

Capítulo **5**

**Aspectos Ecológicos del Manejo
de la Tierra**

GRUPO DE TRABAJO:

BOYD R. STRAIN, Presidente
JEAN LANG, Secretaria
ARTURO GÓMEZ-POMPA
LARRY D. HARRIS
S. BLAIR HUTCHISON
HAROLD JORGENSEN
STEPHEN STEPHENSON
CAROL G. WELLS

5.A. HALLAZGOS PRINCIPALES

1. Muchos casos de degradación ambiental pueden relacionarse con prácticas deficientes del manejo de la tierra. La responsabilidad principal de esto corresponde a las autoridades responsables de quienes con demasiada frecuencia, no consideran todo el alcance de los efectos de las actividades humanas sobre la integridad de ecosistemas naturales.

Conclusión. Es muy urgente e importante considerar los factores ecológicos antes de tomar decisiones sobre el manejo de la tierra.

RECOMENDACIONES. Recomendamos que todas las futuras acciones relacionadas con el manejo de la tierra sean precedidas por un planeamiento integrado del uso de la tierra, incluyendo una consideración interdisciplinaria de factores físicos, biológicos y humanos (sociales y económicos).

Recomendamos que se busquen maneras dentro de la estructura política y económica de cada nación para incorporar los conocimientos ecológicos al planeamiento y a las acciones que se tomen sobre el uso de la tierra.

2. Hemos heredado de nuestros antepasados las formas actuales del uso de la tierra. Mediante la modificación de estos métodos se ha incrementado la productividad de alimentos pero, al mismo tiempo, se han causado extensos daños al ambiente. Ya es tiempo de volver a evaluar nuestras prácticas actuales del uso de la tierra.

Conclusiones. El uso de la tierra en una región habrá de equilibrarse entre ecosistemas intensamente manejados, moderadamente manejados y silvestres, a fin de asegurar la preservación de recursos y el uso más eficiente de la tierra.

Las tradiciones culturales de los pueblos nativos y su impacto en los ecosistemas no debería perderse de vista en los programas de planeamiento o colonización.

RECOMENDACIONES. Recomendamos el desarrollo y la implementación de métodos innovadores del uso de la tierra, con el uso múltiple de los bosques y la agricultura en sistemas cerrados intensivos.

Se recomienda que se evalúen las formas antiguas del uso de la tierra tales como la agricultura nómada de roza-tumba-y

quema, y que se apliquen sus aspectos positivos en los programas actuales de manejo de la tierra.

3. Bajo el creciente aumento de la utilización de los ecosistemas naturales en muchas zonas antes subdesarrolladas del mundo, éstos están desapareciendo rápidamente. Los ecólogos todavía tienen poca información sobre muchos de estos ecosistemas.

RECOMENDACIONES. Recomendamos cooperación internacional para aumentar el conocimiento de los patrones de recuperación y sucesión de los sistemas bajo uso por el hombre, en particular de aquellos sistemas que no son adecuados para un manejo intensivo.

Se recomienda la preservación de ecosistemas que están desapareciendo rápidamente y que son fuentes de diversidad genética así como de información vital para una comprensión de los procesos que ocurren en los ecosistemas.

4. El crecimiento de la población humana está forzando la colonización y el uso intensivo de tierras relativamente subdesarrolladas como selvas tropicales, desiertos y pastizales de zonas semiáridas. El uso agrícola intensivo de estos ecosistemas requiere un sistema extenso de apoyo (irrigación, fertilizantes, pesticidas, etc.), que pueden ser caros económica y ecológicamente.

Conclusiones. En los programas de colonización de algunas regiones existen grandes riesgos por la degradación de ecosistemas. Por ello, los programas de desarrollo regional deberán considerar cuidadosamente todos los usos alternativos de la tierra y tomar en cuenta los costos y beneficios ecológicos de cada uno.

A menos que se ponga finalmente bajo control el crecimiento explosivo de la población humana, parece inevitable la degradación ambiental global.

5.B. INTRODUCCION

La tierra puede ser dividida en sistemas ecológicos distintos, cada uno de los cuales está poblado por una serie característica de organismos.¹ Desde los tiempos prehistóricos estos sistemas vienen siendo modificados por el hombre. Pero en épocas recientes, el uso de la tierra por el hombre ha aumentado en in-

tensidad. Con el aumento de población del globo terrestre, se están poblando tierras menos deseables y la modificación de los sistemas naturales se ha incrementado de manera notable.

Aunque ningún individuo razonable intenta destruir su propio ambiente o la fuente de su vida, colectivamente el hombre ha perturbado bastante los sistemas ecológicos naturales de los cuales él es una parte.

Una gran porción de la perturbación ambiental observada puede relacionarse con el mal uso de la tierra. Los planes a corto plazo para el uso de ésta pueden ofrecer soluciones a los problemas inmediatos de una población creciente y de sus demandas de más espacio, alimentos, empleos y recursos, pero los gastos a largo plazo pueden ser altos si ocurre una excesiva degradación ambiental.

La degradación ambiental se define como un cambio regresivo en la calidad de la tierra, que la hace menos capaz de satisfacer las necesidades del hombre con respecto a alimentos, fibras, espacio vital, recreo y recursos minerales. Este cambio puede perturbar la economía global tanto como la regional si prosigue hasta el punto de disminuir la productividad en una extensa área terrestre. Incluso países no directamente afectados por catástrofes ecológicas, como inundaciones y enfermedades contagiosas, las cuales a menudo ocurren en áreas densamente pobladas, se encuentran involucrados por razones humanitarias. Muchos de estos acontecimientos desafortunados, podrían ser evitados si se comprendieran los principios ecológicos y se aplicaran rigurosamente en el manejo de la tierra.

Además, cada día se ha hecho más evidente la necesidad así como la dependencia del hombre en los ecosistemas intactos y estables. Por consiguiente, para tener la seguridad de que no vayamos a eliminar especies naturales y debilitemos la resistencia de estos sistemas, o perdamos especies que pueden proporcionar características que todavía no se ha determinado si son deseables, es importante que conservemos muestras representativas de los ecosistemas mundiales. Esta preservación ambiental, con el mantenimiento de la calidad ambiental existente, supone que las necesidades del hombre se satisfacen mejor mediante las condiciones prevaletentes.

Hay pocas dudas de que el hombre está influyendo en el ecosistema global. Nuestros efluentes están llegando a la atmósfera superior y a las profundidades del océano. Poblaciones hu-

manas en número creciente están penetrando en los trópicos, los desiertos y la tundra. Como somos parte del ecosistema global y como nuestras actividades a menudo causan cambios ambientales regionales y quizá incluso globales, hay poca duda de que el mundo tiene una necesidad inmediata de disponer de esquemas de manejo de la tierra basados en consideraciones ecológicas y económicas. El ajuste de los usos de la tierra con las capacidades y limitaciones naturales de cada área para absorber los efectos del hombre es esencial en las decisiones futuras del manejo de la tierra.^{2,3}

Ya se han iniciado muchos programas recomendados por varios organismos, incluyendo a las Naciones Unidas, para el desarrollo y conservación de recursos naturales. Sin embargo, una revisión de los programas de la O.N.U.⁴ revela que la mayoría de ellos tienen una predisposición definida hacia el manejo o desarrollo de un solo factor. Por ejemplo, la Comisión Económica para Asia y el Lejano Oriente maneja por separado sus programas para recursos minerales, recursos acuáticos, energía y utilización industrial de recursos naturales. Análogamente, la Comisión Económica para Latinoamérica tiene programas distintos para recursos acuáticos, energía y petróleo. Incluso el amplio programa de la FAO [Food and Agricultural Organization (Organización de la Alimentación y la Agricultura)] está organizado para la apreciación objetiva y desarrollo individuales (por ejemplo, suelo, agua, tierra, selvas, vida silvestre, industria). Sugerimos que el desarrollo debe provenir de la filosofía de utilizar la tierra como un sistema, y que el principal objetivo del uso de la tierra debe ser la preservación o mejoramiento del medio ambiente del género humano.

El informe siguiente describe un enfoque ecológico para el manejo de la tierra y presenta un análisis de problemas escogidos respecto a la utilización de ésta, y concluye con el estudio de un ejemplo concreto relacionado con los cambios de política, basados ecológicamente, en el Servicio Forestal de los Estados Unidos.

5.C. PRINCIPIOS ECOLOGICOS Y PROGRAMAS PARA EL MANEJO DE LA TIERRA

Todo plan satisfactorio para el manejo de una determinada área terrestre ha de ir precedido por una caracterización del

ecosistema involucrado, un estudio de todas las posibles alternativas en el manejo y un análisis del impacto probable del plan sobre el ambiente.

Caracterización del ecosistema

Un buen plan del manejo integrado de la tierra debe empezar con un análisis amplio del ecosistema involucrado. Un informe acerca de los recursos, que sólo describa características del suelo, minerales, terreno, demografía, plantas o animales, es insuficiente. En vez de ello, estos informes han de ser amplios: la comprensión del flujo de energía, ciclo de nutrientes, dinámica de las poblaciones y otras relaciones entre las especies, es crucial para poder manejar con éxito la tierra.^{2,3} Por ejemplo, con frecuencia es necesario conocer el ciclo de reproducción de plantas clave para el manejo satisfactorio de terrenos de pastoreo.^{5, 6, 7} Si ciertas plantas del pastizal son comidas antes que se reproduzcan, la regeneración podría no tener éxito y la especie deseada podría ser reemplazada por otra menos apetecible⁸ (véase el Cap. 4). Esencialmente, el objetivo final de un estudio de ecosistemas habrá de ser el de predecir la respuesta del sistema, no simplemente describirlo. Un procedimiento valioso para efectuar un estudio podría ser el siguiente:

1. Definir y delimitar los recursos físicos y biológicos que se encuentran en el área considerada para su rehabilitación o desarrollo.
2. Analizar y comprender los factores que controlan la distribución del ecosistema.
3. Disponer la información recogida de modo que pueda establecerse la respuesta del sistema a cambios tanto naturales como hechos por el hombre. A causa de los factores físicos y biológicos que intervienen en estos sistemas y de sus interacciones extremadamente complejas, los ecólogos están ahora confiando mucho en análisis matemáticos de los sistemas y en técnicas de computación para efectuar este trabajo.^{9, 2}

Posibilidades alternativas de manejo

El segundo paso en el planeamiento integrado del manejo de la tierra es considerar propuestas alternativas para el uso de ésta. Estas alternativas dependen de factores históricos y cul-

turales de la región, al igual de que sus recursos naturales y rasgos climatológicos.

La primera consideración es la determinación de cuál es el objetivo principal del manejo (por ejemplo, preservación, pastoreo, irrigación) de cada una de las diversas regiones del área de tierra estudiada.

Lo segundo es considerar productos alternativos así como usos alternativos de productos que podrían ser obtenidos de la tierra, dependiendo de la manera en que se maneje.

Análisis del impacto ambiental

Para conocer una área de tierra lo suficientemente bien con el objeto de poder efectuar un análisis del impacto ambiental, los ecólogos necesitan información específica acerca de cómo funciona el sistema. Por consiguiente, se deben analizar parámetros tanto físicos como biológicos antes de hacer cualquier cambio en el sistema.

Entonces, se habrán de hacer los cambios gradualmente y con un monitoreo adecuado de las respuestas del sistema. Los factores que habrán de medirse incluyen:

1. Mediciones indirectas tales como los factores físicos asociados con cambios biológicos.

2. Mediciones directas, como tasas de crecimiento de organismos, cambios en las densidades de población y relación de la estación con acontecimientos de la historia vital (por ejemplo, reproducción, hibernación, periodo de crecimiento). Estos son indicadores exactos de las condiciones ambientales en un ecosistema. A causa de las variaciones de clima de un año a otro, todo el monitoreo ha de estar destinado a asegurarse de que las medidas de las respuestas del sistema están relacionadas con los procedimientos del manejo.⁸

Un estudio detallado de costos y beneficios ecológicos de actividades propuestas habrá de preceder a todo cambio en el uso de la tierra. Un equipo interdisciplinario deberá llevar a cabo este estudio y preparar una evaluación del impacto ambiental. Se ha propuesto un procedimiento que podría resultar útil para ayudar a administrar la ley de Política Ambiental de los Estados Unidos, de 1969.¹⁰ Estos estudios habrán de incrementar el éxito de nuestros programas de manejo de la tierra.

R. M. Moore⁸ ha publicado un análisis excelente del manejo de la tierra y de los factores que han de considerarse en el manejo de ecosistemas naturales. Su recomendación de que se establezcan grupos nacionales cuyo personal esté constituido por ecólogos preparados que sean responsables de ver que a los pastizales se les conserve por su importancia como tierras de pastoreo, como zonas de recreo, así como por su valor estético. Este proyecto debe desarrollarse para todos los ecosistemas y merece el apoyo de todos los países.

5.D. ESTUDIOS DE EJEMPLOS SELECCIONADOS DE USO DE LA TIERRA

En las secciones siguientes se examinan algunos aspectos ecológicos del uso de la tierra en cuatro de los ecosistemas principales del globo terrestre. Juntos, estos tipos de ecosistemas constituyen más de la tercera parte de la superficie de la tierra de aquí.¹

Las discusiones aquí no son ni amplias ni originales, pero llevan a cabo una revisión de aspectos seleccionados sobre el uso de la tierra en ambientes diversos y pretenden esclarecer la relación entre la teoría ecológica y el manejo práctico de la tierra.

