



United States Department of Agriculture  
Natural Resources Conservation Service

# La Conquista de la Tierra Durante 7,000 Años

AIB No. 99



## Prefacio

“La conquista de la tierra durante 7,000 años” es el reporte del Dr. Walter Clay Lowdermilk acerca de un estudio que realizó en los años 1938 y 1939. Pese a los cambios en los nombres de los países, en los límites políticos y en la tecnología de conservación, el boletín aún tiene importancia para todas las personas que se preocupan por mantener y mejorar la producción agrícola.

Lowdermilk estudió los antecedentes de la agricultura en países en los que la tierra había sido cultivada por cientos y hasta miles de años. Su misión primordial era ver si la experiencia de estas civilizaciones antiguas podría ayudar a resolver los serios problemas de erosión del suelo, los problemas del uso de la tierra en los Estados Unidos y en la lucha para reparar el terreno erosionado por el viento, y del Sur poblado de zanjas.

Descubrió que la erosión del suelo, la deforestación, el sobrepastoreo, el descuido, y los conflictos entre agricultores y pastores han ayudado a derribar imperios y a exterminar civilizaciones enteras. Al mismo tiempo, Lowdermilk aprendió que la administración cuidadosa de los recursos de la tierra a través de terrazas, la rotación de cultivos y de otras medidas de la conservación del suelo, han permitido a muchas sociedades florecer durante siglos.

Mucho de lo que aprendió y escribió Lowdermilk sobre el uso de la tierra y la productividad del suelo, comenzó con su innovador trabajo de investigación en la China, lugar en que su esposa era una misionera Metodista. En 1927, con el levantamiento comunista en China, Lowdermilk y su esposa regresaron a los Estados Unidos. Mientras obtenía su doctorado, en la Universidad de California-Berkeley continuó con la investigación de la erosión de suelos y la administración de cuencas para el Servicio Forestal. En 1933 ingresó al recién-creado Servicio de Conservación de Suelos del Hugh Hammond Bennett como Director-asistente. Más tarde se convirtió en Jefe-asistente del Servicio de Conservación de Suelos, predecesor del Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Como Jefe-asistente, Lowdermilk mantuvo una primordial responsabilidad en el desarrollo del programa de investigación de la Agencia. Los viajes descritos en este libro inspiraron su obra “Palestine: Land of Promise”, (Palestina: Tierra Prometedora), la cual afirma que con el cuidado apropiado, esa tierra podría nuevamente sostener a una gran población.

Después de retirarse del Servicio de Conservación de Suelos en 1947, Lowdermilk trabajó en varios proyectos internacionales. Como parte de su continuo trabajo en Israel, ayudó a establecer una escuela en Haifa para el entrenamiento de ecologistas. La “Lowdermilk School of Agricultural Engineering”, (Escuela de Ingeniería Agrícola de Lowdermilk), hizo énfasis en las ciencias básicas como los soportes necesarios para los estudios agrícolas. Walter Clay Lowdermilk falleció el 6 de Mayo de 1974, y fue enterrado en Altadena, CA.

## Nota a los Lectores

*El Servicio de Conservación de Recursos Naturales ha publicado este boletín para satisfacer la continua demanda de profesores, clero, escritores, catedráticos, historiadores, clubes de jardinería, grupos ecologistas y organizaciones de servicio público. Reconocemos que el boletín utiliza lenguaje con tendencia a un género; sin embargo, para mantener la integridad del informe original hemos reproducido el texto tal como fue escrito por el Dr. Lowdermilk hace varias décadas.*

## Contenido

Por alimentos la libertad fue comprada y vendida	3
Cementerio de imperios	4
En la tierra de Egipto	6
Siguiendo el rastro de los Israelitas	6
La tierra de leche y miel	8
A través de Siria	9
Las cien ciudades muertas	10
Buscando los bosques del Líbano	10
El lamento de China	12
Desperdicio del suelo en el antiguo Chipre	14
A través de África del Norte	14
Timgad, capital perdida de una agricultura perdida	15
Las tierras secas de África del Norte	16
Algo acerca del uso de suelos en Italia	17
Control de torrenteras en Los Alpes Franceses	18
Uso intensivo de la tierra en Francia	18
Cómo cultivan los holandeses en el suelo del océano	19
Una mirada a Inglaterra	20
El Nuevo Mundo	20
El registro de nuestra tierra	21
Señales de peligro en América	23
El camino a una agricultura duradera	23
Lecciones del Viejo Mundo	24
Un “Undécimo Mandamiento”	24

## La conquista de la tierra durante 7,000 años

Por W.C. LOWDERMILK, *ex-Subjefe del Servicio de Conservación de Suelos*



**H**ACE un tiempo oí acerca de un anciano que vivía en su granja en una colina, allá por el Sur. Estaba sentado en su pórtico cuando una persona nueva del vecindario pasaba. El recién llegado, para comenzar una conversación le dijo: “Señor, ¿Qué cuenta la tierra de por aquí?” A lo que el anciano respondió: “Bueno – no sé si la tierra está diciendo verdades o mentiras; pero son estas personas del estado las que mienten.”

En un sentido muy real, la tierra no miente. Tiene guardado un registro de lo que la gente escribe en ella. Hablando en un sentido más amplio, una nación escribe su registro en la tierra, de igual manera lo hace una civilización – un registro que es fácil de leer por aquellos que entienden el simple lenguaje de la tierra. Leamos juntos algunos de los registros que han sido escritos en la tierra en el curso oeste de la civilización, desde las Tierras Santas del Cercano Oriente hasta la Costa del Pacífico de nuestro país, a través de un periodo de 7,000 años.

Los registros de la lucha del hombre a través del tiempo para encontrar un uso duradero para la tierra, se encuentran escritos en los paisajes tal como en “En dirección oeste, la ruta del imperio cobró su camino.” Como un relato de las ruinas y trabajos destruidos a lo largo de este increíble camino, los fracasos son más numerosos que los éxitos. De estos fracasos y éxitos podemos obtener muchas ganancias y beneficios para esta joven nación de los Estados Unidos, que ocupa un nuevo y abundante continente, y comienza a establecer un hogar para mil o diez mil años – sí, para un futuro sin límites.

### Por Alimentos la Libertad fue Comprada y Vendida

Pearl Harbor conmovió a los americanos como un terremoto, llevándonos a darnos cuenta que vivimos en un mundo peligroso – peligroso para nuestra

forma de vida y para nuestra supervivencia como personas; arriesgado para la esperanza de estos tiempos en un gobierno; de la gente, por la gente y para la gente. ¿Por qué debiera ser el mundo peligroso para un país tan filantrópico como el nuestro?

El mundo se vuelve peligroso por la desesperación de personas que sufren y temen a las privaciones. Privaciones que provienen de las restricciones del intercambio de las cosas buenas y necesarias que provienen de la Madre Tierra. La industrialización ha labrado cambios trascendentales en la civilización durante el siglo pasado y de la misma manera seguirá hacia nuestro futuro algo incierto.

La materia prima para la industria moderna se encuentra localizada por aquí y por allá en el planeta y no se encuentra disponible de manera equivalente a grupos locales de personas que han aprendido a hacer y usar maquinarias. Los deseos y las necesidades de alimentos y de materia prima han estado creciendo de manera dispareja, causando tensiones y presión en las relaciones internacionales. Aprovechados por gente ambiciosa y por líderes que quieren controlar las fuentes de los alimentos y la materia prima por la fuerza. Agresión y guerras largamente planeadas se llevan a cabo para obtener esta materia prima.

Estos conflictos no se resuelven para bien a través de la guerra. Los problemas son solamente puestos a un lado por un tiempo para que después vuelvan en proporciones aun más terroríficas. Las soluciones duraderas vendrán de manera diferente. Podemos contar con la renuencia de la gente en lanzarse hacia la guerra, ya que van a la guerra porque temen a algo peor que la guerra, sea esto real o pura propaganda.

Una relación justa de las civilizaciones para con la tierra no se basa en la explotación, sino más bien en la conservación – no en la disipación de los recursos, sino más bien en la restauración de los poderes productivos de la tierra y en el acceso a alimentos y a

materia prima. Si la civilización quiere eludir una larga decadencia, como la que ha marchitado a África del Norte y al Cercano Oriente por 13 siglos, la sociedad debe nacer de nuevo de una economía de explotación a una economía de conservación.

En cuanto a los fundamentos de esta relación entre la gente y la tierra. Mi experiencia con hambrunas en la China me enseñó que al final de cuentas, todo se compra con comida. Esta es una frase muy dura, pero la reciente guerra a escala mundial muestra el terrorífico alcance de esta fatídica y terrible verdad. Naciones agresivas utilizaron el racionamiento de comida para subyugar a pueblos rebeldes de naciones conquistadas. Pues aún usted y yo venderíamos nuestra libertad y más, por alimentos, si fuésemos llevados a esta trágica decisión. No existe sustituto alguno para la comida.

Viendo qué es lo que daríamos por comida, veamos ahora qué es lo que puede comprar la comida – puesto que el dinero es simplemente un símbolo, un instrumento conveniente en el intercambio de bienes y servicios que necesitamos o deseamos. La comida compra la división del trabajo que procrea nuestra civilización.

No fue hasta que los cultivadores de la tierra produjeron más alimentos de los que ellos mismos necesitaban, así fue que sus compañeros fueron enviados a realizar otras tareas en lugar del trabajo agrícola – eso es, formar parte de una división del trabajo que con el avance de la civilización se volvió cada vez más compleja.

Es cierto, tenemos necesidad de vestimenta, refugio y otros bienes y servicios que son posibles gracias a una división compleja del trabajo, fundada en esta producción de alimentos, cuando la materia prima apropiada se encuentra a mano. En esto, la genialidad de la gente americana nos ha dado más que lo que cualquier otra nación haya poseído. Estos bienes conforman nuestra calidad de vida americana. Pero he podido ver, a través de los terribles azotes de la hambruna, que estos otros bienes significan poco para la gente que tiene hambre.

