en detalle, de las condiciones físicas y biológicas presentes en cada lugar. Y, después de su evaluación y síntesis serán también necesarios mapas, en los cuales los terrenos se clasificarán de acuerdo con su capacidad para ser utilizados y su aptitud para responder a los tratamientos aconsejados por la tecnología moderna. En esta forma se podrán señalar los usos permanentes más apropiados en cada categoría de tierras, teniendo en mente las perspectivas para una eventual tecnificación industrial y comercial de muchos de los sectores comprendidos en esta formación. Aún sin mayor estudio, sin embargo, podemos decir categóricamente que el área total apropiada para su colonización por agricultores con fines puramente comerciales es bastante reducido. Hay grandes extensiones del terreno aluvial, ahora sujeto a las inundaciones anuales, que pueden ser cultivados permanentemente en forma intensiva por colectividades o compañías muy grandes con capital y técnica adecuada para su desarrollo racional. Pero la mayor parte del área es claramente más indicada para usos forestales permanentes, sobre todo para su ordenación continuada en grandes unidades por técnicos altamente calificados en la ciencia forestal moderna. Tal acontecimiento puede ser la base para el desarrollo eventual de grandes ciudades industriales en la selva misma, produciendo una diversidad de productos derivados de la madera como materia prima. Para su realización eventual, será necesario que se hagan cambios fundamentales en la impresión popular y en la filosofía política que tienen la mayoría de los peruanos sobre esta tan desconocida región de su república.

APENDICE A

Tablas

TABLA 2

Relación de áreas de las Formaciones Vegetales en el Perú*

Formación Vegetal	Area total en Km ²	Por ciento del área nacional
Desierto subtropical	75,249	5.90
Desierto tropical	2,815	0.22
Desierto montano bajo	11,811	0.92
Desierto montano	283	0.02
Maleza desértica tropical	6,426	0.50
Maleza desértica subtropical	15,744	1.23
Maleza desértica montano bajo	16,566	1.29
Chaparral bajo montano bajo	7,647	0.60
Maleza desértica montano	13,623	1.06
Bosque espinoso tropical	8,945	0.70
Bosque espinoso subtropical	12,865	1.00
Estepa espinosa montano bajo	10,359	0.81
Chaparral alto montano bajo	527	0.04
Estepa montano	26,900	2.09
Bosque muy seco tropical	5,346	0.42
Bosque seco subtropical	14,420	1.12
Bosque seco montano bajo	24,946	1.94
Bosque húmedo montano	62,616	4.87
Maleza desértica sub-alpino y tundra húmeda alpino	23,789	1.85
Páramo húmedo sub-alpino y tundra muy húmeda alpino	42,091	3.28
Páramo muy húmedo sub-alpino y tundra pluvial alpino	75,738	5.89
Formación pluvial sub-alpino y tundra pluvial alpino	8,045	0.63
Formación nival	24,843	1.93
Bosque muy húmedo montano	28,146	2.19
Bosque pluvial montano	4,730	0.37
Bosque húmedo montano bajo	27,786	2.16
Bosque muy húmedo montano bajo	24,869	1.94
Bosque pluvial montano bajo	1,941	0.15
Bosque húmedo subtropical	30,640	2.38
Bosque muy húmedo subtropical	84,439	6.57
Bosque pluvial subtropical	5,629	0.44
Bosque muy húmedo tropical	694	0.05
Bosque seco tropical	100,105	7.79
Bosque húmedo tropical	484,655	37.71
TOTAL	1,285,215.27	100.00

* Area total basada en los datos contenidos en el Ministerio de Hacienda y Comercio del Perú, Anuario Estadístico del Perú para 1956-1957. Lima: 1957; datos planimétricos tomados por muestreo del Mapa Ecológico del Perú

TABLA 3

Relación de áreas de los pisos altitudinales de temperatura, basada en datos planimétricos tomados del Mapa Ecológico del Perú