Para quienes deseen proseguir con el tema de la introducción ecológica en el planeamiento del manejo de la tierra, recomendamos un libro de texto de Kenneth Watt² y un libro editado por George Van Dyne.³

D.1. Selvas tropicales de baja altitud

En las regiones tropicales de baja altitud del mundo, en donde no son factores limitantes ni la precipitación de lluvia ni el suelo, hallamos una gran variedad de comunidades arbóreas, que varían desde selvas bajas con árboles espinosos, de menos de 10 m de altura, hasta selvas altas siempre verdes con árboles que crecen hasta más de 40 m de altura.

El hombre se ha establecido desde tiempos antiguos en estos variados ecosistemas tropicales, y ha desempeñado un papel importante en su evolución. Muchas civilizaciones antiguas bien conocidas vivieron en estos ecosistemas y muchos grupos primitivos viven todavía en estas comunidades. El impacto eco-

lógico de las culturas antiguas así como el de estos grupos primitivos fue relativamente pequeño, pero el impacto del hombre sobre los ecosistemas tropicales se ha hecho mayor en tiempos recientes.

A medida que han aumentado las poblaciones de las tierras altas templadas y que ha disminuido la tierra disponible para la agricultura, las selvas tropicales de zonas de baja altitud se han ido convirtiendo en áreas importantes de colonización en muchos países. La creciente población en la zona de selvas de baja altitud ha creado una serie completa de nuevos problemas sobre manejo de la tierra. La constante amenaza de enfermedad es una muestra típica de los problemas a que han de hacer frente los colonizadores de las selvas tropicales.

Los planes de desarrollo agrícola cuidadosamente elaborados pueden fallar si antes no se ha hecho una evaluación de los riesgos para la salud. Por ejemplo, en 1954-1955, los colonos de Okinawa fueron los pioneros de una nueva colonia en las selvas altas del este de Bolivia. Esta colonización cuidadosamente planeada fue apoyada por el gobierno boliviano, así como por las Naciones Unidas y por el programa de ayuda exterior de los Estados Unidos. Poco después de llegar los colonos, la comunidad empezó a sufrir una epidemia de una enfermedad prolongada y grave y de ello resultaron varias muertes. Este brote de "fiebre de la selva" fue tan serio que el intento de colonización fue abandonado.^{11, 12}

La demanda de nueva tierra

En gran parte de la región andina y en muchas áreas de tierras altas de América Central, centenares de miles de personas están bajando las colinas para ir a las áreas más húmedas y menos pobladas de la "tierra caliente", siendo esta una de las migraciones modernas más notables. Este movimiento está convirtiendo selvas densas en campos de cultivo y pastizales a un ritmo sin paralelo.

El grado del proceso de colonización en unos cuantos países y los requerimientos de nueva tierra para acomodarse a las necesidades presentes dan una idea de la magnitud del problema (véase la Tabla 5.1).

En conjunto alrededor de 200 000 nuevos granjeros colonizadores están aspirando a ganarse la vida en las tierras bajas tropicales de estos países. Si se incluyen sus familias, más de

TABLA 5.1. TENDENCIAS EN LA CIVILIZACION DE LAS TIERRAS DE BAJA ALTITUD EN ALGUNOS PAISES LATINOAMERICANOS. LOS NUMEROS EN PARENTESIS INDICAN LAS REFERENCIAS DE LAS CUALES SE TOMARON LAS CIFRAS

| Colonos en la actualidad* | Colombia (13) | Ecuador (14) | Perú (15) | Bolivia (16) | Costa Rica (17) |
|----------------------------------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|
| | 80 000-100 000 | 20 000 | 25 000-30 000 | 40 000 | 30 000 |
| Granjas necesarias para nuevos colonizadores | 250 000 | 100 000 | 225 000 | 110 000 | No disponible |

* Con exclusión de colonizaciones coloniales y de subsistencia.

un millón de personas están involucradas en el proceso de colonización de tierras tropicales y no hay duda de que ello continuará. Precisamente ahora, es necesaria una gran cantidad de zonas de colonización para garantizar el empleo y los ingresos de la población rural en casi todos los países de Latinoamérica.

Objetivos de la colonización

En Latinoamérica se han gastado enormes sumas en estudios de proyectos propuestos de colonización, pero se ha invertido muy poco en estimaciones de lo que se ha ganado o perdido como resultado de ello. El Banco Interamericano para el Desarrollo (BID) recientemente evaluó las consecuencias sociales y económicas de proyectos de colonización escogidos. Entre ellos figuran proyectos dirigidos parcial y totalmente por gobiernos, algunas áreas de colonización espontánea y desarrollo de tierras particulares. La finalidad de la evaluación era establecer normas de operación para los países miembros que solicitaran préstamos para proyectos de colonización de tierra.

El informe del BID descubrió varios objetivos amplios, los cuales, en una combinación lógica, podrían servir como base para los programas gubernamentales encaminados a colonizar y desarrollar tierras vírgenes en áreas tropicales húmedas: creando oportunidades de empleo que estimularían la estabilidad social o política; generando nuevas actividades económicas viables para elevar el ingreso per capita; conservando recursos a través de un desarrollo planeado y ordenado; estimulando un

por debajo de una altitud de 500 m y tienen precipitación pluvial de más de 1 000 mm por año. Los recursos de la tierra incluyen selvas extensas, sabanas, vida silvestre y reservas de agua.

Con base en los mapas del suelo disponibles y en varias observaciones, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas ha hecho una estimación de la capacidad de tierra de los trópicos húmedos de Latinoamérica. No se dispone de datos satisfactorios en relación a las áreas de cada tipo de suelo que se explota en la actualidad, ni tampoco de la extensión de tierra inadecuada para ser usada por el hombre. Sin embargo, la FAO estimó que, para seis de los principales países tropicales de Sudamérica (Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela), hay aproximadamente 340 millones de hectáreas de tierra laborable no usada, o sea, 5 veces el área de tierra que se está explotando actualmente en estos países.¹⁹ Casi toda esta tierra está en los trópicos húmedos.

Tipos de uso de la tierra

Los usos económicos de las selvas altas pueden dividirse en dos grupos principales: los que implican una destrucción radical del sistema natural y los que no lo hacen (véase la Fig. 5.2).

Los usos no destructivos se han practicado principalmente en áreas en las cuales los habitantes son cazadores y recolectores. Pero, incluso en sociedades avanzadas, el uso no destructivo continúa con la tala selectiva de árboles valiosos o la recolección de sus productos. El látex producido por la balata, y el caucho se explotan bajo condiciones naturales;²⁰ los rizomas de barbasco (*Dioscorea composita*) se recogen de una planta silvestre para obtener hormonas esteroides y unas cuantas cosechas como la vainilla y el café se cultivan en algunas áreas sin aparente destrucción del ecosistema; la caoba, el cedro rojo, la primavera y el palo de rosa, son unos cuantos de los árboles que se cortan selectivamente por su madera. Estas prácticas no destructivas se aplican en muchas selvas altas tropicales de América, Asia y Africa y permiten que la regeneración natural siga a la tala limitada de los bosques maderables.^{21, 22}

Por otra parte, los usos de la tierra que tienden a destruir los ecosistemas naturales son la agricultura, la explotación forestal intensiva, el pastoreo y el desarrollo urbano. Los dos pri-

USO DE LA TIERRA EN LOS TROPICOS HUMEDOS

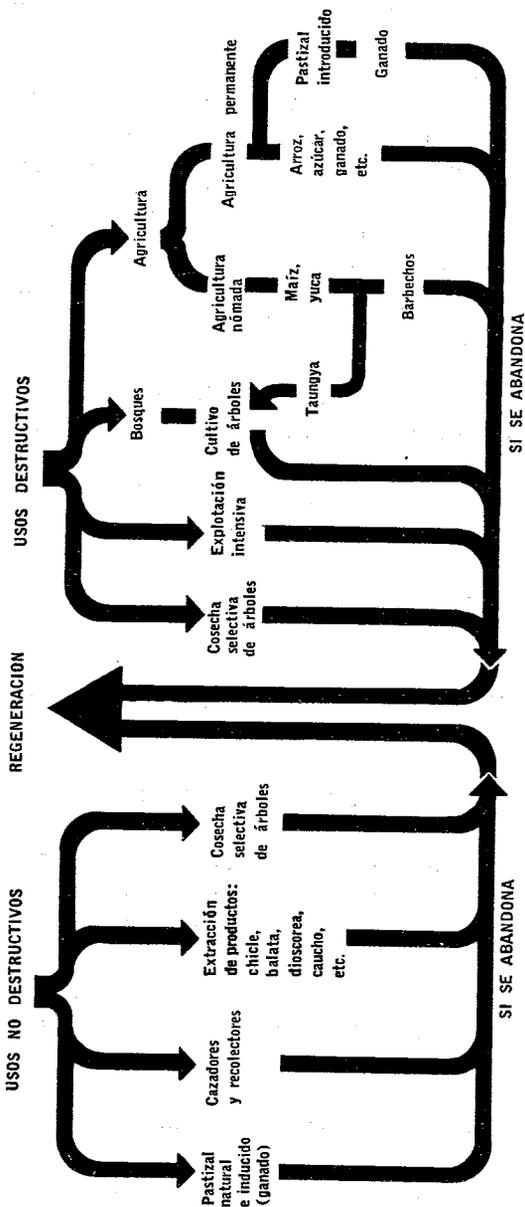
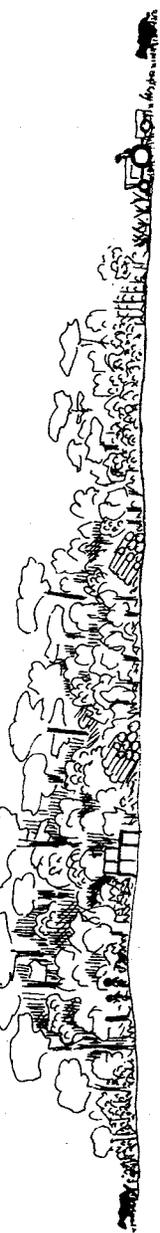


Fig. 5.2. Usos de la tierra en las selvas tropicales de Latinoamérica

meros son probablemente los usos más importantes de la tierra en las áreas de selvas tropicales.

La mayoría de las áreas forestales tropicales del mundo están sujetas a una agricultura de roza-tumba-quema.^{23, 24, 25, 26} Este sistema consiste en cortar los árboles y arbustos al final de la estación seca, dejarlos secar durante diez días o más y luego quemarlos. Después de quemarlos, hay un aumento importante de nutrientes en el suelo, en particular de fósforo, potasio, calcio y magnesio.²³ El suelo enriquecido se prepara entonces para sembrar maíz, frijol, yuca y otros cultivos que dan rendimientos muy altos en las primeras cosechas.²⁶ Con la recolección de la primera cosecha, el suelo se "limpia" y se re- siembra nuevamente. Según Beirmaert, durante el primer año o los dos primeros después de limpiada la selva, aproximadamente se oxidan por hectárea y por mes una tonelada de humus y cinco toneladas de raíces viejas.²³ Después de un periodo de unos tres o cuatro años, la tierra se abandona a causa de bajos rendimientos, aumento de malas hierbas y agotamiento de los nutrientes del suelo.

La tierra abandonada se deja recuperar y durante este periodo de descanso comienza la regeneración de la selva. Los suelos vuelven a su estado original²⁷ y la vegetación sigue una pauta definida de sucesión^{28, 29} que finalmente conduce a una selva nueva.

Aunque la agricultura nómada ha sido el tipo más importante del uso de la tierra en las tierras bajas tropicales, hay otros sistemas con un tipo de agricultura más permanente. Estos sistemas se encuentran en los mejores suelos tropicales, como los suelos de aluvión y varios suelos de "Ando" de origen volcánico. Por ejemplo, cosechas de ciertos frutos o productos de los árboles, como cacao, café, caucho, quina, té y muchos frutales tropicales son permanentes. Desafortunadamente, éstos no son cultivos de alimentos básicos y la demanda de ellos es relativamente limitada.

Los cultivos agrícolas permanentes de mayor importancia son la caña de azúcar y el arroz. Los pastizales tropicales también son permanentes y constituyen áreas importantes para la cría de ganado, los cuales originalmente se formaron desforestando y se han mantenido luego por medio del pastoreo.

Otro uso de tierras tropicales es la explotación forestal, aunque ésta varía de manera notable en los distintos continentes.

No hay métodos generales disponibles para la reforestación de las selvas en los países tropicales y, en la mayoría de los casos, no se hacen esfuerzos para solucionar esto. En la actualidad la técnica más elaborada en la explotación forestal tropical es cultivar un número limitado de tipos de árboles, por ejemplo, la teca, el pino o el cedro rojo como cosecha única para su aprovechamiento.

Otra práctica es cortar los árboles y arbustos de la selva y utilizarlos para producir un tipo especial de madera comprimida y luego abandonar el área, con el objeto de que vuelva a su estado natural.

Un tipo especial de cultivo forestal conocido como "Taungya" ha sido adoptado por varios países tropicales. Este método consiste en mezclar las cosechas de alimentos comunes de la agricultura nómada con una plantación forestal. Cuando la tierra es abandonada después de la cosecha, se establece una selva con los árboles plantados y al cabo de cierto tiempo se talan. La forma más común de explotación de la selva tropical ha sido sacar los árboles de valor especial³⁰ y dejar la selva con reservas suficientes, con la esperanza de regenerar las especies tomadas de ella.

Problemas del uso de las tierras tropicales y algunas recomendaciones

1. Mantener un equilibrio de los usos de la tierra en regiones tropicales. Hay gran necesidad de planear ecológicamente el uso de aquélla en los trópicos. La heterogeneidad de la mayoría de las regiones tropicales ya se ha demostrado,^{31, 32, 33, 34} y es obvio que no todos los suelos son igualmente adecuados para el mismo uso. El cultivo de las tierras para agricultura y ganadería se planea en general para satisfacer las necesidades locales, el mercado, los costos de transporte, la demanda, etc. pero, para lograr una economía estable a largo plazo hay que tener en cuenta también factores como la conservación de recursos y la estabilidad de la tierra. Un equilibrio del uso de la tierra para cada región ecológica, incluyendo la preservación de algunas áreas naturales, asegurará el uso óptimo y la conservación de recursos.