La comida proviene del mundo. La tierra nos da alimento con sus aguas. El mundo recompensa grandemente al que sabe y al diligente, pero castiga inexorablemente al ignorante y al flojo. Esta sociedad entre la tierra y el agricultor es el fundamento-base de nuestra compleja estructura social.

En 1938, con el interés puesto en una agricultura permanente y en la conservación de nuestros recursos de suelos, el Departamento de Agricultura me pidió que realice un estudio del uso de la tierra en países antiguos, para beneficio de nuestros granjeros, ganaderos y otros agricultores de nuestro país. Este estudio nos llevó a Inglaterra, Holanda, Francia, Italia, África del Norte, y al Cercano Oriente. Después de 18 meses fue interrumpido por el estallido de la guerra, cuando Alemania invadió a Polonia en Septiembre de 1939. No pudimos continuar con el estudio en los países de Turquía, los Estados Balcánicos, y el sur de Alemania y Suiza, como estaba originalmente planeado. Pero en un año y medio en las tierras antiguas, descubrimos muchos aspectos de profunda importancia para la gente de América.

### Cementerio de Imperios

Comenzaremos nuestra lectura del registro, viendo lo que está escrito en la tierra del Cercano Oriente. En éste lugar, la civilización surgió de los misterios de la edad de piedra y dio lugar al nacimiento de culturas que se movieron en dirección Este hacia la China, en dirección Oeste por Europa, y al otro lado del Océano Atlántico hacia América.

Se nos recuerda cada día y cada hora acerca de nuestra deuda con la gente de Sumeria de Mesopotamia cada vez que utilizamos la rueda que ellos inventaron hace más de 6,000 años. Hacemos homenaje a sus matemáticas cada vez que miramos nuestro reloj para ver la hora dividida en 60 periodos.

Además, el calendario que usamos es una versión del método que los antiguos Egipcios usaban para dividir el año. Heredamos la experiencia y el conocimiento del pasado más de lo que pensamos.

El origen de la agricultura se dio por lo menos hace 7,000 años, y se desarrolló en dos grandes centros – las fértiles llanuras aluviales de Mesopotamia y el Valle del Nilo. Dejaremos a los arqueólogos la interesante pregunta de donde exactamente se originó la agricultura.

Es suficiente para nosotros saber que fue en estas llanuras aluviales y en un clima árido que los labradores del suelo comenzaron a sembrar cultivos de alimentos a riego, en cantidades mayores a las que ellos mismos necesitaban. Esto eximió a sus compañeros llevándolos a una división del trabajo que dio paso a lo que llamamos civilización. Seguiremos las trayectorias de los pueblos que se encuentran grabadas en la tierra, mientras las naciones se levantan y caían en estas fatídicas regiones.

Una investigación de un área tan grande en el corto periodo de 2 años convocó al uso de métodos simples pero fundamentales del área de estudio. Con la ayuda de expertos agrícolas de otros países, buscamos campos que habían sido cultivados por mil años – la base de una agricultura permanente. De manera similar, intentamos encontrar las razones por las cuales, tierras que habían sido antiguamente cultivadas luego habían sido desperdiciadas o destruidas, como advertencia a nuestros granjeros y a nuestra gente de la ciudad, de una posible catástrofe similar en esta nueva tierra de América. Un método de estudio de campo simplificado nos permitió examinar rápidamente áreas extensas.

En las Montañas Zagros, las que separan Persia de Mesopotamia, vivieron pastores y sus rebaños desde tiempos inmemoriales. De vez en cuando se abalanzaban sobre la llanura para traer devastación y destrucción a la gente agricultora y ciudadana de las llanuras. De tal manera comenzó el conflicto entre Caín y Abel, entre el pastor y el granjero, sobre los cuales tendremos más para comentar.

En Kish, vemos la primera capital después de que la Gran Inundación barriera Mesopotamia en tiempos prehistóricos y dejara su registro en un grueso depósito marrón de terreno aluvial. La capa de tierra



Figura 1. Ruinas de Kish, una de las ciudades más importantes en el mundo hace 6,000 años.

Recientemente los arqueólogos excavaron estas ruinas de debajo las arenas del desierto de Mesopotamia.



Figura 2. Ruinas de las famosas caballerizas de Nabucodonosor en Babilonia, las cuales fueron construidas durante el sexto siglo a.C. Babilonia murió y fue enterrada por las arenas del desierto, no porque haya sido saqueada y arrasada, sino porque se permitió que los canales de irrigación que regaban la tierra, los cuales mantenía la ciudad, fueran llenados con sedimento.

aluvial marcó una ruptura en la secuencia de una antigua y exitosa cultura, tal como se descubre por los artefactos. Sobre los depósitos del terreno aluvial se encuentra el sitio de Kish (fig. 1).

En las ruinas de la gran Babilonia, mirando las ruinas de la caballeriza de Nabucodonosor, adornadas por figuras de animales en bajorrelieve, vino a nosotros un sentimiento de depresión, como el de un funeral, al recordar lo que este gran gobernador de Babilonia comentaba con profundo orgullo:

*Aquello que ningún otro rey había logrado, lo hice yo... un muro como una montaña que no se puede mover... Construí grandes canales, cavé y los revestí con ladrillos quemados colocados en betún, que trajeron abundante agua a toda la gente... Empedré las calles de Babilonia con piedras de las montañas... Construí palacios y templos magníficos... Corté enormes cedros del Monte Líbano... los revestí con oro radiante y los adorné con joyas*

Luego vinieron a mi mente las advertencias de los Profetas hebreos que fueron enviadas en contra de la malvada ciudad. Ellos advirtieron diciendo que Babilonia se convertiría en “Un lugar desolado, una tierra seca, un desierto; una tierra en la que ningún hombre habitaría... Y lobos aullarían en sus castillos, y chacales en los lugares agradables.” Aunque usted no lo crea, el único ser viviente que vimos en esta desolación que una vez fue Babilonia, fue un lobo gris sacudiendo su cabeza como si tuviera una garrapata en su oreja, mientras corría hacia su madriguera en las ruinas de una de las siete maravillas del mundo antiguo – los Jardines Colgantes de Babilonia, en los cuales se utilizaba aire acondicionado hace 2,600 años.

Mesopotamia, el sitio tradicional del Jardín del Edén del cual nacen las historias de la inundación de Noé y el Arca; de la “Torre de Babel” y la confusión de lenguas; del horno abrasador que encontramos aún ardiendo hoy en día; se encuentra escrita, llena de registros de un pasado glorioso de densas poblaciones y de grandes ciudades que ahora son tan solo ruinas y desolación. Al menos 11 imperios se han levantado y caído en esta trágica tierra durante el período de 7,000 años. Es la historia de una agricul-

tura precaria, practicada por personas que crecían y vivían bajo las amenazas de ataques e invasiones de los que moraban en las praderas y en el desierto, y de la falla de sus canales de irrigación por causa del sedimento.

La agricultura fue practicada en un clima muy seco y a través de canales de irrigación con agua con barro proveniente de los ríos Tigris y Éufrates. Esta agua con barro fue la ruina de imperio tras imperio. Cuando las aguas con barro fluían a una menor velocidad, obstruían los canales con sedimento. Era necesario remover el sedimento año tras año para proveer agua vivificante a las tierras de cultivo y a las ciudades de la llanura.

Con el crecimiento de la población, los canales se cavaban cada vez más lejos de los ríos; y este gran sistema de canales requería una gran fuerza de mano de obra para mantenerlos limpios del sedimento. Los gobernadores de Babilonia trajeron prisioneros de guerra para realizar esta tarea. Ahora entendemos porque los Israelitas cautivos se “sentaron junto a las aguas de Babilonia y lloraron.” Sin duda alguna, también se les pedía que saquen el sedimento de los canales de Mesopotamia.

Cada cierto tiempo, cuando este gran trabajo público de limpieza era interrumpido por revoluciones internas y por invasores extranjeros, la gente de Mesopotamia se enfrentaba cara a cara con el desastre de tener canales obstruidos con sedimento. El estancamiento de los canales despoblaba pueblos y ciudades de manera más eficiente que la matanza de un ejército invasor.

Si nos basamos en un estimado de que en tiempos pasados era posible regar 21,000 de las 35,000 millas cuadradas del terreno aluvial de Mesopotamia, la población de Mesopotamia en su cenit probablemente se encontraba entre los 17 y 25 millones de habitantes. La población actual estimada de Irak se encuentra cerca de los 4 millones, incluyendo a la gente nómada. Y de este total, menos de 3 1/2 millones viven en la llanura aluvial.

La disminución de la población en Mesopotamia no se debe a la pérdida de tierra por la erosión. Las tierras fértiles aún se encuentran ahí, y aguas vivificantes aún fluyen en los ríos Tigris y Éufrates; aguas listas para ser esparcidas a través de las tierras como en tiempos pasados. Mesopotamia es capaz de sostener una población tan grande como la que una vez sostuvo y aún mayor cuando la ingeniería moderna use hormigón armado para los trabajos de riego y el uso de maquinaria mecanizada para mantener los canales abiertos.

En Mesopotamia podría ser cultivada un área más grande que nunca antes en la larga historia de esta trágica tierra, pero la erosión en las tierras interiores agravó el problema del cieno en las aguas del Tigris y el Éufrates, hasta que fueron llevadas dentro el sistema antiguo de canales. Invasiones nómadas provenientes de las tierras de pastoreo y el desierto trajeron el quiebre de la irrigación, lo cual significó desastre tras desastre.

### En la Tierra de Egipto

Veamos ahora el otro gran centro de crecimiento de población y desarrollo de la civilización en el Valle del Nilo. En este lugar, la misteriosa esfinge evalúa los problemas de varias eras, mientras mira silenciosa el angosto valle verde del Nilo, ubicado a lo largo de un desierto tostado por el sol.

En Egipto, tal como en Mesopotamia, los cultivadores de la tierra aprendieron rápidamente a sembrar plantas de trigo y cebada y a cultivar comida excedente que eximió a sus compañeros para una división del trabajo, levantando una extraordinaria civilización que surgió en el Valle del Nilo. Nuestra deuda con los Antiguos Egipcios es enorme.