Piso Altitudinal	Area total en Km ²	Por ciento del área nacional
Tropical	608,986	47.4
Subtropical	238,986	18.6
Montano bajo	126,452	9.8
Montano	136,298	10.6
Subalpino-Alpino	149,663	11.6
Nival	24,843	2.0
TOTAL	1,285,215	100.0

TABLA 4

Relación de áreas de las Provincias de Humedad basada en datos planimétricos tomados del Mapa Ecológico del Perú

Provincia de Humedad	Area total en Km ²	Por ciento del área nacional
Resecado, Super-árido y Per-árido	96,301	7.5
Arido	49,185	3.8
Semi-árido	42,720	3.3
Sub-húmedo	<u>182,310</u>	<u>14.2</u>
Total del Area Seco	(370,516)	(28.8)
Húmedo	641,748	49.9
Per-húmedo	202,782	15.8
Super-húmedo	45,339	3.5
Nival	24,843	2.0
TOTAL	1,285,215	100.0

TABLA 5

Resumen de datos climatológicos del Perú

Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste	Elevación sobre nivel del mar (metros)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL		PROMEDIO PRECIPITACION TOTAL ANUAL		FORMACION VEGETAL A LA QUE CORRESPONDE (Según Holdridge)		
				Duración registro Años	Temperatura Grados C.	Desviación Estándar Grados C.	Duración del registro Años		Total de precipitación anual - mm.	Desviación Estándar mm.
Zorritos	3°-40'	80°-31'	8	7	24.2	± 1.2	8	181	± 197	Maleza desértica tropical
El Alto (Cabo Blanco)	4°-15'	81°-14'	295	12	21.1	± 0.7	12	96	± 76	Desierto subtropical
Lobitos	4°-27'	81°-17'	20	8	22.8	± 1.0	5	27	± 24	Desierto subtropical
Negrillos	4°-39'	81°-18'	25	8	23.4	± 2.3	5	81	± 119	Desierto tropical
Piura	5°-11'	80°-38'	53	10	23.4	± 0.8	10	96	± 99	Desierto subtropical
Lambayeque	6°-42'	79°-54'	48	8	21.2	± 1.3	8	24	± 25	Desierto subtropical
Chilayo	6°-47'	79°-49'	33	4	20.7	± 0.7	3	11	± 25	Desierto subtropical
Babedero	6°-48'	79°-18'	322	4	21.8	± 1.7	11	98	± 71	Desierto subtropical
Cayalti	7°-04'	79°-39'	60	12	21.9	± 1.4	13	36	± 18	Desierto subtropical
Guadalupe	7°-15'	79°-29'	100	9	21.0	± 0.7	10	19	± 9	Desierto subtropical
Puerto Chicama	7°-41'	79°-26'	4	5	19.2	± 1.7	11	6	± 6	Desierto subtropical
Casagrande	7°-44'	79°-11'	158	6	19.2	± 1.1	12	13	± 8	Desierto subtropical
Cartavio	7°-54'	79°-13'	15	9	18.8	± 1.8	6	24	± 24	Desierto subtropical
Paramonga	10°-40'	77°-49'	380	9	14.9	± 0.7	24	210	± 59	Chaparral bajo montano bajo
Lomas de Lachay	11°-19'	77°-22'	15	10	18.6	± 0.7	10	10	± 4	Desierto subtropical
La Punta	12°-04'	77°-10'	137	13	18.3	± 0.8	13	31	± 14	Desierto subtropical
Lima	12°-04'	77°-02'	251	13	18.4	± 0.5	13	18	± 8	Desierto subtropical
La Molina	12°-05'	76°-57'	36	5	18.9	± 1.4	5	28	± 29	Desierto subtropical
Cafete	13°-07'	76°-12'	2332	8	14.9	± 0.9	11	138	± 50	Maleza desértica montano bajo
Arequipa	16°-24'	71°-32'	1552	13	18.1	± 1.1	13	24	± 19	Desierto subtropical/Desierto montano bajo
Vitor	16°-28'	71°-47'	23	6	18.0	± 0.7	12	18	± 12	Desierto subtropical/Desierto montano bajo
Miliendo	17°-02'	72°-01'	1367	8	17.8	± 0.7	5	11	± 35	Desierto subtropical/Desierto montano bajo
Maquegua	17°-11'	70°-56'	568	11	16.3	± 1.8	9	32	± 35	Desierto montano bajo
Tacna	18°-00'	69°-52'								

(COSTA Y VERTIENTES OCCIDENTALES DE LOS ANDES)

(Tabla 5 - Cont.)