2. Manejo de la regeneración de selvas de regiones húmedas tropicales. Hay pruebas de que la sucesión en áreas tropicales puede orientarse con el objeto de lograr un aumento en

su velocidad de regeneración y su diversidad.^{28, 35} Pero es necesario realizar más investigaciones sobre los factores que afectan la rapidez y la trayectoria de la regeneración de la selva tropical,³⁶ en especial, los patrones generales de sucesión que han evolucionado durante cientos de años de agricultura nómada.

También se necesita información acerca de la velocidad de recuperación de diversos tipos de suelos en diferentes climas tropicales a fin de mejorar la eficiencia de los sistemas naturales y artificiales de la sucesión. La mayoría de los suelos tropicales dependen de un equilibrio delicado con las plantas que viven en ellos, puesto que son éstas el depósito de reserva primario de los elementos nutritivos.³⁷ Mediante la descomposición de hojas y ramas, los elementos mencionados están siendo continuamente liberados al suelo formando parte de un proceso cíclico. Sin embargo, si se elimina la selva, el ciclo natural se perturba. Se destruye la vegetación original y la materia orgánica del suelo, que se descompone bajo la acción de altas temperaturas y humedad, ya no se reemplaza. Como resultado, los nutrientes liberados por la descomposición son lixiviados rápidamente del suelo y disminuye su fertilidad.

3. Optimizar la agricultura de roza-tumba y quema bajo la presión de la población. Este tipo de agricultura merece atención especial en el futuro próximo. Es un sistema que ha existido desde los tiempos antiguos y que ha sido efectivo en la conservación del suelo y otros recursos. La capacidad agrícola de regiones que usan este sistema evidentemente no se ha destruido, aun por largos periodos de tiempo. Es un sistema muy avanzado desde el punto de vista de la ecología empírica y, según algunos expertos, es el mejor que podría haberse diseñado.²⁸

Sugerimos que se enfoque la investigación sobre la respuesta del suelo a prácticas agrícolas nómadas intensivas. Existe un alto riesgo de daño al suelo, a largo plazo, si los periodos de barbecho (descanso del suelo) se acortan demasiado en la agricultura nómada.³⁸ Esto está ocurriendo en muchas áreas tropicales del mundo, en donde el tiempo que normalmente se dejaba para la regeneración ecológica y la recuperación del suelo ha sido acortado por las demandas de tierra por la población.

4. Preservar áreas de ecosistemas selváticos tropicales. Bajo las presiones de colonización de tierras vírgenes, se ha

acelerado rápidamente la destrucción de las selvas tropicales. En contraste la acumulación de conocimientos acerca de estos ecosistemas naturales ha sido muy lenta. La selva alta siempre verde, de las tierras bajas tropicales, es el ecosistema terrestre más productivo³⁹ y hay una gran necesidad de comprender cómo funciona este sistema. Pero, la oportunidad para estudiar los ecosistemas tropicales del mundo está desapareciendo rápidamente. No sólo son pocos los científicos que estudian estas selvas, sino que también cada vez hay menos selvas que estudiar. Por estas razones, los países tropicales deberán preservar parte de sus ecosistemas selváticos naturales.

5. Hacer uso de los ecosistemas tropicales altamente productivos. La demanda creciente de mayor producción de alimentos ha significado aumento de las áreas de cultivo de la tierra y la subsiguiente perturbación de muchos ecosistemas naturales. Sin embargo, forzar el ambiente en un ecosistema monoespecífico para la agricultura conduce a la pérdida de diversidad y al deterioro general del sistema (véase el capítulo anterior). A la luz de los progresos tecnológicos, es tiempo de considerar algunos nuevos métodos menos tradicionales para utilizar las inmensamente productivas selvas tropicales.

Deberá hacerse un esfuerzo para usar los productos de las selvas tropicales de manera más completa. Ya se han hecho varios intentos para explotar los bosques templados de esta manera: se han utilizado residuos de madera para alimentación de ganado⁴⁰ y también se han convertido en proteínas mediante el uso de levaduras.⁴¹

Uno de los enfoques más interesantes ha sido la sacarificación de la madera, un proceso por el cual toda clase de materiales vegetales se convierten en azúcares y otros derivados.^{42, 43} Como la celulosa es el más abundante de todos los productos fotosintéticos, la conversión de este material vegetal en azúcares digeribles podría resultar en una valiosa fuente de alimentos para el hombre. Los ecosistemas de la selva tropical producen, entre otras cosas, madera, pulpa, resinas y modificadores del suelo.³⁰ Hesse⁴⁴ ha dicho:

“Una solución a la explotación de las selvas siempre verdes mixtas es el uso múltiple. Con una amplia variedad de propiedades de la madera representada entre las especies, la manufactura de muy diversos productos haría más eficiente el uso de la selva”.

Las selvas tropicales con sus especies valiosas diseminadas en una flora diversa parecen particularmente adecuadas para el método del uso múltiple, tanto desde el punto de vista económico como del biológico.

Otra alternativa "no tradicional" es un sistema hidropónico que aumenta la producción intensiva de alimentos en un sistema cerrado en una área limitada, en vez del sistema abierto convencional en una área extensa. Aunque bajo ciertas condiciones este método podría enriquecer con nutrientes los ríos de una área dada o bien tener otros inconvenientes, tiene la ventaja de concentrar la producción agrícola en la mejor tierra, lo que la hace menos propensa a la erosión. Los métodos de cultivo intensivo de la tierra en sistemas cerrados podrían también liberar a las tierras marginales de producción agrícola y dejarlas disponibles para reforestación y recreo.

Conclusión. Hemos heredado nuestras prácticas agrícolas de nuestros remotos antecesores; y a pesar de los avances tecnológicos que han aumentado la productividad, no hemos cambiado apreciablemente estas prácticas. Las consecuencias del mantenimiento de métodos tradicionales del uso de la tierra frente a las presiones crecientes de población se reflejan en la degradación de nuestro ambiente.

D.2. La sabana tropical

Las sabanas son pastizales tropicales o subtropicales escasamente poblados con árboles y arbustos resistentes a la sequía. Son abundantes en México, América Central y Sudamérica, África y Australia (véase la Fig. 5.3).

La precipitación, en lugar de la temperatura, determina las estaciones en estas regiones tropicales. Según el área, estos patrones de precipitación pueden variar desde una sequía de 30 cm por año hasta un total anual de 250 cm, con pocos periodos secos.⁴⁵ Aunque algunas áreas con alta precipitación se usan para cultivos agrícolas, el recurso esencial de la sabana es su adaptación para el pastoreo de grandes herbívoros.^{46, 47} Varios países africanos han desarrollado industrias de turismo muy provechosas a base de la diversidad de animales nativos que se encuentran en la sabana. El turismo, sólo en Kenya, aportó alrededor de 42 millones de dólares en 1966.⁴⁸

Establecer ranchos con estos grandes animales silvestres sería una industria potencial atractiva en una región como la



FIG. 5.3. Distribución de la sabana tropical

FUENTE: Tomado de Kuchler, A. W., 1960.

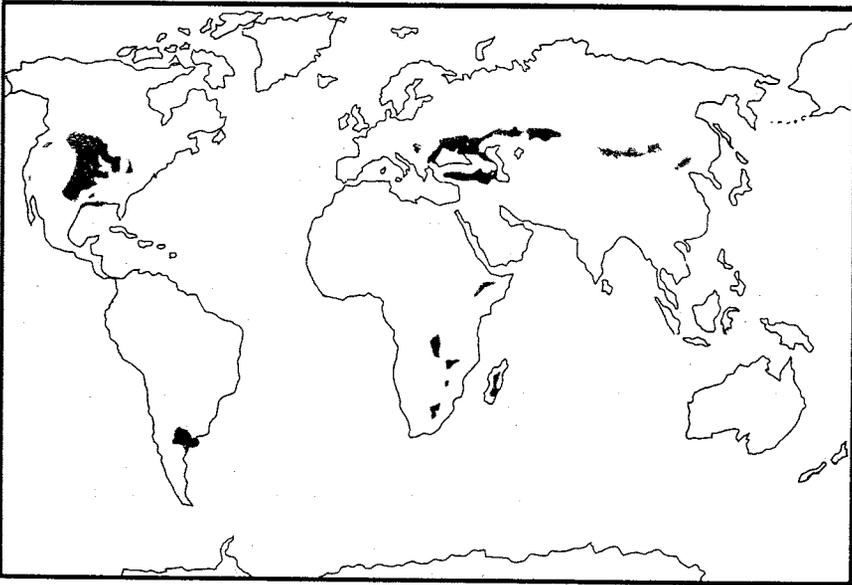


FIG. 5.4. Distribución de pastizales templados

FUENTE: Tomado de Kuchler, A. W., 1960.

sabana, la cual podría proveer suplementos de proteínas a poblaciones nativas.^{49, 50, 51, 52} Otro recurso de gran valor en la vida silvestre de la sabana es su gran variabilidad fisiológica. Por ejemplo, hay animales de esa región que nunca necesitan beber agua,⁵³ otros que tienen una aptitud notable para obtener forraje y gran capacidad de digestión⁵⁴ y otros más que son casi completamente resistentes a la mayoría de las enfermedades locales. Esta diversidad es importante no sólo para la estabilidad del ecosistema, sino que también es de valor potencial para los programas de cría y domesticación de animales. A juzgar por el éxito de la domesticación de grandes antílopes en Rusia y en Rodesia, la cría de estos herbívoros salvajes es un campo prometedor.⁵⁵

Además de sostener grandes y variadas poblaciones de vida silvestre, la sabana es una área de tierra única que ofrece nuevas perspectivas para la teoría ecológica fundamental.

Problemas del manejo de tierra en la sabana

La falta de agua en la sabana es una limitación importante para el uso de la tierra y probablemente ha influido tanto en el hombre como en los animales que han evolucionado allí.⁵⁶ Sin duda, tiene un gran efecto sobre la distribución de las personas que viven actualmente en las regiones de la sabana. Sin embargo, una amenaza todavía más seria a la productividad sostenida de estos sistemas es el desarrollo de fuentes de agua locales sin considerar los sistemas subyacentes ecológicos, sociales y económicos.⁵⁰ Parte de la degradación más seria del habitat se presenta en torno de zonas dotadas de agua para el ganado, recién establecidas.^{57, 58, 59} Aunque hay pocos datos cuantitativos acerca de la rapidez y el grado de degradación del habitat, es claro que la productividad del pastizal ha disminuido sustancialmente en muchas áreas.^{59, 60, 61, 62, 63} En algunos casos, el pastizal puede estar sobrepastoreado en una proporción de hasta doce veces más,⁶⁴ y se prevén serios problemas a causa de este uso intensivo.⁶⁵

El principal problema de manejo en la sabana es el sobrepastoreo. Mientras las poblaciones humanas y de ganado están creciendo —la población mundial de ganado se ha incrementado

a una velocidad de 2.7% por año⁶⁶— la capacidad de la tierra para satisfacer las demandas subsiguientes está disminuyendo.

Una segunda limitación del hombre para utilizar los ecosistemas de la sabana tropical es el clima. La relación entre la evaporación potencial y la precipitación real es sustancialmente mayor en estas regiones que en las selvas húmedas o bosques templados.⁶⁷ Como consecuencia, el agua de lluvia se evapora rápidamente y las estaciones de cultivo son cortas. Esto significa que se debe almacenar gran cantidad de alimento para los animales, para usarlo durante la estación seca. Las instalaciones para almacenamiento requieren inversiones de capital que rara vez pueden ser hechas por ganaderos que pastorean pequeños rebaños en tierras tribales o nacionales.⁶⁸

Esta corta estación de cultivo afecta también a la vegetación de la sabana. Los pastos que crecen en esta área maduran más rápidamente que los de especies similares en zonas templadas y, por lo general, tienen un contenido más alto en fibras y menor digestibilidad.⁶⁹

El clima de la sabana tiene también una influencia importante en la productividad del ganado. Variedades de ganado de las regiones templadas, que son más productivas, con frecuencia no se crían bien en condiciones tropicales porque requieren pastizales de alta calidad, amplio suministro de agua, almacenamiento adecuado del alimento y mucho cuidado veterinario. Mientras el ganado cebú tropical (*Bos indicus*) se adapta mejor a la región que sus análogos de zona templada, su crecimiento, su tasa de producción de leche y la calidad de su carne son muy bajos.⁷⁰

Otro obstáculo para lograr industrias muy productivas de ganado vacuno en muchas regiones de la sabana son las enfermedades.⁷⁰ Aunque se dispone de medios para controlar todas las enfermedades más graves y los parásitos, los factores económicos frecuentemente no permiten su uso efectivo.

Estas circunstancias han conducido a muchos científicos a preferir la domesticación directa y el pastoreo de herbívoros silvestres como el antílope grande (eland), uno de los antílopes africanos.⁷¹ Sin embargo, es poco probable que estos animales puedan llegar algún día a reemplazar al ganado bovino en grado importante en la industria de producción de carne, aunque finalmente pueden ayudar a la utilización óptima de tierras de pastoreo marginales.⁷¹

Aspectos culturales del manejo de la sabana

Los problemas del uso de la tierra en regiones de sabana tropical están compuestos por la creciente presión de población⁶³ y cambios en la distribución de la misma.⁷² Muchas tierras, antes tribales y familiares, han sido fragmentadas debido a razones políticas o administrativas,^{72, 73} de lo cual resulta la concentración de mucho ganado en una área pequeña. Para empeorar la situación, en estas áreas se han introducido adelantos tecnológicos sin pensar en los sistemas ecológicos, económicos o sociales de las tierras de la sabana.⁷⁴ Tanzania y Kenya son ejemplos específicos de países en donde los conflictos entre los métodos antiguos y nuevos del uso de la tierra han causado problemas.