La agricultura también se desarrolló aquí en aguas con barro, pero los problemas de cultivo eran muy diferentes a los problemas de Mesopotamia. Inundaciones anuales de aguas cargadas con sedimento esparcían delgadas capas de sedimento sobre la tierra, haciendo que el nivel del suelo sea cada vez más elevado. En estas tierras planas en las que lenta-

mente se iba acumulando nueva tierra, los granjeros nunca tuvieron problemas de erosión.

Sin duda alguna, han existido problemas de acumulación de sal y del incremento de los niveles del agua de subsuelo, para lo cual el drenaje es la solución. Esto es en general verdad, ya que el riego continuo durante todo el año se ha vuelto posible gracias a la represa de Assuan, pero la base de la tierra se ha mantenido adecuada para el cultivo por más de 6,000 años.

Quizás fue en el Valle del Nilo, cerca a 6,000 años atrás, que un genial agricultor amarró una azada a un buey e inventó el arado, originando así el cultivo con herramienta de fuerza, alterando la estructura social de esos tiempos tanto como el tractor alteró la estructura social de nuestro país en los años recientes. Por estos hechos, los agricultores se volvieron más eficientes en el cultivo de alimentos; un agricultor desplazaba a varios de sus compañeros de la vital tarea de cultivar alimentos a otras áreas de trabajo. Muy posiblemente los Faraones tenían dificultad en mantener a la población excedente ocupada, por lo que sospechamos que las pirámides fueron los primeros proyectos con uso de mano de obra desplazada.

### Siguiendo el Rastro de los Israelitas

Seguiremos la ruta de Moisés; de las fértiles e irrigadas tierras de Egipto a una tierra montañosa en la que los bosques y campos eran regados con la lluvia del cielo. Los campos despejados en las laderas de las montañas presentaron un nuevo problema en la agricultura – el problema de la erosión del suelo, el cual, como veremos, se convirtió en el peligro más grande para la agricultura permanente y en un insidioso enemigo de la civilización.

Cruzamos el moderno Canal de Suez, con su diferente tono azul, hasta el Sinaí, donde los Israelitas y sus manadas deambularon por 40 años. Ellos o algunas otras personas seguramente tuvieron que sobre-pastorear la Península del Sinaí, ya que ahora es un cuadro de desolación. Vimos en este paisaje, cómo el manto original del suelo marrón había sido



200 pg | Jerusalem | 3-30

resources - to the total resources of the earth - to resources of the earth - far and near - from and near.

Procedures that have grown up in the out of the past in different restrictive circumstances may not necessarily meet the demands of world wide collaboration. So we seek where we may find the basic elements of a procedure - ritual, that may be adapted to the circumstances to surrounding of a society - making use of modern technology - for efficient production for man and for day.

The religion of the Hebrews contains many elements that are needed. Christianity has many more, depending on the manner of interpretation.

To achieve such an objective must be carried out in objectives, in pilot projects, where the theoretical principles can be demonstrated, planted in the land - projects would also become the training centers for staff to

erosionado en enormes zanjas que se veían como líneas amarillentas cortadas en el cobertor marrón del suelo. No esperaba encontrar evidencia de una erosión tan acelerada en la árida tierra del Sinaí.

En el camino hacia Aqaba pasamos por un paisaje extraordinario, una meseta que había sido erosionada a través de los tiempos hasta casi convertirse en una llanura. Esto se llama una cima recortada en el lenguaje fisiográfico.

Estas llanuras recortadas datan de los tiempos del Mioceno, en la escala geológica. Ahora, en la llanura no existe evidencia de cortes acelerados por corrientes de torrenteras, tampoco existe evidencia de que el clima se haya vuelto más seco o más húmedo que en las épocas del Mioceno. Aquí existe un registro acumulado que va mas atrás de la edad de hielo, proclamando que esta región ha sido extraordinariamente estable en su clima.

De esta meseta descendimos 2,500 pies hasta la Araba o el Cañón del gran valle de ruptura, el cual incluye el Golfo de Aqaba, la Araba, el Mar Muerto y el Valle del Jordán. Al comienzo del Golfo de Aqaba del Mar Rojo encontramos al Dr. Nelson Glueck excavando Ezión-geber, al cual él llama el antiguo Pittsburg del Mar Rojo ó el Puerto de Mar de Salomón. En este lugar el cobre era fundido hace 2,800 años para proveer de herramientas a Salomón y su gente. El ladrillo de barro utilizado para construir estas antiguas casas se veía tal como nuestro ladrillo de adobe de Nuevo México y Arizona.

Mientras salíamos del valle de ruptura, por la pared del este, hacia la meseta de Transjordán, la cual baja hacia el Desierto Árabe; nos aproximamos a Amman por el mismo tipo de meseta que atravesamos al oeste de Araba. Topográficamente estas dos llanuras son parte de la misma meseta que antes se extendía intacta a través de esta región, pero hacia el final del tiempo Plioceno - eso es justo antes del comienzo de la era del hielo - una serie de fallas paralelas se desencadenaron en el gran valle para dar forma a uno de los más espectaculares ejemplos de

movimiento de la corteza terrestre que los geólogos conocen.

Desde Ma'an avanzamos pasando por una antigua represa romana copada por cieno, que luego fue lavado para quedar como una pared sin sentido. En Elji montamos caballos para visitar las fantásticas ruinas de la Antigua Petra, (llamada Sela en el Antiguo Testamento). Esta muy-discutida ciudad era la capital de la civilización Nabatea y floreció en la misma época de la Edad de Oro de China - 200 a.C. a 200 d.C. Ruinas de una gran ciudad, (del color de una rosa roja), se encuentran escondidas en un cañón del desierto al margen del desierto Árabe.

Petra es ahora la ruina desolada de un gran centro de poder y cultura. Ha sido utilizada por algunos estudiosos como evidencia de que el clima se ha vuelto más seco en los últimos 2,000 años; haciendo de esta manera que sea imposible que esta tierra soporte una población tan grande como la que sostuvo en el pasado. En contradicción a esta conclusión, encontramos laderas del valle circuncidante cubiertas con paredes de terrazas que habían caído en la ruina, y que habían permitido que las laderas hayan sido lavadas hasta roca firme en amplias áreas. Estas evidencias demuestran que alimentos habían sido producidos en esta parte y que la erosión del suelo había dañado la tierra inutilizándola para el uso de cultivos.

Las invasiones de nómadas del desierto probablemente resultaron en la ruptura de las medidas de conservación del suelo y del agua. La erosión también había lavado el suelo de las laderas arruinando la capacidad de que esta tierra pueda sostener una población. Antes de atribuir la decadencia de la región al cambio del clima, debemos conocer cuánto contribuyó el impacto de la agricultura intensiva a la desaparición de la civilización Nabatea.

Los grandes edificios utilizados para servicios públicos son asombrosos: los templos, edificios administrativos y sepulcros se encuentran tallados en los riscos de piedra arenisca de Nubia. Una fascinante historia se encuentra escondida en las ruinas aun no

excavadas de esta antigua capital. Influencias de las civilizaciones Griega y Romana fueron encontradas en un gran teatro que tenía capacidad para sentar a 2,500 personas. Este gran teatro se encontraba completamente tallado en una enorme piedra arenisca, la cual ahora solo sirve de eco de los gritos de las águilas o la charla de los turistas.



Figura 3. Esta es una vista actual de parte de la Tierra Prometida, a la que Moisés llevó a los Israelitas aproximadamente el año 1200 a.C. Unos cuantos terrenos todavía tienen suficiente tierra como para levantar una escasa cosecha de cebada. Pero la mayor parte del territorio ha perdido prácticamente toda su tierra, como se observa en el afloramiento de las rocas. La terraza de roca en primer plano ayuda a sostener algo de lo que queda de la tierra en su lugar.

Procediendo en dirección al norte en la tierra bíblica de Moab, llegamos a la tierra del Monte Nebo y nos acordamos de cómo Moisés, después de haber guiado a los Israelitas 40 años deambulando por el desierto, se paró en esta montaña y miró a través del Valle del Jordán hacia la Tierra Prometida y la describió a sus seguidores en palabras como estas:

“Porque Jehová tu Dios te introduce en la buena tierra, tierra de arroyos, de aguas, de fuentes y de manantiales, que brotan en vegas y montes; tierra de trigo y cebada, de vides, higueras y granados; tierra de olivos, de aceite y de miel; tierra en la cual no comerás el pan con escasez, ni te faltará nada en ella; tierra cuyas piedras son hierro, y de cuyos montes sacarás cobre.”

### La Tierra de Leche y Miel

Cruzamos el Valle del Jordán como lo hizo Josué y encontramos el Río Jordán, un riachuelo turbio decepcionante. Nos detuvimos en las ruinas de Jericó y desenterramos granos de cereales carbonizados que según los arqueólogos pertenecían indudablemente a una antigua familia de esta desafortunada ciudad. Miramos cómo se encontraba hoy la Tierra Prometida, 3,000 años después de que Moisés la describiera a los Israelitas como una “tierra donde fluye leche y miel.”

Encontramos que los suelos de tierra roja lavaron las faldas de las colinas hasta la roca firme, hasta más de la mitad de la tierra alta. Estos suelos se alojaron en los valles aún bajo cultivo y aún afectados por la erosión en la forma de grandes barrancos que cortan a través del aluvión con cada lluvia fuerte. Evidencia de rocas lavadas de las faldas de las colinas fue encontrada junto a montones de tierra, las habían acumulado para hacer que la civilización sea más fácil a su alrededor. Desde el aire pudimos leer con increíble vivencia la historia gráfica, tal cual se escribió en la tierra. Los suelos han sido lavados de la base de roca en la vecindad de Hebrón, y solamente saldos de la tierra quedaron atrás, en pisos de valles angostos aún trabajados con pequeños cultivos.