Estación	Latitud		Longitud Oeste	Elevación sobre nivel del mar (metros)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL		PROMEDIO PRECIPITACION TOTAL ANUAL		FORMACION VEGETAL A LA QUE CORRESPONDE* (Según Holdridge)
	Sur	Sur			Duración del registro Años	Temperatura Grados C.	Desviación Estándar Grados C.	Duración del registro Años	
Huancabamba	5°-14'	79°-27'	1957	5	19.6		5	658	Bosque seco subtropical
Jaen	5°-33'	78°-41'	740	1	26.2		4	832	Bosque muy seco tropical/Bosque seco subtropical
Chachapoyas	6°-13'	77°-50'	2328	7	15.6	± 0.3	8	743	Bosque seco montano bajo
Cajamarca	7°-08'	78°-30'	2640	13	14.0	± 0.8	15	804	Bosque seco montano bajo
Piscabamba	8°-55'	77°-18'	3350	1	11.8		4	1123	Bosque húmedo montano bajo/Bosque húmedo/muy húmedo montano
Tinco	9°-12'	77°-41'	2486	3	15.8	± 1.3	3	286	Estepa espinosa montano bajo
Huaraz	9°-31'	77°-32'	3050	2	11.5	± 1.1	5	776	Bosque húmedo montano
Huánuco	9°-55'	76°-15'	1912	3	18.6	± 0.8	7	401	Bosque espinoso subtropical
Panao	9°-54'	75°-58'	1846	sin datos			1	1000	Bosque seco subtropical/Bosque húmedo montano bajo
Raura	10°-29'	76°-43'	5610	sin datos			7	1388	Formación nival
Cerro de Pasco	10°-43'	76°-19'	4370	4	4.3		5	1061	Páramo muy húmedo subalpino/Formación pluvial subalpino
Malpaso	11°-25'	76°-03'	3798	sin datos			12	823	Bosque húmedo montano
La Oroya	11°-32'	75°-55'	3712	3	9.6	± 1.2	12	606	Bosque húmedo montano
Morococha	11°-37'	76°-08'	4711	sin datos			12	865	Tundra pluvial alpino
Hacienda Runatullo	11°-37'	74°-55'	3420	sin datos			2	1090	Bosque húmedo montano/Bosque muy húmedo montano
Pachachaca	11°-40'	76°-02'	3971	4	6.6		7	769	Bosque húmedo montano
Jauja	11°-43'	75°-29'	3394	14	11.4	± 0.9	16	584	Bosque seco montano bajo/Estepa montano/Bosque húmedo montano
Concepción	11°-55'	75°-17'	3252	5	11.3	± 0.8	6	615	Bosque seco montano bajo/Bosque húmedo montano
Huayao (Observatorio Magnético)	12°-02'	75°-20'	3342	33	11.8	± 0.4	32	739	Bosque húmedo montano
Siria (Hidro.)	12°-14'	75°-44'	(4-4400)				7	736	Páramo muy húmedo subalpino
La Mejorada	12°-32'	74°-56'	2819	1	14.9		1	733	Bosque seco montano bajo
Yucuy (Urubamba)	13°-18'	72°-12'	2940	13	13.7	± 0.8	13	499	Bosque seco montano bajo/Estepa montano
Asiate (Cuzco)	13°-29'	71°-59'	3310	4	10.6	± 0.5	7	796	Bosque húmedo montano
Kaitra (Cuzco)	13°-33'	71°-55'	3225	8	12.0	± 0.5	8	589	Bosque seco montano bajo/Estepa montano/Bosque húmedo montano
Chuquibambilla	14°-47'	70°-43'	3910	7	6.8	± 0.8	9	520	Bosque húmedo montano
Imata	15°-49'	71°-04'	4403	10	3.2	± 1.4	12	589	Páramo muy húmedo subalpino
Puno	15°-50'	70°-01'	3852	13	8.1	± 0.6	7	732	Bosque húmedo montano
Vincocaya	15°-51'	71°-09'	4400	4	1.9		1	236	Tundra húmedo alpino

(LA SIERRA ALTA Y VALLES INTERANDINOS)

(Tabla 5 - Cont.)

Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste	Elevación sobre nivel del mar (metros)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL		PROMEDIO PRECIPITACION TOTAL ANUAL		FORMACION VEGETAL A LA QUE CORRESPONDE* (Según Holdridge)	
				Duración registro Años	Temperatura Grados C.	Desviación Estandar Grados C.	Duración del registro Años		Total de precipitación anual - mm.
San Ignacio	5°-08'	78°-59'	1250	2	21.4		7	1041	Bosque seco subtropical/Bosque seco tropical/ Bosque húmedo subtropical
Tarapoto	6°-29'	76°-27'	356	5	25.5		5	1252	Bosque seco tropical
Juanjui	7°-12'	76°-43'	480	5	26.2	± 0.2	5	1065	Bosque seco tropical
Tingo María	9°-09'	75°-53'	670	9	22.5	± 0.5	9	3296	Bosque muy húmedo subtropical
Yuncan	10°-45'	75°-38'	1890	sin datos			5	1500	Bosque húmedo subtropical/montano bajo
Pampa Whaley (Columbia de Perené)	10°-48'	75°-15'	641	sin datos			3	1618	Bosque seco tropical/Bosque húmedo subtropical
San Ramón	11°-00'	75°-18'	800	8	23.0	± 0.6	10	1738	Bosque húmedo subtropical
Satipo	11°-16'	74°-36'	750	sin datos			8	2200	Bosque húmedo tropical/Bosque húmedo/Bosque muy húmedo subtropical
Santa Ana	12°-51'	72°-41'	1042	1	22.2		1	1140	Bosque seco/Bosque húmedo subtropical
Tambopata	14°-15'	69°-11'	1310	2	22.6		2	1717	Bosque húmedo subtropical
(VERTIENTES Y VALLES ORIENTALES DE LOS ANDES)									
(LA MONTAÑA)									
Iquitos	3°-45'	73°-11'	117				7	3032	Bosque húmedo tropical
Yurimaguas	5°-54'	76°-05'	179	5	26.0	± 0.1	7	2259	Bosque húmedo tropical
Neshuya	8°-02'	75°-05'	340	sin datos			1	1682	Bosque seco tropical
Pucallpa	8°-23'	74°-32'	148	5	25.7	± 0.1	7	1504	Bosque seco tropical
Yurac	9°-03'	75°-30'	296	7	24.6		7	4915	Bosque muy húmedo tropical
Agua Calientes	8°-49'	74°-41'	307	8	24.9	± 0.7	9	1585	Bosque seco tropical
Iberia	11°-20'	69°-40'	180	7			7	1812	Bosque seco tropical/Bosque húmedo tropical
Pto. Maldonado	12°-36'	69°-10'	255	sin datos			2	1933	Bosque seco subtropical/Bosque húmedo tropical

* La línea "m" indica que la estación está en transición a la formación o formaciones siguientes.

APENDICE B

**UN SISTEMA PARA CLASIFICAR LAS
FORMACIONES DEL MUNDO**

Por

L. R. Holdridge

APENDICE B

UN SISTEMA PARA CLASIFICAR LAS FORMACIONES DEL MUNDO

Por

L. R. Holdridge*

Si definimos la formación como una extensión fija de factores climáticos, estamos confrontando dos problemas: cuáles factores deben ser usados y qué extensión o rango de cada factor debe ser usado para una formación.

Sin duda los factores climáticos de mayor importancia son la temperatura y la precipitación. Además, son los datos meteorológicos que han sido recogidos en puntos dispersos sobre todo el globo. Aunque otros datos podrían ser empleados para refinar la definición de una formación con más precisión, habría poca ventaja en formular un sistema para el cual hay datos disponibles para solamente unas secciones relativamente reducidas de la tierra.