En estos países hay una estación seca anual bastante severa de junio a octubre. Desde los tiempos primitivos, los habitantes del este de Africa han seguido a sus rebaños de pastizal en pastizal, dependiendo de ellos como "seguros contra el hambre". En estas áreas secas, un animal vivo —por mala que sea su calidad— es una fuente más segura de alimento que las cosechas que dependen de la precipitación.

Infortunadamente, esta manera nómada de vida y su reverencia por el ganado no suelen tenerse en cuenta cuando se llevan a la región avances médicos y tecnológicos. Incluso estos proyectos bien intencionados, como la construcción de una presa artificial o la perforación de un pozo, pueden iniciar un ciclo de deterioro ambiental. Por ejemplo, si los movimientos de ganado se restringen políticamente, aun cuando también se introduzcan servicios veterinarios, así como fuentes de agua localizadas, es seguro que sobrevendrá una degradación del pastizal. La población de ganado crece, pero está confinada a una área pequeña. Los pastos perennes nutritivos y apetecibles sucumben al sobrepastoreo, y el pastizal es invadido por arbustos y malezas indeseables.⁷⁵ El pastizal pisoteado y deteriorado se vuelve menos efectivo para retener la escasa precipitación que recibe,⁸ y la productividad desciende más (véase la Fig. 5.5).

En este punto, el pastor tiene dos alternativas. Puede buscar un nuevo pastizal y mover el ciclo a otro lugar, o puede intentar regenerar el pastizal con fuego. Este es uno de los métodos más económicos para el control de malezas indeseables⁷⁶ y estimula un nuevo crecimiento verde y succulento que constituye un forraje muy adecuado. Desafortunadamente, sin embargo,

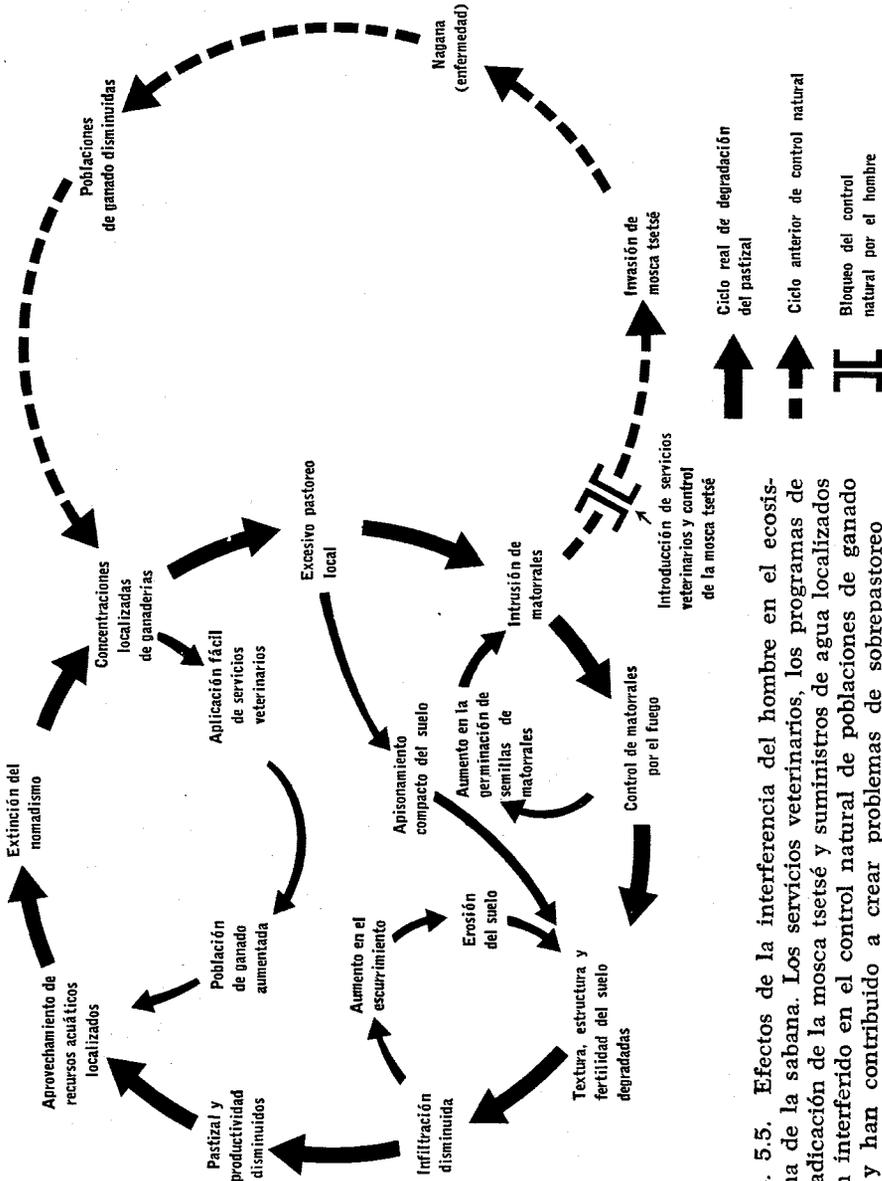


Fig. 5.5. Efectos de la interferencia del hombre en el ecosistema de la sabana. Los servicios veterinarios, los programas de erradicación de la mosca tsetse y suministros de agua localizados han interferido en el control natural de poblaciones de ganado y han contribuido a crear problemas de sobrepastoreo

reduce también el vigor de las plantas y la productividad para el año siguiente,^{77, 78} aumenta la germinación de semillas de especies de arbustos⁷⁹ y expone el suelo del pastizal a mayor desecación y erosión.

En tiempos primitivos había un control natural en el sistema. Cuando el matorral se volvía lo suficientemente denso, hacían su intrusión las moscas tsetse (*Glossina* spp.) y mantenían bajas las densidades del ganado, al transferirles la enfermedad "nagana".^{80, 81} Pero los servicios veterinarios en los pastizales han eliminado este control y completado así el ciclo de degradación.

Conclusión. Si ha de tener éxito el futuro manejo de la sabana tropical, se necesita una comprensión completa de la limitación ecológica y de los potenciales de la tierra, al igual que una apreciación de las tradiciones culturales de los habitantes de las sabanas.

D.3. Pastizales templados

Desde el punto de vista de la producción de alimento, la región de pastizales de las zonas templadas del mundo es quizá más importante que cualquier otra región de la Tierra. Hay aproximadamente nueve millones de kilómetros cuadrados de pastizales templados en la Tierra¹ y 21 millones más de kilómetros cuadrados de zonas agrícolas o zonas de matorrales y bosques que se han derivado de antiguos pastizales.

Estos ecosistemas se encuentran principalmente en el hemisferio norte (Fig. 5.4). Son representativos de ellos las Grandes Llanuras, la Meseta del Colorado, las regiones de Palouse de Norteamérica y las estepas de Eurasia. Otras áreas de pastizales importantes se encuentran en el sur de Europa, norte de Africa, sur de Africa (el "veld"), Australia y América del Sur (la "pampa"). La mayoría, si no es que todas estas regiones han sufrido una extensa degradación como resultado del mal uso que el hombre ha hecho de ellas.⁸²

Antes del desarrollo de la agricultura moderna, los hombres que vivían en los ecosistemas de pastizales extensos eran pastores nómadas o cazadores y recolectores. En realidad, el nomadismo está todavía bien establecido en muchas partes de los pastizales del mundo, pero está muriendo rápidamente con los avances modernos en el manejo del pastizal y el trabajo agrícola. Es significativo el hecho de que los desarrollos agríco-

las del hombre primitivo en los pastizales fueron de poca importancia. El ecosistema del pastizal, bajo el control natural climatológico y biológico, era estable y se necesitaron inmensas cantidades de energía para convertirlo de un ecosistema perenne de baja producción en un ecosistema anual, de alta producción.

Atributos del ecosistema del pastizal

Los mayores ecosistemas de pastizal del mundo se hallan en latitudes templadas y están mantenidos por las condiciones climatológicas. Hay otras áreas de pastizales más pequeñas que resultan de suelos atípicos o de condiciones climatológicas regionales especiales. Esta discusión tratará principalmente de los pastizales templados que hoy están siendo cultivados y manejados como tierras de pastoreo, o conservados como pastizales no manejados.

Los pastizales templados se encuentran principalmente en regiones con 25 a 75 cm de precipitación anual.⁸³ Las condiciones climáticas extremas, la época de la estación, el flujo de aire sin obstáculos sobre una topografía frecuentemente monótona y, en algunos casos, los suelos con baja capacidad de retención del agua, se combinan para producir relaciones de evaporación a precipitación que favorecen el mantenimiento de la vegetación del pastizal.

Aunque es muy variable de un lugar a otro, la productividad primaria en los pastizales está generalmente limitada por la precipitación atmosférica anual.⁸⁴ Esto restringe el grado al cual puede utilizarse el pastizal sin perturbar las propiedades estabilizantes del suelo.⁸

En estas condiciones climatológicas, la interacción de plantas y animales con la roca madre subyacente ha producido un tipo de suelo peculiar de los ecosistemas de pastizal.^{85, 86} La característica primaria de estos suelos es la abundancia de minerales y la escasez de materia orgánica, en especial en los pastizales más áridos. En contraste, los suelos de regiones templadas con grados de humedad alto e intermedio, son bajos en minerales, debido a que el agua arrastra los iones de nutrientes con uniones débiles.

El grado al cual las fuerzas integradas del ecosistema han influido en el desarrollo de la biota del pastizal, en particular de las plantas, se refleja en las adaptaciones a la sequía. La

cantidad de material vegetal hallado en el subsuelo en órganos como raíces, bulbos y rizomas es de dos a cinco veces la que se encuentra sobre el suelo en estructuras foliares fotosintéticas y reproductivas.⁸⁴ Esta cantidad desproporcionadamente grande de biomasa en el subsuelo no sólo contribuye a la estabilidad del suelo, sino que también suministra a la **planta** reservas alimenticias y agua durante las sequías cortas.

La supervivencia durante fluctuaciones climatológicas prolongadas está asegurada por la diversidad genética de la población de plantas. Esto se demostró por los cambios reversibles en la composición de los pastizales de la región central de Norteamérica durante la sequía de la década de 1930 a 1940.⁸⁵ Estos cambios proporcionan un grado de adaptabilidad rápida sin cambiar de manera efectiva la naturaleza del ecosistema.

Por otra parte, la diversidad animal tiende a ser baja en ecosistemas de pastizal,¹ ya que éstos tienden a ser relativamente uniformes en grandes áreas. Como resultado, las relaciones entre depredadores-presa que son importantes en la regulación de las poblaciones de herbívoros, tienden a ser más susceptibles a la perturbación por la colonización humana.

Usos de pastizales templados

Los usos recientes de los pastizales templados del mundo parecen haber generado dos tipos principales de degradación ambiental —uno resultante del sobrepastoreo y el otro asociado con la conversión de grandes áreas del pastizal en tierra para agricultura, ya sea de secado o de irrigación.

Los pastizales más áridos se usan principalmente para el pastoreo. Aunque actualmente áreas más pequeñas están siendo irrigadas en algunas regiones, la mayor parte de las tierras de pastoreo dependen de sus recursos acuáticos naturales. Los usuarios de la tierra son principalmente los pastores nómadas de Europa, Asia, y del norte de África^{88, 89} y los terratenientes sedentarios, centralizados en los pastizales del sur de África, y en porciones de Australia y América.⁸⁷

Aunque los problemas mayores de degradación del pastizal son comunes en estas regiones,^{91, 92} los problemas más agudos se presentan cerca de las fuentes de agua permanentes en donde la tierra está ocupada de manera constante y se usa intensamente. Esto ha conducido a una disminución en las clases de

forrajes más apetecibles para el ganado y a una declinación en la productividad del pastizal.⁸⁸

El mismo tipo de daño al ecosistema es causado por el sobrepastoreo.^{88, 92} Esto ocurre principalmente cuando los pastores nómadas o los administradores sedentarios de la tierra no disminuyen el nivel de su ganado durante los años de sequía y, en especial, durante las sequías prolongadas.

La degradación del pastizal produce cambios biológicos y físicos en el ecosistema en movimiento, que sólo pueden invertirse mediante el uso reducido de la tierra.⁹³ La regeneración de los pastizales extremadamente degradados es muy difícil y requiere largos periodos de tiempo. La reducción de la intensidad del pastoreo es probablemente el medio más adecuado para mejorar la producción del pastizal. Otras alternativas, como la manipulación de los niveles de humedad del suelo y del contenido de nutrientes, son costosos⁹⁴ y, en general, han quedado fuera de toda posibilidad en el caso de naciones menos desarrolladas.

La disminución en la productividad del pastizal ha sido en ocasiones el resultado de un desequilibrio entre los animales silvestres, ya sea que coman pasto o semillas, y sus depredadores. El control de depredadores o su exterminio ha contribuido a numerosas explosiones de poblaciones de animales pequeños. Grandes poblaciones de roedores y conejos, por ejemplo, no sólo entran en competencia con los animales domésticos por el alimento, sino que pueden contribuir a un cambio en la composición vegetal, con lo cual se reduce el potencial del pastizal.⁹⁵

Sin embargo, no todos los desequilibrios entre el depredador y la presa se refieren a mamíferos. Ha ocurrido una extensa devastación en los pastizales de Sudáfrica como resultado de la propagación de termitas. El problema, que se desarrolló en altas proporciones en un periodo de 50 años, devastó más de la cuarta parte de los pastizales de Zululandia.⁸⁷ En este caso, la explosión fue el resultado de la reducción en el número de osos hormigueros, chorlitos y avutardas, los cuales se alimentan de termitas. Este caso demuestra la necesidad de un estudio cuidadoso antes de tomar medidas para controlar cualquier depredador. Esto es especialmente cierto en el caso de los pastizales, en donde los sistemas depredador-presa tienden a ser relativamente simples.