En las desnudadas tierras altas de Judea, existen ruinas de sitios de pueblos abandonados. El Capitán P.L.O. Guy, director del Instituto Británico de Arqueología, ha estudiado estos sitios en detalle, encontrados en el drenaje de Wadi Musrara, que estuviera ocupada 1,500 años atrás. Desde esa época, estos han sido despoblados y abandonados, en mayor número en las partes más altas.

El Capitán Guy dividió el drenaje de Musrara en 3 zonas de diferentes altitudes: La llanura, entre 0 y 325 pies de altura; las estribaciones, 325 a 975 pies de altura; y las montañas, 975 pies y más de altura. En la llanura, 34 sitios fueron ocupados y 4 fueron abandonados; en las estribaciones, 31 fueron ocupados y 65 fueron abandonados; y en las montañas, 37 fueron ocupados y 124 fueron abandonados. En otras palabras, los pueblos han sido abandonados en

las 3 zonas en porcentajes por encima del orden de 11, 67, y 77, lo cual coincide con la eliminación de la tierra.

Es algo asombroso que los pueblos hayan sido abandonados en un paisaje como este de la zona superior, cerca de Jerusalén. La tierra, la fuente de suministro de alimentos, ha sido destrozada por la erosión. Solo remanentes de la tierra en los canales de drenaje son sostenidos por paredes de piedra.

En los lugares en que la tierra se sostiene por terrazas con paredes de piedra que han sido mantenidas hasta ahora, las tierras todavía son cultivadas después de varios miles de años. Y aún siguen produciendo, pero no en gran medida, sin duda alguna por el mal manejo de la tierra (fig. 3).

Lo más importante es que las tierras aún se encuentran en su lugar, y con un mejor tratamiento del suelo cultivarán cosechas más grandes. Las colinas deslumbrantes de Judea, no lejos de Jerusalén, son ocupadas con solamente unas cuantas de sus antiguas aldeas. Las terrazas en estas colinas han sido mantenidas en reparación por más de 2,000 años.

¿Cuál es la causa de la decadencia de este país donde una vez fluía la leche y la miel? Cuando meditamos sobre la trágica historia de las Tierras Santas recordamos la lucha entre Caín y Abel. Esta lucha se ha vuelto real a través del tiempo, mediante el conflicto que persiste, aún hasta hoy, entre el habitante de carpa y el habitante de casa, entre el pastor y el granjero.

El desierto parece haber producido más gente que la que podía alimentar. De tiempo en tiempo, la gente del desierto se abalanzaba barriendo los fértiles valles aluviales donde, por irrigación, los cultivadores de la tierra cultivaban abundante comida para sostener a numerosas aldeas y prósperas ciudades.

Barrían como un lobo hambriento, atacando las reservas de alimentos de los agricultores. Los invasores saqueaban y robaban para luego continuar su camino. Muchas veces dejaban destrucción y matanza por su paso, o reemplazaban antiguas poblaciones para ellos mismos convertirse en

granjeros, simplemente para ser barridos más tarde por otra ola de hambrientos habitantes del desierto.

Los conflictos entre las culturas de pastoreo y de cultivos de las Tierras Santas han sido los principales responsables de la trágica historia de esta región. Y no podemos esperar que exista paz en esta antigua tierra mientras estas dos culturas no se ayuden en cooperación.

Vimos las carpas de los descendientes nómadas de Arabia. Estos en el séptimo siglo se abalanzaron desde el desierto para conquistar e invadir los cultivos de los palestinos. Nuevamente en el siglo 12, los nómadas expulsaron a los defensores. Fueron ellos con sus rebaños de cabras de orejas-largas quienes hicieron caer las paredes de las terrazas en ruina y desataron las fuerzas de la erosión. Durante casi 13 siglos, la erosión ha estado lavando las tierras de las laderas hacia el mar o hacia los valles, creando pantanos.

En tiempos recientes ha estado vigente un gran movimiento emprendido por los pobladores judíos para redimir la Tierra Prometida. Han hecho maravillas en el desagüe de los pantanos, librándolos de la malaria y cultivándolos en forma de huertos y campos prósperos. Estos pobladores también han reparado las terrazas, reforestado las laderas rocosas y desoladas, y mejoraron la ganadería y la granja avícola.

A través de nuestra investigación del trabajo de las colonias agrícolas, me pidieron que les aconsejase sobre medidas de conservación de la tierra y del agua. Les sugerí que plantasen una huerta y que la tierra sea formada en terrazas de banca formadas por surcos de contorno. Nos mostraron una huerta de frutales que habían sido plantados en el contorno, la tierra estaba arreglada en terrazas de banca y los lados de las colinas, por encima de la huerta, tenían zanjas en el contorno y estaban plantadas con árboles resistentes.

Gracias a estas medidas, toda la lluvia que había caído la anterior temporada, una de las temporadas más fuertes en muchos años, había sido absorbida por la tierra. Después de que este trabajo fuera real-

izado, no hubo escurrimiento de agua superficial que derivara en zanjas y barrancos o que dañara las huertas de más abajo. Nos dijeron que la persona responsable de esto había aprendido estas medidas en Transcaucasia en el "Institute of Water Economy" (Instituto de Economía del Agua) en Tiflis, Georgia.

### A Través de Siria

Cruzamos nuevamente el Jordán hacia una región famosa por sus robles, campos de trigo y manadas bien alimentadas en los tiempos bíblicos. Encontramos las ruinas de Jerash, una de las 10 ciudades de la Decápolis, y Jerash segunda. Los arqueólogos nos dicen que Jerash fue una vez el centro de unas 250,000 personas. Pero hoy en día solo un pueblo de 3,000 marca este gran centro de cultura. El país está escasamente poblado con seminómadas. Las ruinas de esta que fue una poderosa ciudad de cultura Griega y Romana, se encuentran enterradas a una profundidad de 13 pies bajo los escombros que han sido lavados de las laderas erosionadas.

Buscamos las fuentes de agua que alimentaron a Jerash y encontramos una serie de manantiales protegidos por mampostería construida en los tiempos Greco-Romanos. Examinamos cuidadosamente estos manantiales con los arqueólogos, para ver si el nivel del agua había cambiado con respecto a las estructuras originales y si las aperturas de donde los manantiales vertían sus aguas eran las mismas que en tiempos antiguos. No encontramos ningún indicio de que el nivel del agua hubiera sido más bajo cuando construyeron las estructuras o que las aperturas hubieran sido diferentes. Pareciera que el abastecimiento de agua no habría fallado.

Cuando examinamos las laderas que rodean a Jerash, encontramos el suelo lavado hasta la roca firme pese a las terrazas construidas con paredes-de-piedra. La tierra que había sido lavada de las laderas se había estancado en los valles. Estos valles eran cultivados por seminómadas que vivían en carpas de pieles de cabras negras. En tiempos Romanos esta área proveía grano a



Figura 4. Ruinas de una de las Cien Ciudades Muertas de Siria. De 3 a 6 pies de tierra han sido lavados de la mayoría de las laderas. Esta ciudad permanecerá muerta ya que la tierra que la rodea no puede sostener una ciudad.

Roma y sostenía comunidades prósperas y villas ricas, de las cuales encontramos ruinas en las cercanías.

En las llanuras aluviales a lo largo del río Orontes, la agricultura sostenía a varias ciudades de mucha menor población que las de tiempos antiguos. Las norias introducidas desde Persia durante o seguidamente a las conquistas de Alejandro Magno (300 a.C.) fueron numerosas a lo largo del Orontes. Nos dijeron que había cientos de ellas en tiempos romanos, pero hoy solo quedan 44. Son pintorescas estructuras antiguas, tanto en apariencia como en el gemido de la rueda giratoria mientras lentamente levantan agua del río hacia el acueducto, para proveer agua a la ciudad de Hamah. Estas ruedas tienen más de 2,000 años de antigüedad. Pero ninguna parte de las ruedas es tan antigua, ya que han sido cambiadas poco a poco y muchas veces a través de los siglos.

### Las Cien Ciudades Muertas

Subiendo más al norte de Siria, encontramos una región en la que la erosión había hecho gran daño en un área de más de un millón de acres de suaves colinas de piedra caliza, entre Hamah, Aleppo y Antioquia. El Padre Mattern y otros arqueólogos franceses encontraron más de 100 ciudades muertas en este desierto creado por el hombre.

Butler de Princeton redescubrió esta región hace una generación. Estas ciudades no eran ciudades como las que conocemos, sino pueblos y pueblos-mercados. Las ruinas de estos pueblos no fueron enterradas, fueron dejadas como huesos desnudos sobre la hermosa piedra caliza, levantadas sobre la árida roca (fig. 4). La erosión había hecho lo peor en este lugar. Si la tierra se hubiese mantenido, aunque las ciudades hubieran sido destruidas y las poblaciones dispersadas, el área podía haber sido repoblada y las ciudades reconstruidas. Pero ahora que la capacidad de la tierra se ha agotado, todo se ha agotado.

Nos dijeron que entre el 610-612 d.C. un ejército Persa invadió esta próspera región. Luego, antes de la siguiente generación, entre el 633-639 los

nómadas del desierto de Arabia completaron la destrucción de los pueblos y la dispersión de la población. De este modo, todas las medidas de conservación de la tierra y del agua que habían sido construidas a través de los siglos cayeron en desuso y ruina. Luego, la erosión fue desatada para realizar su mortífero trabajo, haciendo de esta área un desierto creado por el hombre.

### Buscando los Bosques del Líbano

Nos dijeron los arqueólogos que cerca de 4,500 años atrás, una tribu Semítica se abalanzó desde el desierto y ocupó la costa Este del Mediterráneo, estableciendo las ciudades de puerto, Tiro y Sidón. En el sitio de otra ciudad portuaria ancestral está Beirut, la cual hoy en día es la capital del Líbano. Puede verse desde un punto alto de las montañas del Líbano, ubicada sobre el Mar Mediterráneo.

Estos tempranos semitas eran fenicios.