Los límites climáticos de las formaciones fueron resueltos después de años de observaciones en el campo, junto con el estudio de las observaciones de otros científicos, todas las cuales se encuentran en la literatura. Una vez construida una parte del bosquejo se notó la regularidad del esquema y fue fácil extender el bosquejo para incluir las formaciones restantes del globo.

La temperatura es un factor de gran importancia para la vegetación del mundo. La baja temperatura es un factor limitante para el crecimiento de las plantas. Donde la temperatura es tan baja que la nieve y el hielo se mantienen todo el año, como ocurre en los polos o en los picos altos, la vegetación es casi nula. En tales sitios encontramos solamente unas algas encima de la nieve o unos pocos líquenes sobre las rocas negras en los sitios donde azota el viento, impidiendo la acumulación de nieve.

Más lejos de los polos, las plantas pueden crecer en una parte del año pero hay un invierno fuerte durante el cual las condiciones son similares a las de los polos. Si queremos comparar las condiciones de crecimiento de las plantas de las regiones frías con

* Tomado del Capítulo III de su Curso de Ecología Vegetal, op. cit.

la vegetación de elevaciones bajas, en los trópicos, donde no hay nieve o hielo, entonces es necesario descartar el tiempo cuando las plantas no están en actividad. Esto se hace sumando las temperaturas medias mensuales sobre 0° Centígrados y dividiendo la suma por doce. Donde no hay meses con una temperatura media menor de 0° podemos usar la temperatura media anual directamente.

Se puede entender la necesidad de usar solamente las medias mensuales arriba de 0° , cuando consideramos que a las plantas de clima frío, cuando están en reposo, no las afecta la temperatura, si la media mensual es -10° ó -40° .

Usando las medias de temperatura que correspondan más o menos al período vegetativo, e indicando 0° , 3° , 6° , 12° y 24° como límites, se divide el mundo en las regiones indicadas a la izquierda, en el bosquejo, y que se extienden desde los polos norte y sur hasta el ecuador de calor. Tenemos que recordar siempre que estas líneas no coinciden con las latitudes. Las corrientes de los mares ejercen mucha influencia sobre las temperaturas del globo y hacen que temperaturas de la misma latitud sean bastante distintas en varias partes de la tierra.

Se puede ver que los valores de los límites de temperatura van doblándose mientras se alejan de la condición limitante de temperatura baja, o sea, los límites son logarítmicos o geométricos. El Científico Mitscherlick publicó algo sobre el particular hace muchos años. Si existe una condición limitante para el crecimiento de una planta y añadimos algo del factor limitante, el resultado será de tal cantidad. Entonces, si queremos conseguir otro aumento igual, tenemos que añadir una doble cantidad del factor limitante, la segunda vez. Ejemplo: cuando el nitrógeno es un factor limitante en el suelo para la producción de maíz, añadiendo 100 kilos por manzana, podemos conseguir un aumento de x kilos de maíz. Si hubiéramos querido conseguir otros x kilos de maíz como aumento, hubiera sido necesario poner los primeros 100 kilos y después 200 kilos más de nitrógeno.

A veces la región templada se junta directamente con la región tropical pero a veces hay una región subtropical entre las dos. La división está indicada por una línea transversal de puntos. Es imposible fijar esta línea con una temperatura media anual pero podemos definir la región subtropical baja como la región entre la línea de escarcha o de temperatura crítica y la línea de temperatura media anual de 24°C .

Como el efecto de ascender es igual al de viajar desde el Ecuador de calor hacia los polos, el mismo bosquejo puede ser usado verticalmente. Divide las faldas de las montañas en las fajas altitudinales enlistadas a la derecha del bosquejo. Naturalmente, es solamente en las regiones tropicales donde podemos encontrar todas las fajas altitudinales. Por ejemplo, en la región templada fría encontraríamos solamente las fajas subalpina, alpina y nival sobre la formación basal, y en la región fría solamente las fajas alpina y nival.