Otra causa de la reducción en rendimiento del pastizal ha sido la introducción desacertada de especies extrañas, aunque en algunos casos, esto ha resultado ser un recurso valioso en la regeneración del pastizal. En este caso nos referimos a especies introducidas tanto vegetales como animales. En ausencia de depredadores y parásitos que hayan coevolucionado, el conejo europeo y el nopal⁸⁸ han causado serios problemas en Australia y el sur de Africa, al extenderse sobre vastas áreas y eliminar especies nativas.

Estos dos problemas generales, el control de depredadores y la introducción de especies, ilustran los peligros inherentes en la manipulación inadecuada de ecosistemas.

Aunque el uso de fuego para mantener ecosistemas de pastizales ha sido puesto en duda,⁹⁶ la evidencia de los pastizales norteamericanos sugiere que el fuego ha sido importante para impedir la invasión de matorrales y árboles.^{97, 98} En los pastizales donde se ha descontinuado el uso del fuego durante más de 30 años, a menudo se vuelve abundante el crecimiento de plantas leñosas y se reduce la productividad de las especies forrajeras. Además, a medida que se reduce y destruye la cubierta de pasto, se vuelve menos capaz de alimentar un fuego. Se pueden usar medios mecánicos o químicos para eliminar las plantas leñosas, pero estos métodos son caros, en especial cuando se comparan con el costo de los fuegos prescritos. Aunque el problema del sobrecrecimiento leñoso no es universal ha reducido las áreas de pastizal en algunas regiones.⁹⁹

Agricultura en ecosistemas de pastizal

La agricultura de secano es potencialmente el método agrícola más destructivo en las áreas semiáridas de pastizal. Una vez que la actividad humana ha perturbado las propiedades de estabilización del sistema natural, los suelos muy mineralizados y no agregados, típicos del pastizal semiárido, van sufriendo erosión progresiva a causa del viento y del agua y van desapareciendo.^{100, 101} El problema se vuelve especialmente agudo durante los años de sequía. Esto fue ilustrado por la degradación en gran escala que sufrieron las extensas praderas norteamericanas durante los años de sequía llamados "Dust Bowl" de la década de 1930.⁸² El hecho de que ocurrieron 23 grandes sequías

en la estepa rusa durante el siglo XIX y principios del siglo XX⁸⁸ sugiere la magnitud de los riesgos en que se incurre al tratar de usar el pastizal árido y semiárido y los matorrales de estos climas en agricultura de secano.

La naturaleza ecológica de los problemas que resultan de una agricultura intensiva de secano no es bien conocida, por lo que ésta es una área fructífera para investigar actualmente, el daño causado al degradar los suelos en los pastizales templados húmedos y semiáridos está siendo vencido al desarrollar rápidamente técnicas agrícolas. Hasta ahora, los métodos mejorados de agricultura y de tratamiento del suelo, con abonos orgánicos, han reducido el riesgo de una erosión grave;⁹³ y la mayoría de las pérdidas que ocurren en el sistema están compensadas por la fertilización, el control químico y el mejoramiento de plantas. Pero se desconoce cuánto tiempo podrán continuar estas tendencias sin tener repercusiones.

Un problema más, asociado con el desarrollo agrícola en el pastizal, es la tendencia a desarrollar áreas muy grandes, de modo que las especies vegetales y animales silvestres son prácticamente eliminadas. Este fenómeno no ha sido bien documentado ni tampoco se ha examinado con detalle su importancia ecológica. Sin embargo, la comunidad biótica natural en muchas grandes áreas, como los pastizales húmedos de Norteamérica ha sido reemplazada por una mezcla de especies introducidas de diversas partes del mundo. Los ecosistemas naturales y las especies silvestres en especial las plantas, se han reducido tanto que ahora son difíciles de encontrar. Esta reducción de la diversidad vegetal y contracción del contingente genético silvestre podría traer serios problemas a la estabilidad del ecosistema (véase el Cap. 4).

Conclusiones. Han de idearse métodos de manejo para evitar una mayor degradación ambiental en los pastizales templados y para asegurar su uso continuo. En vista de la naturaleza destructiva que representa el hacer que los pastizales templados produzcan cultivos agrícolas, el planeamiento integrado del uso de la tierra, debe preceder a toda acción sobre manejo de la tierra en el futuro en este bioma. Para evitar el deterioro de los pastizales, habrán de emplearse prácticas de pastoreo nómada y rotacional.⁸ Sólo habrá de emplearse el control de depredadores y la introducción de nuevas especies después de un detallado análisis del posible impacto ambiental.

D.4. Regiones áridas y semiáridas

En este análisis, consideraremos como regiones áridas y semiáridas aquellas que han sido definidas por Meigs^{102, 103} y que se muestran en la Fig. 5.6. Conforme a ello, no se incluyen las zonas áridas y frías de alta latitud. Aproximadamente el 9% de la superficie total de la Tierra está constituido por tierras áridas y semiáridas.⁴⁶

Las regiones áridas del mundo son diversas en distribución, suelos e historia de su uso; pero comparten los rasgos climatológicos de precipitaciones atmosféricas bajas poco frecuentes, y en general impredecibles y, también, relaciones altas de evaporación-precipitación. Las temperaturas altas son una característica que prevalece, pero también existen regiones áridas frías.

En comparación con la gran diversidad biológica y la interrelación compleja entre las especies de los trópicos húmedos y de muchas áreas templadas, los ecosistemas de los ambientes áridos y semiáridos son relativamente simples. En general, tienen muchas menos plantas por área de tierra, por lo que el dosel resulta mucho más abierto que en las regiones templadas o tropicales húmedas.^{104, 105, 106} Aunque los suelos de zonas áridas frecuentemente contienen cantidades suficientes de los elementos químicos esenciales tienen un contenido relativamente bajo de materia orgánica y son propensos a ser arenosos, rocosos y con alto contenido de sales.¹⁰⁷

Desde un punto de vista global, muchas especies de organismos se han adaptado de diferentes maneras a las condiciones áridas. Sin embargo, todas ellas comparten la capacidad para tolerar o para evitar la sequía.¹⁰⁵ No obstante las fluctuaciones en la cantidad y ocurrencia de precipitación anual generan grandes oscilaciones en las densidades de población.¹⁰⁹ Por consiguiente, los ecosistemas de tierras áridas, en general, comparten los rasgos comunes de altas fluctuaciones de población e inestabilidad (véase el Cap. 4).

Las preocupaciones ambientales que se tienen sobre los ecosistemas áridos se refieren a la cuestión de si la intensificación de su uso les permitirá soportar aumentos en la población humana y en la de animales domésticos. Serias sequías recurrentes en áreas fuertemente pastoreadas pueden causar una eliminación excesiva de vegetación.⁸ En términos agrícolas, la irrigación perenne intensiva plantearía un problema. Este

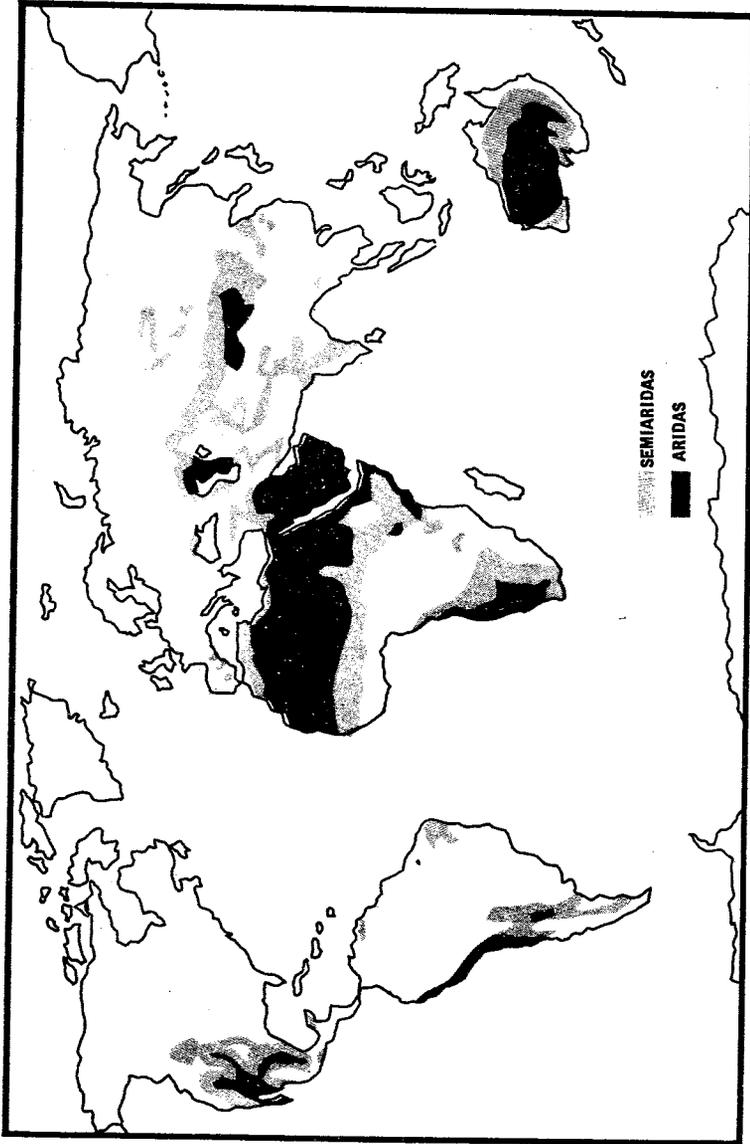


Fig. 5.6. Distribución de tierras áridas y semiáridas

FUENTE: Tomado de L.D. Stamp(ed). Una historia del uso de la tierra en regiones áridas. UNESCO, 1961.

sistema requiere grandes cantidades de agua con bajo contenido de sales, para evitar que aumente la salinidad.¹⁰⁷ La lixiviación excesiva para eliminar sales básicas del suelo, elimina inevitablemente otros elementos esenciales. Esto, a su vez, requiere una intensa aplicación de fertilizantes, de lo que resulta la acumulación de sales y minerales y la degradación final de las cuencas de agua y drenaje que se encuentran a un nivel más bajo que los campos irrigados.¹¹⁰

Objetivos de la colonización de tierras áridas

Naturalmente, los objetivos de quienes colonizan nuevas tierras influyen en la naturaleza del uso de la tierra. Un objetivo importante de la colonización de la tierra en zonas semiáridas y áridas ha sido el llevar a cabo una agricultura a nivel de subsistencia para acomodar una población humana creciente. Esta es una operación particularmente arriesgada en zonas áridas, a causa de lo impredecible de su ambiente y de la inestabilidad del sistema.

Otro objetivo primario del uso de la tierra árida es mejorar la economía y el bienestar de los habitantes de la región. Algunas modificaciones mínimas en el sistema, acopladas con una mayor comprensión de las condiciones locales y de la inestabilidad básica de los sistemas de desierto, mejorarán el rendimiento.

Sin embargo, si el objetivo de la colonización es competir con otras regiones por ganancia económica, se necesitará un intenso manejo del sistema, incluyendo irrigación, tratamientos del suelo y técnicas agrícolas mecanizadas.

Recursos de la tierra en zonas áridas

Cuando se puede obtener agua suficiente del subsuelo o de la superficie, para poder practicar irrigación perenne, las áreas pueden ser cultivadas usando técnicas de agricultura modernas. En otras áreas, las tierras semiáridas desprovistas de irrigación proporcionan pastizales que pueden ser un recurso sustancial. En estas áreas hay posibilidades para manejar especies nativas o introducidas. Sin embargo, gran parte de las zonas áridas de la tierra, son inutilizables con los métodos existentes de producción agrícola.

Restricciones ecológicas al uso de la tierra árida y semiárida

La falta de cantidades suficientes de agua con bajo contenido de sales para sostener gente y animales domésticos es quizá la restricción más grande al uso que el hombre puede hacer de las tierras áridas. La baja precipitación media anual, lo impredecible de la intensidad de las tempestades, y las sequías frecuentes, extremas y recurrentes, son características centrales del ambiente árido.¹¹¹ A menudo se encuentra en el agua de la superficie una alta concentración de sales disueltas provenientes del exterior del sistema, o en el agua subterránea tomada de pozos,¹¹² y esto crea problemas cuando esas aguas se utilizan para irrigación.¹¹³

Otro factor limitante es la temperatura. La brevedad de la estación de crecimiento limita el desarrollo de las plantas dando como resultado una productividad relativamente baja en las regiones áridas frías de Norteamérica y Asia.¹¹⁴ Quizá el efecto más importante de las altas temperaturas en las zonas áridas es la elevada evaporación potencial asociada con dichas temperaturas.