Encontraron su tierra en un sector montañoso con una llanura costera muy angosta y muy poco terreno plano sobre el cual practicar su agricultura tradicional con riego, tal como habían desarrollado en Mesopotamia y Egipto. Podemos deducir que mientras la gente Fenicia crecía en población se confrontaban con tres opciones: (1) migración y colonización, que sabemos que se hacían; (2) fabricación y comercio, que sabemos que se hacían; y (3) agricultura en las laderas, sobre lo cual hemos escuchado poco hasta ahora.

En este lugar se encontraba una tierra cubierta de bosques y regada por lluvias del cielo; una tierra con problemas completamente nuevos para los cultivadores de la tierra, quienes estaban acostumbrados a los valles llanos aluviales de Mesopotamia y del Nilo. Mientras los bosques eran cortados, ya sea para uso doméstico o para uso comercial, las laderas eran cultivadas. Después, el suelo de las laderas se erosionaba con las fuertes lluvias de invierno, tal como lo harían hoy en día. Así, con una agricultura de lluvia, se encontraron con una severa erosión del suelo y con el problema de establecer una agricultura permanente en las laderas.

Mientras leíamos el registro escrito en la tierra de esta fascinante región, encontramos tragedia tras tragedia grabada profundamente en las tierras en pendiente. Para combatir la erosión, se construyeron paredes a lo largo de las laderas. Las ruinas de estas paredes pueden ser vistas dispersas en varios lugares hoy en día. Estas medidas fracasaron y la erosión causó que las tierras se deslicen por la pendiente. Mientras la tierra con buena estructura era lavada de las laderas dejando rocas sueltas en la superficie, los cultivadores de la tierra amontonaron las rocas para facilitar sus cultivos. En estos casos la batalla contra la erosión fue definitivamente una batalla perdida.

En otra parte encontramos que la batalla contra la erosión había sido ganada mediante la construcción y el mantenimiento de series extraordinarias de terrazas de paredes de piedra que se extendían desde las bases hasta las cimas de las colinas, como fantásticas escaleras (fig. 5). En Beit Eddine, en las montañas del Líbano, al este de Beirut, encontramos las laderas con terrazas aún hasta gradientes de 76 por ciento.



Figura 5. Terrazas con bancos basándose en paredes de piedra que han estado en uso por miles de años, en el Líbano. La construcción de terrazas de este tipo costaría entre \$2,000 y \$5,000 por acre si el salario fuera de 40 centavos por hora. Tales métodos tan costosos de protección de la tierra son prácticos solamente donde la gente no tiene otro territorio para cultivar sus alimentos.

Las montañas de la antigua Fenicia fueron una vez cubiertas por famosos bosques, los cedros del Líbano. Una inscripción en el templo de Karnak, traducida por Breasted, anuncia la llegada a Egipto de 40 barcos cargados con madera proveniente del Líbano, antes del 2900 a.C.

Usted recordará que fue el Rey Salomón, hace casi 3,000 años, quién hizo un acuerdo con Hiram, Rey de Tiro, para proporcionarle cipreses y cedros de estos bosques para la construcción del templo de Jerusalén. Salomón proporcionó 80,000 leñadores para trabajar en el bosque y 70,000 para deslizar los troncos hasta el mar. Debe haber sido un enorme bosque para haber requerido tal fuerza. ¿Qué ha pasado con este famoso bosque que una vez cubrió cerca de 2,000 millas cuadradas?

Hoy en día solo quedan cuatro pequeñas arboledas de este famoso bosque de cedros del Líbano, el más importante es el bosque de Trípoli, en el tazón de un valle. Una inspección a la arboleda reveló aproximadamente 400 árboles, de los cuales 43

son veteranos o árboles-lobo. Mientras leemos la historia escrita en los anillos de los árboles, parecería que hace 300 años la arboleda había casi desaparecido con solo 43 veteranos esparcidos sobrevivientes.

Estos árboles con ramas ampliamente extendidas habían crecido en una hilera abierta. En aquel tiempo, fue construida una pequeña iglesia en medio de ellos, que hacía que la arboleda sea sagrada. Una pared de piedra fue construida alrededor de la arboleda para mantener fuera a las cabras que pastaban por las montañas. Las semillas de los árboles veteranos cayeron al suelo, germinaron, y se convirtieron en una buena hilera de árboles altos y rectos creciendo muy cercanos uno al otro, que muestran cómo los cedros del Líbano hacen buena madera de construcción cuando crecen en condiciones de bosque, (fig. 6).

Tal reabastecimiento natural también muestra que este famoso bosque no ha desaparecido por cambios adversos del clima, y que se extendería hasta hoy bajo el clima presente si estuviese bien-resguardado



Figura 6. Todavía crecen cedros en Líbano cuando se les da una oportunidad. Esta es parte de una de las cuatro pequeñas arboledas que todavía existen. Se encuentra en tierras de un monasterio, está protegido del pastoreo de cabras mediante una cerca de piedras.

de las rapaces cabras que comen cualquier planta accesible en estas montañas.

### El Lamento de China

Antes de continuar con Chipre y África del Norte, demos una mirada a China. La civilización en este lugar surgió un poco más tarde que la del Medio Oriente, y fue influenciada por ésta. La agricultura mixta, la irrigación, el arado a propulsión de bueyes y el terrazo de las laderas son notoriamente similares en las dos regiones, (fig. 7).

Fue en China, cuando fui incluido en un proyecto internacional para la prevención de la hambruna de 1922-27, la primera vez en que el pleno y fatídico significado de la erosión del suelo fuera asentado en mi conciencia.

Durante una exploración agrícola en las regiones del Norte de China, seriamente afectadas por la hambruna de 1920-21, examiné el sitio en que, en 1852, el Río Amarillo se desbordó de sus enormes sistemas de diques internos y externos. Mientras viajábamos por las lisas llanuras de Honan, vimos una gran colina de punta-plana surgir enfrente de nosotros. Continuamos nuestro camino sobre la llanura elevada por 7 millas hasta otro gran dique que se extendía a través del paisaje, de horizonte a horizonte. Montamos este dique y ahí, enfrente de nosotros, se extendía el Río Amarillo, el Hwang Ho, una gran extensión de agua color marrón, fluyendo silenciosamente esa mañana de primavera hacia una neblina de color ámbar oscuro en el este.

En este lugar, en un canal elevado completamente entre 40 y 50 pies de altura sobre la llanura del gran delta, se extiende el río conocido por mil años como "El Lamento de China." Este gigantesco río había sido elevado sobre todo el recorrido de 400 millas a través de su delta, y había sido mantenido en este canal por el trabajo de la mano del hombre – sin máquinas ni motores, sin cables de acero o madera de construcción y sin piedras.

Aquí, en miles de años, millones de agricultores chinos habían construido con sus propias manos y

canastas un estupendo monumento de cooperación humana y de deseo de sobrevivir. Desde los días de Ta-Yu, cerca de 4,000 años atrás, las batallas contra las inundaciones de este tremendo río, se han ganado y perdido, una y otra vez.

¿Pero, porqué debe ser interminable esta batalla con el río? Cualquier relajamiento de la vigilancia dejaría que el río se desbordara de sus diques, llamando a trabajo hercúleo y cooperativo para colocar al río nuevamente en su canal. De pronto me di cuenta de que el río era color marrón y que venía con sedimento, cargado en gran medida con barro que había sido lavado de las tierras altas del extenso sistema de drenaje del Río Amarillo.

Cuando las aguas del río llegaban a la suave parte inclinada del delta, (1 pie por milla), la corriente bajaba su velocidad y la carga de sedimento comenzaba a estancarse. Los depósitos de sedimento redujeron la capacidad de que fluya abundante agua por el canal, creando amenazas de fuertes inundaciones para los agricultores, que los hicieron construir los diques cada vez más altos, año tras año.

No existía fin a esta demanda del río si es que se lo restringía manteniéndolo dentro de sus diques. El control final sobre el río que venía tan cargado con sedimento era imposible, sin embargo, millones de agricultores seguían esforzándose en ello.

En 1852, las aguas marrón-amarillentas del Hwang Ho se desbordaron de su canal elevado en busca de otro camino hacia el mar. El río se vació en el Mar Amarillo, usurpando la antigua salida del río Shai.

En esta ocasión, el río se desbordó sobre los diques, cerca de Kaifeng, Honan. Se desvió hacia el noreste sobre tierras de cultivos, destruyendo pueblos y ahogando a millones de personas, y se vertió en el Golfo de Chihli, 400 millas al norte de su antigua salida. En su furia, se rehusó a ser levantado más alto que su llanura. Cientos de miles de granjeros fueron derrotados. El sedimento los había vencido sin importar cuan valientes habían sido.

¡Sedimento-sedimento-sedimento! Decidimos descubrir de dónde venía este sedimento, aún hasta las aguas de cabecera.

En una serie de exploraciones agrícolas cuidadosamente planificadas, descubrimos la fuente del sedimento que trajo ruina a millones de granjeros en la llanura. En la provincia de Shansi encontramos cómo la línea de cultivo había sido empujada hacia las laderas despejando a los bosques. De esta manera, la tierra que antiguamente había sido protegida por una capa forestal, fue expuesta a las lluvias del verano, y la erosión comenzó un largo proceso de destrucción de la tierra y de relleno de los riachuelos con el desperdicio de la tierra y detritos.

Sin una base de comparación, pudimos fácilmente haber leído mal el registro escrito en esta tierra. Pero los bosques de los templos, preservados y protegidos por los sacerdotes Budistas, nos dieron a mí y a mis asociados chinos, una oportunidad extraordinaria para medir y comparar proporciones de erosión con estos bosques y con laderas y suelos similares que habían sido despejados y cultivados.

En resumen, mis asociados científicos chinos y yo, llevamos a cabo una serie de experimentos relacionados con la erosión del suelo durante temporadas de lluvia por 3 años. En estos experimentos medimos la tasa de escurrimiento y la erosión de terrenos debido al escurrimiento de superficie, en bosques de los templos, en campos de cultivo que se encontraban actualmente cultivados, y en campos abandonados debido a la erosión. Por primera vez en estudios de la erosión del suelo, conseguimos datos experimentales de las comparaciones. Aquí también encontramos cómo el Río Amarillo se había convertido en El Lamento de China, ya que encontramos que el escurrimiento y la erosión de la tierra cultivada fueron muchas veces más grandes que las de los bosques de los templos.