Otra vez, encontramos junto a la región tropical basal una faja subtropical. Esta faja se extiende desde la línea de temperatura media anual arriba hasta la línea de escarcha en zonas secas o hasta una línea de temperatura crítica en zonas húmedas. Pareciera en los últimos casos, que la humedad en el aire previene que la temperatura baje a 0° centígrados aunque el efecto de restringir la vegetación sea el mismo.

Así como no podemos correlacionar las regiones basales con las líneas de latitud, tampoco es posible fijar elevaciones que coincidan con las fajas altitudinales. Los límites de las fajas varían en elevación sobre el nivel del mar de acuerdo con las temperaturas de las corrientes de los mares adyacentes, con la exposición o también con las variaciones en la precipitación o la nubosidad.

Aunque no podemos conectar elevaciones con medias de temperatura, hay una relación entre la extensión de elevación de las varias fajas. Podemos fijar sus extensiones más o menos como sigue: alpina, 500 metros; subalpina, 500 metros; montano, 1000 metros; y montano bajo junto con la subtropical, 2000 metros. Otra vez, tenemos una progresión logarítmica. La región basal de los trópicos generalmente es de menos de 1000 metros y la faja subtropical tiene en general una extensión de 1000 metros de altura. Las líneas de los límites de las fajas van bajando en sus extensiones hacia latitudes mayores, o sea hacia los polos.

Otro factor de gran importancia para la vegetación es la humedad y como medida de este factor para comparación podemos usar la precipitación anual, ya sea en forma de lluvia o sea en parte, en forma de nieve. Como la nieve se queda mayormente hasta el principio de los días calurosos del año, se convierte en agua para el tiempo en que las plantas empiezan sus actividades. Así la incluimos en la precipitación total. Los límites de la precipitación usados en el bosquejo son de 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 milímetros. Como el caso de la temperatura, los valores van aumentando logarítmicamente de las zonas secas donde el agua es un factor limitante para la vegetación.

Debemos reiterar aquí que las formaciones son divisiones equivalentes de clima. En cada formación hay una asociación climática con un suelo zonal y condiciones atmosféricas normales para tal extensión de clima. Cuando los suelos son azonales o intrazonales, las asociaciones son edáficas. Cuando hay condiciones atmosféricas anormales tal como vientos excesivos, condensación de agua extra en bosques nublados, una inversión de períodos de lluvia como en el clima Mediterráneo o una distribución de lluvias anormales como en climas monzónicos, las asociaciones son atmosféricas. Cuando hay agua sobre la superficie de la tierra, todo o casi todo el año, las asociaciones son hídricas. Pueden haber varias asociaciones edáficas, atmosféricas o hídricas en cada formación, cada una, igual como la asociación climática, con su fisonomía o estructura particular o distintiva.

En la región tropical, para los climas normales o asociaciones climáticas, hay una correlación muy marcada entre la cantidad de precipitación anual y el período de sequías. Empezando o a la izquierda podemos fijar las líneas entre las formaciones indicando 12, 10, 8, 6, 4, 2 y 0 meses de sequía o en dirección inversa, el número de meses lluviosos en el año.

El tercer grupo de líneas rotas representa la combinación entre temperatura y precipitación o sea el factor de la evapotranspiración. Entre las formaciones secas y las formaciones húmedas corre la línea de unidad o sea donde la evapotranspiración potencial es igual a la precipitación. A la izquierda de esta línea de la evapotranspiración potencial excede la precipitación y los ríos están secos durante una parte del año a menos que trai-

gan agua de las formaciones húmedas. En tales formaciones secas, las plantas son de hojas caedizas durante una parte del año, tienen órganos especiales para resistir la pérdida de agua, tienen sus partes vegetativas arriba del suelo reducidas y sus raíces son más extensas, o en sitios muy severos cubren solamente una parte pequeña de la superficie del terreno. A la derecha de la línea de unidad, los ríos corren todo el año, la mayor parte de las plantas son siempre verdes y la vegetación es mucho más exuberante.