Los suelos de zonas áridas varían desde materiales de superficie desgastados por los agentes atmosféricos, y que carecen de toda materia orgánica, hasta depósitos aluviales fértiles como los que se encuentran en el delta del Nilo. Estudios de la fertilidad del suelo indican que, en el manejo intensivo de cultivos, el elemento limitante es el nitrógeno.¹⁰⁷

La destrucción de las delicadas costras superficiales (pavimento del desierto), como resultado del pastoreo y de otras actividades, aumenta la pérdida del suelo y disminuye la productividad.¹⁰⁷ Las bajas y erráticas precipitaciones así como el bajo contenido orgánico hacen más lenta la formación del suelo y el sedimento y arena expuestos se vuelven muy susceptibles a la erosión por el viento y el agua. Un ejemplo se encuentra en el desierto de Iakla-Makan, en donde la intrusión de arena ha destruido muchos oasis productivos.¹⁰⁷

En los ecosistemas naturales el excesivo uso o el mal uso de los recursos tiende a cesar cuando éstos se vuelven limitantes.⁶⁸ Muchos de los animales emigran del sistema o perecen. Sin embargo, la solución del hombre es proporcionarles subsidio a los recursos que se vuelven limitantes. Estos aumentan la producción, lo cual aumenta la velocidad de uso de otros mate-

riales esenciales y esto, a su vez, crea la necesidad de más subsidios. El manejo del sistema aumenta así en complejidad total y lo impredecible de los acontecimientos climatológicos complica más el problema.⁶⁸

En los países desarrollados ha habido un uso creciente de regiones áridas para industria. Logan predice que si se desarrollara la energía solar como una fuente de energía barata, se podría esperar un tremendo desarrollo industrial en las zonas áridas de Norteamérica.¹¹⁵ Sin embargo, a este respecto Pettersen¹¹⁶ advierte que, a causa de los patrones de circulación atmosférica global, las porciones áridas de la tierra probablemente serán afectadas por una creciente contaminación atmosférica (véase la Fig. 5.7).

Se ha demostrado (véase la Tabla 5.2) que algunas plantas del desierto son sumamente sensibles al ozono como contaminante del aire. En un estudio se halló que las plantas del desierto son incluso más sensibles al ozono que la variedad de frijol de jardín, que se sabe es extremadamente sensible a este elemento.^{117, 118} Esto indica que podemos esperar serios efectos sobre los ecosistemas de desiertos si los contaminantes tóxicos del aire empiezan a acumularse sobre las regiones desérticas como

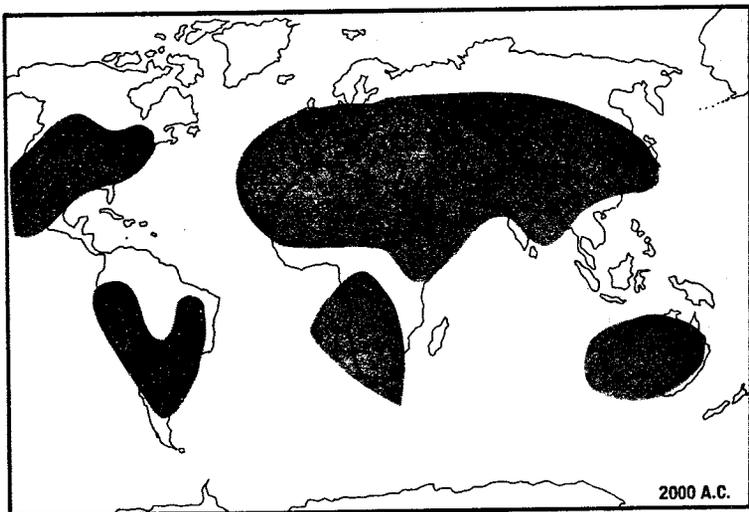


FIG. 5.7. Regiones en las cuales podría desarrollarse una seria contaminación hacia el año 2000

FUENTE: Redibujado de Pettersen, S. (1966).

TABLA 5.2. SENSIBILIDAD RELATIVA AL OZONO DE PLANTULAS DE DOS SEMANAS DE EDAD DE PLANTAS ESCOGIDAS DEL DESIERTO Y DE FRIJOL NEGRO VARIEDAD VALENTINE

| Espece | Indice de sensibilidad relativa |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <i>Franseria dumosa</i> Gray | 7.0 |
| <i>Cercidium floridum</i> Benth. | 5.6 |
| <i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) dulce | 3.8 |
| <i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Frijol negro de la variedad Valentine) | 2.3 |
| <i>Hyptis emoryi</i> Torr. | 1.9 |
| <i>Acacia Greggii</i> Gray | 1.8 |
| <i>Bebbia Juncea</i> (Benth.) Greene | 1.4 |
| <i>Simmondsia chinensis</i> (Link.) C.K. Schneid | 0 |

FUENTE: Strain, B. R. y J. F. Buriel (1971).

lo están haciendo ahora en las montañas de San Bernardino en California en donde más de 60 000 ha de *Pinus ponderosa* han sido seriamente dañados o destruidos.¹¹⁹ Desde luego, la contaminación atmosférica no es un problema exclusivo de las regiones áridas (véase la Fig. 5.7). Sin embargo, es la clase de consideración ecológica que debe formar parte del planeamiento global del manejo de la tierra.

Conclusión. Las técnicas agrícolas existentes son difíciles de aplicar con éxito en zonas áridas y semiáridas. El cultivo de secano en muchas de las tierras áridas y semiáridas es arriesgado a causa de las incertidumbres del clima. Con buen manejo, es posible que haya un pastoreo de la vegetación natural, pero habrá de evitarse que éste sea excesivo, para asegurar la producción continua.⁸ La irrigación en regiones áridas es difícil debido a la falta de agua y a la acumulación de sales. Además, el agua excesiva necesaria para remover las sales de los campos, elimina también los nutrientes del suelo¹⁰⁷ e interfiere en su ciclo natural, como se expuso en el Cap. 3. Las sales, productos químicos minerales y tóxicos lixiviados por el sistema se acumulan en cuencas en el interior de la tierra o fluyen en las aguas de drenaje y se convierten en contaminantes del agua.

5.E. PLANEAMIENTO INTEGRAL DEL USO DE LA TIERRA—ESTUDIO DE UN EJEMPLO

No es suficiente con reconocer y comprender las capacidades y limitaciones de cada tipo de vegetación y de la situación del uso de la tierra. Deben encontrarse métodos, dentro de la estructura política y económica de cada país, para llevar este conocimiento a los programas de planeamiento y acción. En las autoridades que manejan la tierra recae la importante responsabilidad de efectuar esta tarea.

El siguiente caso es un ejemplo del esfuerzo hecho por una agencia del gobierno para tomar un nuevo punto de vista con respecto a su política y programas según el grado al cual servían al público. El Servicio Forestal de los Estados Unidos fue acusado de causar un fuerte daño en favor de un producto a expensas de los otros valores de la tierra y la siguiente discusión describe la respuesta del organismo citado a esta crítica pública.

Bosques nacionales en el occidente de Estados Unidos

Hay 109 millones de acres de tierra forestal nacional en los Estados Unidos al oeste de las Grandes Llanuras (con exclusión de Alaska y Hawaii). Sesenta y cinco por ciento, o sea, 71 millones de acres de estos bosques han sido clasificados como adecuados y disponibles para la producción de madera.¹²⁰ Esta tierra está desempeñando un papel cada vez más importante en el suministro de las demandas de madera de la nación.

Se utilizaron registros oficiales del Servicio Forestal de los Estados Unidos (no publicados) para obtener las siguientes cifras acerca de las tendencias en los usos. En 1920, la madera cortada en los bosques nacionales occidentales ascendió a algo más de 700 millones de pies tabla (board foot)*. Medio siglo más tarde, en 1970, el corte fue de 9 504 millones de pies tabla, o sea, 13 veces más. El aumento en la producción de madera ha ido acompañado por otros cambios en estos bosques. En el mismo medio siglo, por ejemplo, el uso para recreo de los bosques nacionales occidentales ha aumentado por 50 veces. En este periodo se ha dado mayor valor a la reproducción de vida silvestre, belleza escénica, estabilidad de cuencas hidrográficas y calidad y cantidad del agua. Estos valores acoplados con las demandas de más productos de madera dieron por resultado un conflicto crítico en los intereses de los usuarios.

* 1 board foot = 0.0023597 m³ (N. del T.)

Este conflicto ha derivado en confrontaciones directas entre los que abogan por la naturaleza y los interesados en la industria de la madera en cuanto a la distribución de la tierra.¹²¹ En una escala más amplia, hay un desacuerdo sobre las prioridades respecto a los usos del bosque y la preocupación en cuanto al impacto de la producción y extracción de la madera sobre la calidad de las tierras del bosque y su utilidad para otros fines.

Revisión interna del manejo

Dentro de la agencia se analizaron varias prácticas de manejo de la tierra. En el informe del Bosque Nacional de Bitterroot en Montana se hicieron las siguientes observaciones:¹²¹

1. "Hay una actitud implícita entre mucha gente del personal del Bosque Nacional de Bitterroot de que las metas de producción de recursos vienen primero y que el manejo de la tierra debe ser considerado en segundo lugar".
2. "Las comunicaciones con el público y con otros organismos interesados han sido claramente insuficientes".
3. "El planeamiento para el uso múltiple del Bosque Nacional de Bitterroot no ha adelantado lo suficiente para proveer la dirección de manejo firme necesaria para asegurar la calidad del manejo de la tierra y, al mismo tiempo, proporcionar a todos los segmentos del público un cuadro claro de los objetivos a largo plazo".
4. "En varios casos, el manejo de la tierra ha sido inferior al estándar, a causa de lapsos en el control de calidad".
5. "El Bosque Nacional de Bitterroot tiene una capacidad sustancial de producción de madera, que puede y debe utilizarse para ayudar a satisfacer la creciente demanda de madera de la nación y para ayudar a sostener una economía estable, en la zona occidental de Montana".
6. "El Servicio Forestal ha sido negligente al no determinar cuánto costaría hacer un trabajo equilibrado del manejo de recursos y al no buscar diligentemente las finanzas necesarias para el trabajo total".
7. "El aumentar los fondos solamente, no resolvería los problemas actuales".
8. "El público no deberá esperar que la nueva dirección del manejo aparezca instantáneamente y por completo en todas las actividades".

9. "La información básica para tomar decisiones debe incrementarse".

En otro estudio sobre clasificación de tierra llevado a cabo en seis bosques nacionales de la zona oeste, se descubrió que cierta tierra clasificada anteriormente para producción de madera era tan inestable que de ninguna manera podía utilizarse para tal fin.¹²¹ También hallaron algunas áreas de bosque con una productividad tan baja que las ganancias económicas de talarlas serían más que contrarrestadas por los costos en dólares y los problemas que se encontrarían respecto al manejo de la tierra. También, algunas áreas con un alto valor estético y de recreo que se dañarían por la producción de madera se habían clasificado como "comerciales". Al eliminar todas estas áreas de la mencionada clasificación, el área de bosque comercial se redujo en un 22%.¹²²

Estas deficiencias en el manejo pueden atribuirse a dos factores. Primero, ha habido una demanda continua de abundante uso de madera para satisfacer las necesidades de la nación. Segundo, no ha habido una comprensión adecuada de las limitaciones físicas de los ecosistemas forestales y de los efectos a largo plazo de las operaciones de manejo. Como resultado, algunos silvicultores no han visto la necesidad urgente de considerar el sistema en total, en las actividades del manejo de la tierra.

El problema se ha agravado por la falla del Servicio Forestal en obtener el financiamiento necesario para un manejo equilibrado. La Tabla 5.3 muestra las solicitudes de fondos hechas y las cantidades recibidas por el Sistema Forestal Nacional de los Estados Unidos durante el periodo de 1963 a 1970. Estos desequilibrios en cuanto a los fondos hacen imposible una administración satisfactoria de los planes integrados sobre el uso de la tierra. En parte, a causa de que ha sido mal financiado y por no contar con el suficiente personal y debido a la gran demanda de los productos forestales, ha habido una sobreexplotación de la madera. Por ejemplo, durante tres de cuatro años la tala real de la madera excedió la cantidad permitida en el Bosque Nacional de Bitterroot (véase la Tabla 5.4). A pesar de que gran parte de la tala no fue regulada, aun aquella que se encontraba reglamentada fue excesiva durante los primeros cuatro años del periodo planeado. Estas deficiencias críticas en el manejo causan daños duraderos a la tierra.

TABLA 5.3. COMPARACION DEL FINANCIAMIENTO PLANEADO PARA EL SISTEMA FORESTAL NACIONAL Y LOS GASTOS REALES PARA EL PERIODO DE LOS AÑOS FISCALES DE 1963-1970

| Años fiscales 1963-1970 Total, 8 años | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Actividad | Nivel planeado de financiamiento | Financiamiento real | Porcentaje financiado |
| Millones de dólares | | | |
| Administración y manejo de venta de madera | 285 | 271 | 95 |
| Reforestación y mejoramiento de la clase de madera | 342 | 137 | 40 |
| Recreo | 572 | 260 | 45 |
| Manejo del habitat de vida silvestre | 54 | 34 | 63 |
| Manejo de pastizales, regeneración y mejoramiento | 120 | 97 | 81 |
| Manejo de suelo y agua | 94 | 49 | 52 |
| Minerales y usos especiales | 38 | 32 | 84 |
| Clasificación de la tierra, ajustes e informes | 68 | 41 | 60 |
| Protección contra incendio en el bosque | 283 | 203 | 72 |
| Construcción y mantenimiento de medios de mejoramiento contra incendio y otros fines generales | 142 | 100 | 70 |
| Control de insectos y enfermedades | 99 | 93 | 94 |
| Adquisición de tierras | 52 | 14 | 27 |
| Carreteras y veredas | 1 138 | 842 | 74 |

FUENTE: Worf, *et al.*, 1970.