Estaba claro que si los granjeros de la llanura del delta alguna vez iban a ser resguardados de los numerosos peligros del cargado Río Amarillo, la

fuente de sedimento debía ser detenida mediante el control de la erosión.

Avanzando más hacia el oeste y en medio de los famosos y vastos depósitos de Loessia, en China del Norte, encontramos en la provincia de Shansi, un sistema de riego establecido el 246 a.C. que había sido puesto en desuso debido al sedimento. Aquí, una vez más, el sedimento era el villano.

Buscamos el origen del sedimento que dio fin a un proyecto de irrigación que alimentó a los hijos de Han durante la Edad de Oro de China. Este origen fue encontrado en áreas en que la erosión del suelo se había devorado el suelo, haciendo barrancos de 600 pies de profundidad (fig. 8). Fue mientras contemplaba tales escenas que decidí desafiar las conclusiones del gran geólogo Alemán Baron Von Richthofen y de Ellsworth Huntington que indica-

ban que la decadencia de la China del Norte se debía a la sequía y pulsaciones del clima.

Los bosques de los templos dieron la clave. Demostraron sin duda alguna que el actual clima podría soportar un generoso crecimiento de vegetación, capaz de prever erosión a tal escala. La toma de posesión de la tierra por parte de los humanos había puesto en movimiento procesos de desgaste del suelo que era autosuficiente para explicar la decadencia de esta parte de China, sin cambios adversos en el clima.

Fue en la presencia de tales escenas trágicas en una escala gigantesca que decidí investigar la naturaleza de la erosión de suelos y dedicar mi vida al estudio de conservación para conservar las tierras de las cuales la humanidad depende.

## Desperdicio del suelo en el Antiguo Chipre

Volvamos ahora y sigamos el curso oeste de la civilización, desde las Tierras Santas, a través de África del Norte, hasta Europa. En Chipre encontramos los problemas del uso de la tierra del Mediterráneo, resumidos en una pequeña área, hablando comparativamente.

En la llanura de Mesaoria existe un contundente registro dentro y referente a una iglesia Bizantina. La iglesia, en las afueras de la aldea de Asha, en la parte este de Chipre, se encuentra rodeada por un cementerio y por su muro. Según nuestras mediciones, la llanura aluvial ahora se encuentra a 8 pies por encima del nivel del cementerio. Al entrar a la iglesia bajamos 3 pies desde el nivel del patio hasta el suelo de la iglesia. Cuando estábamos adentro nos



Figura 7. Estas terrazas de banco en la provincia de Shansi ilustran el grado al cual algunos granjeros chinos han llegado para conservar la tierra restante de sus laderas.



Figura 8. Estas inmensas zanjas y barrancos indican la gravedad de la erosión de suelo en las profundas y una vez fértiles tierras Loessial, del Norte de China. Millones de acres han sido cortados de esta manera y ahora casi no tienen valor.

dimos cuenta que los arcos de punta baja fueron bloqueados y se habían cortado nuevos arcos para puertas y ventanas.

El anciano sacristán nos dijo que cerca a 30 años atrás, una inundación de la llanura había llenado la iglesia con agua, dejando 2 pies de sedimento sobre el suelo de la iglesia. En vez de limpiarlo, se había colocado un nuevo piso de piedra sobre el depósito de sedimento. De esta manera, 8 + 3 + 2 equivalen a 13 pies de diferencia entre la altura de la llanura aluvial actual y el piso original de la iglesia. Con estas mediciones, concluimos que la llanura se había llenado por lo menos 13 pies con escombros erosionales que habían sido lavados de las laderas de los desagües.

### A través de África del Norte

A lo largo de la costa norte de África, hacia Túnez y Algeria, leímos los registros en el granero de Roma durante el Imperio. Para hacerlo, estudiamos un corte-muestra desde el Mediterráneo hasta el Sahara, desde 40 pulgadas de lluvia hasta 4 pulgadas; de

Cartago en la costa de Biskra hasta el borde del misterioso Sahara.

En Túnez encontramos que en el desierto de África del Norte llueve en invierno tal como lo hacía en el tiempo del Cesar – en el año 44 a.C. El Cesar se quejó de cómo un gran aguacero con viento había hecho que se inunde y que se vuelen las carpas del campamento de su ejército. Llovió lo suficientemente fuerte como para que se produzcan inundaciones relámpago en los lugares bajos. En un lugar, agua con barro cruzó la carretera en tal volumen, que decidimos esperar que pase el constante fluir para continuar nuestro camino.

Nos detuvimos en el lugar de la antigua Cartago, la principal ciudad de África del Norte en tiempos Fenicios y Romanos – ciudad que produjo Aníbal y se convirtió en un peligroso rival de Roma. En el año 146 a.C., al final de la Tercera Guerra Punicia, Scipio destruyó Cartago; pero salvó de la condenada ciudad 28 volúmenes de trabajo en agricultura escritos por un cartaginés de nombre Mago.

Mago era reconocido por los Griegos y por los Romanos como la principal autoridad en agricultura en el área del Mediterráneo. Estos trabajos de temas agrícolas de Mago fueron traducidos por escritores Romanos, tales como Columella, Varro y Cato. Las traducciones nos dicen que las tradiciones de conservación del suelo y del agua descubiertas en las laderas de la antigua Fenicia habían sido traídas por colonizadores. Sospechamos que estas medidas proporcionaron la base de la gran producción agrícola que era tan importante para los Romanos durante la época del Imperio.

Sobre una amplia parte del antiguo granero de Roma encontramos el suelo lavado hasta roca firme y las colinas seriamente zanjadas como resultado del sobrepastoreo. La mayor parte de las tierras del valle aún siguen siendo cultivadas, pero están siendo erosionadas en grandes barrancos, alimentadas por acelerados escurrimientos de las tormentas de las áridas laderas. Ésta es un área que sostuvo a varias grandes ciudades en tiempos Romanos.



Figura 9. Ruinas de Timgad – una antigua ciudad Romana construida durante el primer siglo d.C. Las cabañas que se ven al fondo ahora albergan cerca de 300 habitantes, que es todo lo que la tierra erosionada soporta. Véase que las colinas erosionadas en el fondo son casi tan desoladas como las ruinas.



Figura 10. Ruinas del anfiteatro de la antigua ciudad Thysdrus, en Túnez, el cual daba cabida a 60,000 personas sentadas. Hoy en día, solo algunas miles de personas habitan en esta área. El pequeño rebaño de ovejas en el primer plano es una indicación justa de la habilidad de la tierra de sostener vida.

En Djemila encontramos los fantasmas de Cuicul. Ciudad que una vez fue grande, populosa y rica; pero luego fue completamente cubierta por escombros de erosión que habían sido lavados de las laderas circundantes, excepto por 3 pies de una columna. Por 20 años, arqueólogos Franceses habían estado excavando esta impresionante ciudad romana y habían descubierto grandes templos, dos grandes foros, magníficas iglesias cristianas, y grandes depósitos de trigo y aceite de oliva. Todo esto había sido enterrado por escombros de erosión que habían sido lavados de las erosionadas laderas. Las colinas circundantes que una vez se encontraron cubiertas con plantaciones de olivo, ahora se encuentran cortadas con barrancos activos.

La moderna aldea acoge solo a algunos habitantes. Las tierras llanas aún se encuentran cultivadas con grano pero las laderas están áridas, erosionadas y consumiéndose. ¿Cuál es la razón para esta asombrosa decadencia y ruina?

### Timgad, Capital Perdida de una Agricultura Perdida

Viajando más en dirección al sur, nos detuvimos para estudiar las ruinas de otra gran ciudad Romana de África del Norte, Thamugadi, ahora llamada Timgad (fig. 9). Esta ciudad fue fundada por Trajan en el primer siglo d.C. Se extendía con un patrón simétrico y estaba adornada con magníficos edificios, con un foro adornado con estatuas y pórticos tallados, una biblioteca pública, un teatro con capacidad para aproximadamente 2,500 personas, 17 grandes baños Romanos, y resplandecientes inodoros de mármol para el público.

Después de que la invasión de los nómadas en el séptimo siglo hubiese completado la destrucción de la ciudad y la dispersión de su población, este gran centro de cultura y poder Romano fue perdido al conocimiento por 1,200 años. Fue enterrado por el polvo de la erosión de viento de tierras de cultivos circundantes, de manera que solo quedaba parte del arco de Hadrian y tres columnas como lápidas sobre

los ondulados montículos, indicando que existió una vez una gran ciudad en ese lugar.

El gobierno de Francia ha estado excavando este gran centro durante 30 años. Extraordinarios ejemplos de construcción, de arte y de estilo de vida durante los tiempos romanos en África del Norte han sido revelados, todos respaldados por la agricultura del Granero de Roma.

Pero hoy en día, este gran centro de poder y cultura del Imperio Romano es tan solo desolación. Está representado por una moderna aldea de solo algunos cientos de habitantes que viven en miserables estructuras, en las cuales las paredes son construidas sobretodo con piedras extraídas de las ruinas de la antigua ciudad. La erosión de agua ha cortado una zanja en la tierra y ha puesto en peligro un antiguo acueducto que suministraba agua a la ciudad de Timgad desde un gran manantial que se encuentra mas o menos a 3 millas de distancia.

Estudiamos, dentro y en los alrededores de Timgad, impresionantes ruinas de grandes prensas de olivos; donde hoy no existe ni un árbol de olivo en el radio del horizonte.

En la llanura de Túnez encontramos en El Jem las ruinas de un anfiteatro, segundo en tamaño y solamente comparable con el de Roma, (fig. 10). Fue construido para sentar aproximadamente a 60,000 personas, pero hoy en día sería difícil encontrar a 5,000 personas en este distrito. La antigua ciudad se encuentra ahora enterrada alrededor del anfiteatro, y una miserable aldea moderna esta construida sobre la enterrada ciudad.