Para calcular la evapotranspiración potencial en milímetros de agua en un sitio, se multiplica el valor de la biotemperatura media mensual en grados centígrados por el factor 58.93. Para calcular la rata de evapotranspiración potencial se divide la evapotranspiración en milímetros por la precipitación media anual en milímetros.

Entre los límites de dos líneas de ratas de evapotranspiración potencial están alineadas las formaciones húmedas o las muy húmedas o las secas. Donde las temperaturas son altas hay mayor evapotranspiración de agua en comparación con los sitios fríos. Así, 2000 a 4000 mm. de precipitación se necesitan en los trópicos para formar una condición húmeda, a la vez que 125 a 250 mm. de precipitación dan la misma condición de humedad en la zona frígida.

Debido a esta misma relación, las líneas que forman hexágonos, o sean los límites de las formaciones, no coinciden con los límites fijados de temperatura, precipitación, y rata de evapotranspiración potencial. Por ejemplo, entre las formaciones húmedas y muy húmedas de la región templada fría, una precipitación de 1000 mm. marca el centro de la línea de división. Con las temperaturas más bajas hacia la línea de 6°C . se necesita menos lluvia de los 1000 mm. para llegar al cambio de húmeda a muy húmeda, mientras en áreas más calientes más de 1000 mm. son necesarios para llevar a cabo el cambio entre formaciones.

Con sólo dos valores, o sea los de temperatura y precipitación, colocados logarítmicamente en el bosquejo, se determina un solo punto que cae dentro de una de las formaciones. Conociendo la elevación, podemos saber en cuál región y en cuál faja altitudinal cae el punto y podemos leer el nombre de la formación directamente. Por ejemplo, los datos de la Ciudad de México la colocan en bosque seco. Sabiendo que hay escarchas, nos indica que no es subtropical y como la ciudad tiene una elevación de más de 2000 metros no puede ser en la zona templada. Así es montano bajo de la región tropical.

Si el punto cae en uno de los triángulos que circunscriben cada esquema de los hexágonos, entonces la vegetación será una vegetación de transición. Cada triángulo difiere en un factor de la formación verdadera, lo cual causa la iniciación de la transición.

Contando todas las formaciones basales y las en fajas altitudinales para cada región da un número de 100 formaciones en nuestra planeta. También, sería factible extender el bosquejo en cualquier dirección para incluir climas muy especiales en nuestro mundo o para los que encontraremos en las otras planetas como Marte o Venus.

El valor mayor de tal bosquejo consiste en la facilidad de comparar dos puntos bien aislados como lo son continentes distintos. Eso desde el punto de vista climático. Mu-

chas veces, la vegetación en dos puntos iguales puede ser bien distinta. Enseguida, uno puede empezar a buscar la condición edáfica o atmosférica que causa la diferencia. Aquí reside la segunda ventaja del bosquejo de formaciones. Sabiendo lo que debemos encontrar y encontrando una vegetación distinta, podemos averiguar que hay una diferencia debida al suelo o a variaciones atmosféricas. La diferencia nos indica lo que debemos buscar. Por ejemplo, altas concentraciones de sales en el suelo, piedra calcárea o arena dan como resultado una vegetación más xerofítica en carácter y un alto nivel de agua en el suelo produce una vegetación más mesofítica. También cuando dos puntos en un país caen en hexágonos que no son contiguos, el bosquejo indica que hay otras formaciones en el terreno entre los dos sitios. En esta parte no hemos considerado diferencias en estructura debido a las actividades del hombre ni a ellas de las fases de la sucesión natural.

Bibliografía

Holdridge, L. R. (1947). Determination of World Plant Formation from Simple Climatic Data. *Science*, Vol. 105, N° 2727, pp. 367-368.

_____ (1959). Simple Method for Determining Potential Evapotranspiration from Temperature Data. *Science*, Vol. 130, N° 3375, p. 572.

_____, and Terrell L. Noffsinger (1960). Correspondence on Evapotranspiration. *Science*, Vol. 131, N° 3408, pp. 1260-1262.