Reorganización de la agencia

La importancia de la situación anterior radica en que una agencia gubernamental, en respuesta a críticas del exterior y a sus propias preocupaciones internas, ha hecho una revisión de sus operaciones y está disponiéndose rápidamente a hacer cambios.¹²³ Se está haciendo un esfuerzo mayor para mejorar el proceso de planeamiento y para proporcionar planes prácticos

TABLA 5.4. TALA REAL Y PERMISIBLE EN EL BOSQUE NACIONAL DE BITTERROOT EN LA PORCION DE MONTANA PARA LOS AÑOS FISCALES 1966-1969

| Año fiscal | TALA REAL | | | | | Tala permisible |
|------------------------|-----------|--------------------------|------------------------|--|----------|-----------------|
| | Total | NO REGULADA ¹ | | | Regulada | |
| | | Por debajo de 11 plg | Intermedio y de ahorro | | | |
| MILLONES DE PIES TABLA | | | | | | |
| 1966 | 69.4 | 7.6 | 0.5 | | 61.3 | 63.0 |
| 1967 | 58.3 | 6.4 | 1.2 | | 50.7 | 63.0 |
| 1968 | 64.5 | 7.1 | .5 | | 56.9 | 50.3 |
| 1969 | 71.6 | 7.9 | .6 | | 63.1 | 50.3 |
| Total | 263.8 | 29.0 | 2.8 | | 232.0 | 226.6 |

¹ Material no incluido en la tabla permisible.

FUENTE: Worff, et al., 1970.

de manejo para usos múltiples. Aunque el Servicio Forestal emplea personal especializado en más de 80 profesiones diferentes, actualmente está aumentando el número de sus expertos mediante la contratación de edafólogos, fisiólogos de vegetales, biólogos dedicados al estudio de los peces y la vida silvestre, arquitectos de paisaje y otros expertos en recursos naturales en campos afines.¹²³

Se están haciendo esfuerzos para aumentar la preocupación del personal de la agencia sobre el ambiente para mejorar el control de calidad. Se están volviendo a definir prioridades y revisándose y haciéndose más estrechos los planes para el uso de la tierra. Están desarrollándose estudios para determinar si el Servicio Forestal puede ser reestructurado de tal manera que pueda cubrir sus responsabilidades con más eficacia.

Se están considerando alternativas para procedimientos de manejo dudosos. Se ha establecido la política de que cuando los estudios sobre el impacto del manejo muestran que un procedimiento actual es perjudicial para el ambiente y no se conoce otra alternativa a dicho procedimiento, éste se descartará.¹²³

Por ejemplo, la agencia gubernamental mencionada está estudiando la posibilidad de eliminar la explotación de bosques en labores escarpadas que requieren una red de carreteras temporales estrechamente espaciadas. También se requiere la elaboración de planes para reforzar las normas y la supervisión en la localización, diseño y construcción de carreteras.

Finalmente, el propio programa de investigación de la agencia referida se dirige hacia un enfoque multidisciplinario para resolver problemas haciendo énfasis en una mayor comprensión de los ecosistemas.

Conclusión. Queda por demostrar si estas acciones y revisiones serán efectivas. No obstante, la necesidad de un planeamiento integrado para el manejo de la tierra se ha demostrado en este ejemplo espectacular de respuesta institucional a las necesidades cambiantes de manejo y al creciente conocimiento de la base ecológica de los recursos de la tierra.

5.F. RESUMEN

Este informe analizó algunos problemas globales del uso de la tierra y los interpretó en un contexto ecológico.

Una revisión y comparación de las tendencias generales del uso de la tierra en las selvas de tierras bajas tropicales, las sabanas tropicales, los pastizales templados y los desiertos dio por resultado las siguientes generalizaciones:

1. La calidad ambiental no tiene significado fuera de la experiencia humana; por consiguiente, la destrucción o la degradación ambiental se consideran como un cambio regresivo en la calidad de la tierra, el cual la hace menos capaz de satisfacer las necesidades del hombre. De la misma manera, el mejoramiento ambiental se describe como un cambio progresivo en la calidad de la tierra, el cual la hace más adecuada para la finalidad antes mencionada. Las necesidades del hombre moderno no sólo implican requerimientos de nutrición y albergue. Experiencias culturales, educativas y de recreo son también necesidades humanas que le son suministradas por el ambiente.

2. Muchos casos de degradación ambiental se deben a malas prácticas del manejo de la tierra, en particular, a prácticas de manejo encaminadas a un solo objetivo. Muchas instituciones para el manejo de la tierra se han dado cuenta en la actualidad de esta deficiencia y están iniciando nuevos procedimientos de planeamiento del uso de la tierra. Estos procedimientos (llamados de diversas maneras, multidisciplinarios, programas integrados o de gran alcance para el planeamiento del uso de la tierra) implican la cooperación de equipos interdisciplinarios de biólogos, físicos, sociólogos, economistas, etc. Aunque es difícil vencer la tradición, algunas instituciones ya han adoptado con éxito el enfoque integrado sobre el manejo de la tierra.

3. Deben buscarse métodos dentro de la estructura política y económica de cada nación para implementar un plan integrado del uso de la tierra que esté basado en principios ecológicos. Las autoridades involucradas en el manejo de la tierra son las directamente responsables para lograr esto en cada nación. Sin embargo, se deben utilizar las facilidades que dan las Naciones Unidas para alentar el logro de estos objetivos.

4. A pesar de que este grupo de trabajo no consideró específicamente el efecto del tamaño de la población humana sobre la calidad del ambiente o el manejo de la tierra, es claro que la degradación global del ambiente, tal como se definió con anterioridad, es inevitable a menos que se controle la explosión demográfica.

REFERENCIAS

1. Whittaker, R. H. 1970. Communities and ecosystems. Current Concepts in Biology Series. Macmillan Co. 162 Págs.
2. Watt, K. E. F. 1968. Ecology and resource management—a quantitative approach. McGraw-Hill, New York. 450 Págs.
3. Van Dyne, G. M. (Ed.). 1969. The ecosystem concept in natural resource management. Academia Press, New York. 323 Págs.
4. Naciones Unidas. 1970. Natural resources of developing countries: investigation, development, and rational utilization. Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Publicación de las Naciones Unidas. No. E.70.II.B.2. 174 Págs.
5. Boykso, H. 1945. On pasture problems in Palestina. *Palest. J. Bot. Rehavot.* 5:52-58.
6. Khan, M. 1952. Improvement and management of the range lands of West Pakistan, Págs. 491-498. *En Sixth Internat. Grassland Congress, Proc. Vol. I.*
7. Canfield, R. A. 1957. Reproduction and life span of some perennial grasses of southern Arizona. *Jour. Range Management* 10: 199-203.
8. Moore, R. M. 1960. The management of native vegetation in arid and semi-arid regions, Págs. 173-190. *En Plant-water relationships in arid and semi-arid condition.* UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 15:225 Págs.
9. Van Dyne, G. M. 1966. Ecosystems, systems ecology, and systems ecologists. U.S. Atomic Energy Comm. Oak Ridge Natl. Lab. Report, ORNL 3957. 31 Págs.
10. Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Henshaw, y J. R. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. United States Geological Survey Circular 645. Wash., D.C. 13 Págs.
11. Schaeffer, M., D. C. Gajdusek, A. Brocen y H. Eichenwald, 1959. Epidemic jungle fevers among Okinawan colonists in the Bolivian rain forests. I. Epidemiology. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 8:372-396.
12. Schmidt, J. R., D. C. Gajdusek, H. Schaeffer y R. H. Gorrie. 1959. Epidemic jungle fevers among Okinawan colonists in the Bolivian rain forests. II. Isolation and characterization of Uruma virus, a newly recognized human pathogen. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 8:479-487.
13. Smith, T. L. 1967. Colombia: social structure and the process of development. Univ. of Florida. 389 Págs.
14. National Planning Board of Ecuador. 1963. Plan general de desarrollo económico y social, colonización. Vol. 6.
15. Datos obtenidos de:
Granjas establecidas actualmente: Tomado de La Carretera Marginal de la Selva. Tippetts-Abbott-McCarthy-Shatton, Lima and New York, 1965; Evaluación del Potencial Económico y Social de la Zona Tingo-María-Tocache, Huallaga Central. Servicio Cooperativo Inter-Americano de Fomento, Lima, 1962; y Wolfram U. Drewes. 1958. Desarrollo económico de las montañas occidentales

de la zona central del Perú en relación con el transporte. *Peruvian Times*.

Establecimiento necesario de granjas: Una somera aproximación del número de granjas familiares adicionales que se necesitan en Perú sería del orden de 550 000. Esto se podría llevar a cabo a través de una reforma agraria mediante la distribución equitativa y razonable de los recursos de terrenos. Esto se obtuvo suponiendo que se podrían formar pequeñas granjas viables por medio de la estructuración de las 694 000 granjas subfamiliares, lo cual haría que la mitad, o sea, 350 000 familias fueran acomodadas en otras zonas. Se debe tomar en cuenta que es conveniente dar la oportunidad de poseer una granja a 1/3 o 100 000 de los 300 000 trabajadores de granjas que no tienen tierras (datos tomados del reporte del Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola). Una estimación aproximada indica que podría obtenerse la mitad de las granjas que se necesitan si se llevara a cabo una redistribución drástica de los recursos de terrenos de las 10 000 propiedades de mayor tamaño, dejando que la otra mitad necesaria de las granjas, o sea, 225 000 se vayan solucionando mediante la colonización.

16. Datos tomados de:
Wessel, K. L. 1968. An economic assessment of pioneer settlement in the Bolivia lowlands. Disertación Doctoral. Cornell University. Secretaría Nacional de Planificación y Coordinación. Plan general de desarrollo económico y social, 1962-1971. República de Bolivia.
17. Sander, G. 1961. Agrarkolonisation in Costa Rica, Siedlung, Wirtschaft and Sozialefuge an der Pioniergrenze. *Schriften Geografisk Inst. der Univ. Kiel* 19:(3).
18. Nelson, M. 1970. Public policy for new land development in the humid tropics of Latin America. Resources for the Future and the Latin American Institute for Economic and Social Planning. Págs. 1-9. (Sin publicar.)
19. FAO. 1969. Indicative world plans for agricultural development to 1957 and 1985. *Regional Study No 2. Sudamérica*. Vol. 1. FAO, Roma. 286 Págs.
20. Williams, L. L., 1960. Little-known wealth of tropical forests, Págs. 2003-2006. *En Fifth Forestry Congress, Proc. Vol. 3. Univ. of Washington, Seattle, Washington*. 2066 Págs.
21. Srivastava, T. N. 1967. Forestry in India. "Indian Forester" (Pub.). 92 Págs.
22. McGregor, W. D. 1934. Silviculture of the mixed deciduous forests of Nigeria. *Oxford Forestry Memoirs* 18:1-80.
23. Nye, P. H. y D. J. Greenland. 1960. The soil under shifting cultivation. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden. *Tech. Commun.* No. 51. 156 Págs.
24. Bartlett, H. H. 1957. Fire, primitive agriculture and grazing in the tropics, Págs. 692-720. *En W. L. Thomas, Man's role in changing the face of earth*. Chicago. 1193 Págs.
25. Conklin, H. C. 1957. Hamunoo agriculture. FAO Forestry Department Paper No. 12. FAO, Roma. Pág. 109.

26. Martínez, M. A. 1970. Ecología humana del ejido Benito Juárez, Oaxaca. *Bol. Esp. Inst. Nac. Inv. For. México*. 5.
27. Cuanalo, H. 1970. Los suelos de la región de Tuxtepec, Oax. *Bol. Esp. Inst. Nac. Inv. For. México*. 5.
28. Sarukhán, J. 1964. Estudio sucesional de una área talada en Tuxtepec, Oax. *Bol. Esp. Inst. Nac. Inv. For. México*. 3:107-172.
29. Budowski, G. 1963. Forest succession in tropical lowlands. *Turrialba* 13:42-44.
30. Lamb, F. B. 1966. Mahogany of tropical America. The University of Michigan Press. 220 Págs.
31. Richards, P. W. 1966. The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge University Press. 450 Págs.
32. Schulz, J. P. 1960. Ecological studies on rain forest in northern Surinam. Noord-Hollandsche Uitg. Mij., Amsterdam. 267 Págs.
33. Ashton, P. W. 1964. Ecological studies in the mixed dipterocarp forests of Brunei State. *Oxford University Memoirs* 25:62-65.
34. Gómez-Pompa, A. 1967. Some problems in tropical plant ecology. *Jour. Arnold Arboretum* 49:225-232.
35. Champion, H. G. y A. L. Griffith. 1960. Manual of general silviculture for India. Oxford University Press. 329 Págs.
36. INIF. 1968. Tercer informe de la comisión de estudios sobre ecología de Dioscoreas. Publicación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México.
37. Golley, F. (Ed.). 1971. Mineral cycling in tropical forest ecosystems. University of Georgia. (En prensa.)
38. Cook, O. F. 1921. Milpa agriculture, a primitive tropical system; Smithsonian Inst. annual report 1919. Wash., D. C. Págs. 307-326.
39. Westlake, D. F. 1963. Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.* 38:385-425.
40. Scott, R. W., M. A. Millett y G. J. Hajny. 1969. Wood wastes for animal feeding. *For. Prod. Journal* 19:14-18.
41. Harris, E. E., J. F. Saeman, R. R. Marquardt, M. L. Hannan y S. C. Rogers. 1948. Fodder yeast from wood hydrolyzates and still residues. *Ind. Eng. Chem.* 40:1220-1223.
42. Hall, J. A., J. F. Saeman y J. F. Harris. 1956. Wood saccharification. *UNASYVA* 10. 7-16.
43. Korolkov, I. I. 1968. Percolation hydrolysis of plant raw material. Moscow. 288 Págs. (En ruso.)
44. Hesse, R. W. 1952. Pulpwood from tropical forests. *En Symposium on tropical woods and agricultural residues as sources of pulp.*
45. Beard, J. S. 1963. Savanna, Págs. 98-103. *En The ecology of man in the tropical environment.* IUCN New Series Núm. 4 Morges.
46. Shantz, H. L. 1954. The place of grasslands in the earth's cover of vegetation. *Ecology* 35:143-145.
47. Wahlen, F. T. 1952. Grassland resources and potentials of the world, Págs. 103-113. *En Sixth Internat. Grassland Congr., Proc.*
48. Ayodo, S. O. 1968. Address of welcome. Symposium on Wildlife Management and Land Use, *Proc. E. Afr. Agric. For. J.* 33:2-3.
49. Dasmann, R. F. 1964. African game ranching. Pergamon Press, London. 72 Págs.