¿Cuál fue la causa de la decadencia de África del Norte y la disminución de su población? Algunos estudiantes han sugerido que el clima había cambiado y se había vuelto más seco, forzando a la gente a abandonar sus extraordinarias ciudades y trabajos. Pero Gsell, el renombrado geólogo que estudió este problema por 40 años, desafió la conclusión de que el clima haya cambiado en cualquier forma importante desde los tiempos Romanos.

Así que Hodet, Director de las excavaciones arqueológicas de Timgad, decidió, como un experimento, plantar árboles de olivo en una parte no-excavada de la ciudad, en un lugar en que no existiera la posibilidad de riego subterráneo. Plantó tiernos árboles de olivo de la manera preescrita en la literatura Romana, regándolos en las siguientes dos largas y secas temporadas de verano. Estos árboles de olivo están prosperando, indicando que en los lugares en que la tierra sigue en su lugar, árboles de olivo crecerán hoy probablemente tanto como lo hacían en tiempos Romanos.

En las llanuras cerca de Sfax, antiguos viajeros encontraron ruinas de prensas de olivos, pero no encontraron ningún árbol de olivo. Cuarenta años atrás se decidió hacer un experimento de plantar árboles de olivo en ese lugar. Ahora, más de 150,000 acres se encuentran plantados con árboles de olivo; sus productos mantienen a prósperas industrias en la moderna ciudad de Sfax. Estos cultivos indican que el clima de hoy no se ha convertido significativamente mas seco que en tiempos Romanos.

Otros estudiosos de este desconcertante problema han sugerido que las pulsaciones del clima con intervalos de periodos secos, suficiente largos como para borrar la civilización de África del Norte, se habían llevado acabo. Tal hecho, indudablemente podía haber sido el caso. Pero en Sousse encontramos evidencia contundente respecto a este punto en un olivar que había sobrevivido desde tiempos romanos. Nos informaron que estos árboles de olivo tenían por lo menos 1,500 años de edad.

Me interesó la forma en que estos árboles eran plantados – en cuencas protegidas por lomas de tierra de manera que entre el escurrimiento de tormenta no-absorbido de suelo más alto. Pasamos por esta área en un tiempo de fuertes lluvias, lo cual mostró precisamente cómo este método había funcionado desde que los árboles fueron plantados. Si es que hubo pulsaciones desde tiempos Romanos, este olivar debería mostrar que los periodos más secos no fueron

lo suficientemente severos como para matar a los árboles de olivos. Concluimos que no parece probable que ni un cambio progresivo del clima ni pulsaciones del clima sean los causantes de la decadencia de África del Norte. Debemos buscar otras causas.

En las laderas entre Constantina y Timgad encontramos en la tierra un registro que indica lo que ha pasado con las tierras del granero de la antigua Roma. Encontramos algunas colinas que, según los botánicos, se encontraban cubiertas con una sabana de vegetación de árboles y pasto dispersos. La vegetación había conservado una capa de la tierra en estas colinas por tiempo desconocido.

Con la llegada de la cultura de pastoreo introducida por invasores nómadas de Arabia, la erosión fue desatada mediante el sobrepastoreo de las colinas. Podemos ver en el paisaje cómo la capa del suelo ha sido lavada de la parte superior de las laderas hasta roca firme. El escurrimiento acelerado de la roca descubierta cortó zanjas en el borde superior de la capa del suelo haciendo que baje como si estuvieran jalando una gran alfombra de las colinas.

La acumulación de corrientes torrenciales durante las tormentas de invierno está cortando zanjas a través de las llanuras aluviales tal como lo hace en Nuevo México, Arizona y Utah en nuestro país. El efecto de esto es el bajar el nivel de agua subterránea, trayendo mas o menos los efectos de sequía sin que se haya reducido la cantidad de lluvia.

De esta manera el país ha sido seriamente dañado, y la capacidad de sostener población ha sido muy reducida. La erosión del suelo desatada y descontrolada es suficiente para socavar una civilización, como encontramos en China y como parece ser verdad en África del Norte también.

### Las Tierras Secas de África del Norte

Viajamos rumbo sur a través de África del Norte, hacia el Desierto del Sahara, y entramos a zonas de menos lluvias. Más allá del área cultivada en tiempos Romanos existía una zona destinada a la cría de

ganado en gran escala. Miles de cisternas fueron construidas en tiempos Romanos ó pre-Romanos para atrapar el escurrimiento de agua de las tormentas, para luego almacenarla y proveer a pueblos lejanos y para alimentar a manadas de ganado durante la seca temporada de verano.

Muchas de estas cisternas estaban siendo limpiadas y reparadas por el gobierno Francés antes de la Segunda Guerra Mundial, para ser utilizadas de igual manera que en tiempos antiguos. Una cisterna moderna era cuatro veces más grande que las cisternas de los Romanos, con una capacidad de almacenamiento de 100,000 pies cúbicos. Esta cisterna fue llenada en 2 años, y ahora proporciona agua a los seminómadas que habitan en esta parte de África del Norte.

Todavía más lejos, hacia el desierto, aproximadamente 70 millas al sur de Tebessa, encontramos un ejemplo notable de antiguas medidas para la conservación del agua. En alguna época en el periodo Romano o posiblemente pre-Romano, la gente de esta región construyó diques de control para desviar el agua de las tormentas de las laderas hacia canales. Estos canales esparcían el agua a una serie extraordinaria de bancos en terrazas.

Esta área de inusual interés da lugar a una serie de preguntas que no somos capaces de responder todavía. Si estas terrazas fueron cultivadas para cultivar en tiempos pasados, son la mejor evidencia que tenemos de que el clima se haya vuelto más seco desde el día en que fueron construidas. Pero si fueron construidas con el propósito de esparcir agua para incrementar la producción del forraje para el pastoreo de manadas, tal como son usadas hoy en día por los Franceses, no son evidencia de un cambio adverso en el clima. Esta evidencia por si sola podría dejarnos en la duda, pero otras evidencias indican que la mayor parte del agua esparcida era utilizada para cultivos.

Sería interesante conocer la fecha y el propósito de la construcción de estas terrazas. Posiblemente indican que

debido a la ocupación de los Romanos en África del Norte, las tribus nativas fueron conducidas fuera de la frontera del Imperio Romano y se vieron forzadas a idear estas refinadas medidas para la conservación y el uso del agua en un área seca. O posiblemente indican que África del Norte era tan densamente poblada que era necesaria la utilización de tan refinado sistema en la conservación del agua para sostener a la población en los márgenes de una región llena.

Aunque la tierra de África del Norte haya sido seriamente dañada, como uno observa en lo que ha quedado repetidamente escrito en el paisaje, el país todavía es capaz de una producción mucho más grande que la actual. En tiempos romanos se alcanzó un alto grado de conservación de la tierra y del agua, mediante un intensivo cultivo de huertos y viñedos en las laderas y un intenso crecimiento de granos en los valles.

Todo esto dependía de la conservación y el uso eficiente de las lluvias. Encontramos numerosas referencias de tales prácticas en la literatura de esos tiempos. Pero, mientras los nómadas se abalanzaban desde el desierto, su extensa y explotadora cultura de pastoreo reemplazaba a estas refinadas medidas del uso de la tierra, y hacía que caigan en desuso y ruina. El curso destructivo de la erosión fue desatado y la capacidad de la tierra de sostener gente fue seriamente reducida.

El estudioso veterano del África del Norte, el Profesor Gautier, respondió mi pregunta de que si el clima de África del Norte había cambiado desde los tiempos Romanos, de la siguiente manera: "No tenemos ninguna evidencia que indique que el clima haya cambiado en un grado importante desde la época de los romanos, pero la gente sí ha cambiado."

Concluimos que la decadencia de África del Norte se debe a un cambio en la gente, especialmente a un cambio de cultura y de métodos del uso de la tierra que reemplazó una intensa agricultura altamente desarrollada y que permitió a la erosión devastar la tierra y cambiar el régimen de las aguas.

### Algo Acerca del Uso de Suelo en Italia

El curso oeste de la civilización ha dejado sus marcas en Italia. Encontramos Paestum, al sur de Nápoles, uno de los templos Griegos más preservados, localizado en la llanura costera, cerca del mar. En este lugar no hubo ningún sobre-lavado de material de erosión, ni acumulación de polvo de erosión por viento ni erosión de barrancos en la llanura. Caminamos en el mismo nivel que caminaron los griegos que construyeron este templo hace 2,600 años.

Pero la presión de la población en Italia, bajo su sonriente clima y sus cielos azules, ha empujado la línea de cultivo hacia las laderas y ha causado la construcción de las aldeas en pintorescas crestas. En Italia existen 826 personas por milla cuadrada de tierra cultivada, mientras que en Estados Unidos solo existen 208.

Este método de comparación de población nos da la ventaja debido a nuestros amplios pastizales que soportan a grandes manadas de ganado. Pero si tuviéramos la misma densidad de población por milla cuadrada de tierra cultivada en Estados Unidos que en Italia, deberíamos tener 520 millones de personas. Esto nos da una idea de las relativas densidades y las presiones de la población sobre la tierra y explica el intenso uso no solo de las llanuras sino también de las empinadas laderas.

No tenemos el espacio suficiente para explicar los detalles de cómo los Pantanos de Pontine, que por 2,000 años desafiaron los esfuerzos de recuperación de los antiguos gobernantes de Italia, recientemente fueron satisfactoriamente recuperados. Esta antigua área mortal ha sido drenada y librada de malaria, y ahora esta dividida en granjas equipadas con casas de concreto reforzadas y con un diseño atractivo, donde las familias son establecidas libres de peligros de la malaria y a salvo en la seguridad de su tierra.