50. Riney, T. 1968. Criteria for land use planning. Symposium on Wildlife Management and Land Use, *Proc. E. Afr. Agric. For. J.* 33:34-37.
51. Davis, R. K. 1968. Some economic aspects of range management in Kenya, Págs. 73-79. *En* W. M. Longhurst y H. F. Heady (Ed.), East African range problems. Report of symp. held at Villa Serbelloni, Lake Como, Italy. 119 Págs. (Multilith.)
52. Talbot, L. M., W. J. A. Payne, H. P. Ledger, L. D. Verdcourt y M. H. Talbot. 1965. The meat production potential of wild animals in Africa. Commonwealth Agric. Bur. Farnham Royal. Tech Comm. 16. 42 Págs.
53. Taylor, C. R. 1968. The minimum water requirements of some East African bovinds. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 21:195-206.
54. Hofmann, R. R. 1968. Comparisons of the rumen and omasum structures in East African game ruminants in relation to their feeding habits. *Symp. Zool. Soc.* 21:179-194.
55. Jewell, P. A. 1969. Wild mammals and their potential for new domestication, Págs. 101-109. *En* P. J. Ucko y G. W. Dimbleby (Ed.), The domestication and exploitation of plants and animals. Aldine. 581 Págs.
56. Leakey, L. S. B. 1963. Prehistoric man in the tropical environment, Págs. 24-29. *En* The ecology of man in the tropical environment. IUCN New Series Núm. 4. Morges.
57. McCulloch, B. 1965. Overstocking in Sukumaland, Tanganyika. *E. Afr. Agric. For. J.* 30:219-226.
58. White, G. F. 1968. Notes on water development in relation to East African rangeland management, Págs. 118-119. *En* W. M. Longhurst y H. F. Heady (Ed.), East African range problems. Rept. of symp. held at Villa Serbelloni, Lake Como, Italia. 119 Págs. (Multilith.)
59. Glover, P. E. y M. D. Gwynne. 1961. The destruction of Massailand. *New Scientist* 249:450-453.
60. Kumar, L. S. S. 1952. The problem of pressure of grazing on native pastures, Págs. 114-123. *En* Sixth Internat. Grassland Congr., Proc.
61. Jordon, S. M. 1957. Reclamation and pasture management in the semi-arid areas of Kitui District, Kenya. *E. Afr. Agric. J.* 23:84-88.
62. Pereira, H. C. 1959. Lessons gained from grazing trials at Makavete, Kenya. *E. Afr. Agric. J.* 25:59-62.
63. Longhurst, W. M. y H. F. Heady (Ed.). 1968. East African range problems. Rept. of symp. held at Villa Serbelloni, Lake Como, Italy. 119 Págs. (Multilith.)
64. Robinette, W. L., P. Hemingway y A. Cormack. 1966. Appraisal of range condition on the Kalimawe controlled area, Págs. 7-9. *En* D. G. Anstey, Kalimawe in relation to Inkomazi Game Reserve. Rept. to Reg. Dev. Comm., Kilimanjaro Reg., Moshi. Ref. Núm. TA/G/GR/MR. (Mimeo.)
65. Tanner, R. E. S. 1961. Population changes 1955-59 in Musoma District Tanganyika, and their effect on land usage. *E. Afr. Agric. For. J.* 26:164-169.

66. Moule, G. R. 1968. World distribution of domestic animals, Chap. 2. *En* E. S. E. Hafez (Ed.), *Adaptation of domestic animals*. Lea and Febiger, Philadelphia. 415 Págs.
67. Carter, D. B. 1954. Climates of Africa and India according to Thornthwaite's 1948 classification. *En* *Climatology* 7:453-479.
68. Talbot, W. J. 1961. Land utilization in the arid regions of southern Africa, Págs. 299-331. *En* L. D. Stamp (Ed.), *A history of land use in the arid region*. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17: 388 Págs.
69. French, M. H. 1957. Nutritional value of tropical grasses and fodders. *Herb Abstr.* 27:1-9.
70. Williamson, G. y W. J. A. Payne (Ed.). 1965. *An introduction to animal husbandry in the tropics*. Longmans, Green and Co., London. 447 Págs.
71. Posselt, J. 1963. The domestication of the eland. *Rhod. J. Agric. Res.* 1:81-87.
72. Taylor, R. F. 1969. Agricultural change in Kikuyuland, Págs. 463-493. *En* M. F. Thomas y G. W. Whittington (Ed.), *Environment and land use in Africa*. Methuen and Co., London. 554 Págs.
73. Kay, G. 1969. Agricultural progress in Zambia, Págs. 495-524. *En* M. F. Thomas y G. W. Whittington (Ed.), *Environment and land use in Africa*. Methuen and Co., London. 554 Págs.
74. Riney, R. 1968. Discussions, Págs. 413-415. *En* M. A. Crawford (Ed.), *Comparative nutrition of wild animals*. Symp. Zool. Soc. Lond., No. 21. 429 Págs.
75. Walter, H. 1963. Productivity of vegetation in arid countries, the savannah problem and bush encroachment after overgrazing, Págs. 221-229. *En* Ninth Tech. Meeting, Proc., *The ecology of man in the tropical environment*. IUCN New Series No. 4 Morges.
76. West, O. 1965. Fire in vegetation and its use in pasture management with special reference to tropical and subtropical Africa. Commonwealth Bur. Pastures and Field Crops, Publ. No. 1. 53 Págs. (Mimeo).
77. Voisin, A. 1959. Grass productivity. Philos. Libr. Inc., New York. 355 Págs.
78. Daubenmire, R. 1968. Ecology of fire in grasslands, Págs. 209-266. *En* J. B. Cragg (Ed.), *Advances in ecological research* 5. Academic Press, New York. 283 Págs.
79. Lamprey, H. F. 1967. Notes on the dispersal and germination of some tree seeds through the agency of mammals and birds. *E. Afr. Wildl. J.* 5:179-180.
80. Ford, J. 1970. Interactions between human societies and various trypanosome-tsetse-wild fauna complexes, Págs. 81-97. *En* J. P. Garlick y R. W. J. Keay (Ed.), *Human ecology in the tropics*. Symp. of Soc. for Study of Human Biology 9.
81. Uganda annual reports of veterinary services and animal industry. (Varias fechas, 1939-1949.) Kampala, Uganda.
82. Sauer, Carl. 1938. Destructive exploitation in modern colonial expansion. *Comptes Rendues du Congrès International de Géographie* 2:494-499. Amsterdam, 1938.

83. Kuchler, A. W. 1960. World natural vegetation, Págs. 16-17. *En* E. B. Espenshade, Jr. (Ed.), Goode's world atlas. 11a. Ed. Rand McNally, 288 Págs.
84. Coupland, R. T. 1950. Ecology of mixed prairie in Canada. *Eco. Mono* 20:241-315.
85. Weaver, J. E. y F. W. Albertson. 1956. Grasslands of the Great Plains: their nature and use. Johnsen Publ. Co., Lincoln, Neb. 395 Págs.
86. Curtis, J. T. 1959. The vegetation of Wisconsin. University of Wis. Press, Madison. 657 Págs.
87. Coaton, W. G. H. 1958. The hodotermitid harvester termites of South Africa. Departamento de Agricultura, Unión Sudafricana. Science Bull. No. 375 (Ent. Series No. 43).
88. Kovda, V. A. 1961. Land use development in the arid regions of the Russian plain, the Caucasus and Central Asia. *En* A history of land use in arid regions. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17:388 Págs.
89. Despois, J. 1961. Development of land use in northern Africa. *En* A history of land use in arid regions. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17:388 Págs.
90. Williams, R. E., B. W. Alfred, R. M. Denio y H. A. Paulson, Jr. 1968. Conservation, development and use of the world's rangelands. *J. Range Management* 21:355-360.
91. Moore, R. M. y E. F. Biddiscombe. 1964. The effects of grazing on grasslands, Págs. 221-235. *En* C. Barnard (Ed.), Grasses and grasslands. Macmillan. 269 Págs.
92. Shantz, H. L. y B. L. Turner. 1958. Vegetational changes in Africa. University of Ariz., College of Agriculture Report No. 169.
93. Lewis, J. K. 1969. Range management viewed in the ecosystem framework, Dyne Págs. 97-187. *En* G. Van (Ed.), The ecosystem concept in natural resource management. Academic Press, New York. 323 Págs.
94. Dyksterhuis, E. J. 1958. Ecological principles in range evaluation. *Bot. Rev.* 24:253-272.
95. De Vos, A. 1969. Ecological conditions affecting the production of wild herbivorous mammals on grasslands, Págs. 137-183. *En* J. B. Cragg (Ed.), Advances in ecological research 6. 236 Págs.
96. Wadham, Sir S. 1961. The problem of arid Australia. *En* A history of land use in arid regions. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17:388 Págs.
97. West, O. 1965. Fire in vegetation and its use in pasture management, with special reference to tropical and subtropical Africa. *Commonwealth Agr. Bur. Publ.* 1:1-53. (Mimeo.)
98. Box, T. W., J. Powell y D. L. Drawe. 1967. Influence of fire on south Texas chaparral communities. *Ecology* 48:955-961.
99. Humphrey, R. R. 1958. The desert grassland: a history of vegetational change and an analysis of causes. *Botanical Rev.* 24:193-252.
100. Logan, R. F. 1961. Post-Columbian development in the arid regions of the United States of America. *En* A history of land use in arid regions. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17:388 Págs.

101. Darling, F. F. 1963. The unity of ecology. *The Advancement of Science* 20:297-306.
102. Meigs, P. 1953. World distribution of arid and semi-arid homoclimates. *En Reviews of research on arid zone hydrology*. UNESCO, Paris. *Arid Zone Program* 1:203-209.
103. Meigs, P. 1957. Arid and semi-arid climates of the world, Págs. 135-138. *En International Geophysical Union 17th Congress, Wash., D.C. 8th General Assembly, Proc.*
104. Richard, W. H y J. C. Beatley. 1965. Canopy-coverage of the desert shrub vegetation mosaic of the Nevada test site. *Ecology* 46: 524-599.
105. Cottam, G. P. Leaf area index in white oak-black oak forest of southern Wisconsin. (Datos sin publicar.)
106. Child, G. I. 1971. A structural description of tropical forests in eastern Panamá and northwestern Colombia. *En F. B. Goley (Ed.), Mineral cycling in tropical forest ecosystems. (En prensa.)*
107. Dregne, H. E. 1968. Surface material of desert environments, Págs. 285-377. *En McGinnies, et al. (Ed.), Deserts of the world*. Univ. of Arizona Press, Tucson. 788 Págs.
108. Oppenheimer, H. R. 1960. Adaptation to drought: xerophytism, Págs. 105-138. *En Plant-water relationships in arid and semi-arid conditions*. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 15:225 Págs.
109. Beatley, J. 1967. Survival of winter annuals in the northern Mojave Desert. *Ecology* 48:745-750.
110. Hamden, G. 1961. Evolution of irrigation agriculture in Egypt, Págs. 119-142. *En L. D. Stamp (Ed.), A history of land use in the arid region*. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17:388 Págs.
111. Hare, F. K. 1961. The causation of the arid region. *En A history of land use in arid regions*. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17:388 Págs.
112. Abell, L. F. y W. J. Geldermann. 1964. Annotated bibliography on reclamation and improvement of saline and alkali soils (1957-1964). Inter. Instit. for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Netherlands. 59 Págs.
113. Lehman, W. F., S. J. Richards, D. C. Erwin y A. W. Marsh. 1968. Effect of irrigation treatments on alfalfa (*Medicago sativa* L.): production, persistence, and soil salinity in Southern California *Hilgardia* 39:277-295.
114. Lieth, H. Versuch einer Kartographischen Darstellung der Produktivität der Pflanzendecke auf der Erde, Págs. 72-80. *En Geographischer Taschenbuch* 1964/65. Wiesbaden: Franz Steiner.
115. Logan, R. F. 1961. Post-Columbian developments in the arid regions of the United States of America, Págs. 277-297. *En A history of land use in arid regions*. UNESCO, Paris. *Arid Zone Research* 17:388 Págs.
116. Pettersen, S. 1966. Recent demographic trends and future meteorological services. *Amer. Meteorol. Soc. Bull.* 47:950-963.
117. Strain, B. R. y J. F. Buriel. 1971. Effects of air pollution on vegetation in the United States. Symposium on Effects of Man on

- Vegetation, Proc. Internat. Soc. Pl. Sociology and Ecology. Rinteln, Germany. (En prensa.)
118. Hill, A. C., *et al.* 1961. Plant injury induced by ozone. *Phytopathology* 51:356-363.
 119. Miller, P. R. y J. R. Parmeter, Jr. 1965. Effect of sustained low concentration ozone fumigation on ponderosa pine. *Phytopathology* 55:1068.
 120. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 1965. Timber trends in the United States. *Forest Resources Report* 17:235 Págs.
 121. Worf, William A., *et al.* 1970. Management practices on the Bitterroot National Forest. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 100 Págs.
 122. Wikstrom, J. H. y S. Blair Hutchison. 1971. Stratification of forest land for timber management planning on the western national forests. (Reporte.)
 123. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 1971. National forest management in a quality environment. 61 Págs. (Procesado.)