### Control de Tormenteras en Los Alpes Franceses

En el sureste de Francia encontramos las mismas condiciones de uso intensivo de la tierra en valles y en terrazas en las laderas empinadas. En los Alpes franceses, la presión de la población sobre la tierra de las llanuras ha empujado la línea de cultivo sobre las laderas y hacia las montañas y ha desnudado praderas llenas de hierba mediante el sobre-pastoreo.

Este uso excesivo de las áreas montañosas en los Alpes franceses ha desencadenado tormentosas inundaciones que por más de un siglo hicieron estragos en los productivos valles Alpinos. Escombros erosionales fueron desplazados por constantes inundaciones torrenciales, enterrando campos, huertos y pueblos; cortando líneas de comunicación y matando a los habitantes de los valles.

Esta amenaza al bienestar de esta región se volvió tan seria que el Gobierno Francés, después de mucho estudio y legislación, emprendió un programa constructivo para el control de tormenteras en 1882. Desde entonces, cientos de millones de francos han sido invertidos en trabajos de control de torrentes que son extraordinariamente satisfactorios.

### Uso Intensivo de la Tierra en Francia

En el sur de Francia encontramos laderas cultivadas en gradientes hasta de 100 por ciento. Las paredes de las terrazas eran del tamaño del ancho de los bancos. Algunos de estos campos de terrazas habían sido cultivados por más de mil años - probablemente mucho más tiempo, ya que se cree que los Fenicios son los responsables del terracedo en esta parte de Francia (fig.11).

Cuando el suelo de estas terrazas se fatiga, estas son volteadas a una profundidad de más de 3 pies, esto ocurre cada 15 a 30 años, según se necesite. A partir de entonces, un cultivo de cubierta es plantado en el nuevo suelo expuesto, por 2 o más años,

seguido por plantaciones de árboles de huerto, viñas o vegetales.

Al este de Francia encontramos, en varias etapas, diferentes ajustes de cultivo en las laderas. En algunos lugares, las terrazas fueron construidas con paredes de roca en el contorno para reducir la pendiente de la ladera; en otras partes, paredes de piedra fueron construidas en el contorno haciendo bancos elevados. En otros lugares los agricultores cavaron la tierra del surco de la parte baja de sus campos que ellos trazaron en cultivos de contorno en líneas. Cargaban sus carros con tierra y la echaban en las zanjas de la parte superior, a manera de contrarrestar el lavado de



Figura 11. Un huerto cítrico en terrazas en el sur de Francia. Se cree que las terrazas de este tipo fueron construidas primero en Francia por los Fenicios cerca de 2,500 años atrás. Los granjeros franceses modernos todavía mantienen y cultivan estas pendientes debido a la escasez de buena tierra.

suelo de arriba hacia abajo, por la configuración de la pendiente (fig. 12). Esto era realizado cada año. En los lugares en que la ladera era demasiado pendiente para arrastrar la tierra hasta la parte superior, cargaban la tierra del surco de la parte baja en canastas y la cargaban en sus espaldas hasta la parte superior del campo. De esta manera estos granjeros de Francia cuidan su tierra de generación en generación.

En el suroeste de Francia, en la región de Les Landes estudiamos, probablemente, el mayor logro de la humanidad en cuanto a la recuperación de dunas de arena. Se encuentra registrado que en el año 407 d.C. los vándalos barrieron a través de Francia y destruyeron los establecimientos de personas, quienes en tiempos pasados habían hecho sangrar a los pinos de la región de Les Landes para proveer de resina a Roma. Multitudes de vándalos arrasaron los pueblos, dispersaron a la población e incendiaron los bosques, destruyendo la cubierta de una vasta área arenosa. Vientos predominantes del oeste comenzaron a mover la arena. Con el tiempo, las dunas de arena se fueron moviendo, cubriendo un área de más de 400,000 acres que sucesivamente creó 2 1/4 millones de acres de pantanales.

Las dunas de arena en su marcha en dirección al este, cubrieron granjas, pueblos y represas de arroyos, causando que se formen pantanos a su paso. Le siguió la malaria y prácticamente se despobló la región que una vez había sido productiva y densamente habitada. Estas condiciones causaron no solamente enfermedad y muerte, sino también empobrecimiento de la gente.

En 1778 Villers fue designado por el Gobierno Francés para crear un puerto militar en Arcachon. Villers reportó que primero era necesario conquistar el movimiento de las dunas de arena, y presentó el principio de "fijación de dunas." Cerca de 20 años más tarde, Napoleón designó a su famoso ingeniero, Bremonnier, para controlar estas dunas.

El espacio de esta publicación no me permitirá relatar los fascinantes pasos de este proceso – de cómo las dunas fueron conquistadas estableciendo una duna litoral y reforestando la arena de atrás, y



Figura 12. Estos granjeros franceses están cavando la tierra del surco de la parte baja de su campo y cargándolo a una carreta. Esta carreta será llevada cuesta arriba y esparcida en el borde superior. Realizan este trabajo cada invierno para compensar el movimiento de la tierra cuesta abajo por efecto de la erosión.



Figura 13. Una de las dunas de arena sin controlar en los bosques de Les Landes, al sudoeste de Francia. Ingenieros franceses, en el pasado, han puesto bajo control cerca de 400,000 acres de estas dunas. El área se encuentra nuevamente produciendo madera.

cómo tierras pantanosas fueron drenadas por Chambrelent después de un largo periodo de experimentación y de persuasión de oficiales públicos. Ahora, esta región es un vasto bosque que soporta industrias prósperas de madera y de resina, así como numerosos recursos de salud.

Afortunadamente para la comparación, una duna en tierra privada fue, por alguna razón, dejada sin controlar. Esta duna es de 2 millas de largo, 1/2-milla de ancho y 300 pies de altura (fig. 13). Se está moviendo ahora hacia la tierra, cubriendo el bosque a razón de 65 pies por año. Al pararme en esta duna y ver en todas las direcciones un bosque ondulado de árboles de hojas perennes en el horizonte, comencé a apreciar la magnitud del logro de convertir la gigante duna de arena y pantano en provechosos bosques y recursos de salud.

### Cómo los Holandeses Cultivan en el Suelo del Océano

En Holanda encontramos otro de los grandes logros de la humanidad – la recuperación del suelo del océano para cultivar.

Holanda es una tierra de aproximadamente 8 1/4 millones de acres, dividida en dos partes casi iguales, sobre y debajo del nivel de la marea-alta del océano. Se encuentra habitada por 8 millones de personas trabajadoras. Su territorio incluía el gran delta del Mar del Norte, construido por productos de la erosión que fueron tallados de las tierras alemanas, suizas y del norte de Francia, transportadas por los ríos Rin y el Meuse. Ahora, 45 por ciento del área se encuentra por debajo del nivel de la marea-alta y un cuarto se encuentra por debajo del promedio del nivel del mar. Desde tiempos inmemoriales, los Holandeses han estado llevando a cabo una interminable batalla con el mar. Se han convertido en expertos en sisar tierra de las garras de las embravecidas aguas del Mar del Norte.

Si los Estados Unidos tuviera la misma densidad de población por milla cuadrada de tierra cultivada que Holanda, la población de los Estados Unidos

sería de 1 1/4 billones. La densidad de población de Holanda ha exigido un incremento en el área de su tierra.

En vez de buscar tierra adicional a través de la conquista de sus vecinos, esta búsqueda se ha convertido en la conquista del mar.

El proyecto Zuider-Zee, que tomó dos siglos en su planificación, es la obra maestra de Holanda en una batalla de 2,000 años con el Mar del Norte. Este proyecto añade más de 550,000 acres de tierra a Holanda, convirtiendo el antiguo Zuider-Zee en un lago de agua-dulce renombrado como Yssel Meer.

Los Holandeses habían construido enormes diques para retener al mar, y bombearon el agua de las cuencas con grandes plantas de bombeo. Controlaron el mar con diques, sacaron el agua de la tierra, la separaron de su sal, y la convirtieron en tierra productiva para cultivos. Nos paramos sobre fértiles tierras cultivadas que 7 años atrás eran el suelo del mar, pero hoy en día se encuentran divididas en granjas equipadas con magníficas casas y grandes graneros (fig. 14). A un costo aproximado de \$200 por acre, esta tierra fue recuperada del mar y dividida en granjas.

De este modo, los Holandeses han creado un nuevo paraíso agrícola al cual solamente selectos granjeros pueden entrar. De 30 solicitudes existentes para cada granja, se selecciona a una sola persona basándose en los rasgos de carácter, los antecedentes de familia y su libertad de deuda. El solicitante elegido es colocado a prueba por un periodo de 6 años. Si cultiva la tierra acorde a los mejores intereses de la tierra y del país, se le permitirá quedarse otro periodo. Si no logra hacerlo, debe irse y dar la oportunidad a otro granjero solicitante.

### Una Mirada a Inglaterra

En el templado clima de Inglaterra encontramos que los cultivadores de tierra han tenido poca dificultad con la erosión del suelo. Esto es cierto ya que no llueve fuerte, simplemente llovizna, las laderas son poco pronunciadas, y los campos usualmente son cul-

tivados con plantas sembradas cerca entre sí. Inglaterra se encuentra bien situada para cultivos de pradera y para el crecimiento de granos pequeños. Los “cultivos-limpios” nunca han sido de uso general. Encontramos campos en Inglaterra que habían sido cultivados por más de mil años, donde la producción de trigo ha subido a promedios entre 40 y 60 fanegas por acre. La máxima producción hasta ahora es de 96 fanegas por arce. Los principales problemas para los granjeros de Inglaterra son las rotaciones, selección de semillas, e implementos agrícolas.



Figura 14. Una granja holandesa en Wieringermeer Polder de Holanda. Solamente 7 años antes de que esta fotografía sea tomada, esta tierra estaba cubierta por el Mar del Norte.

La Segunda Guerra Mundial generó nuevas exigencias en las tierras de Inglaterra. Antes de que fueran bloqueadas por sus enemigos, las Islas Británicas dependían de las importaciones para conseguir dos tercios de todas sus reservas de alimentos. Un tercio de su población era alimentada por su propia tierra, requiriendo aproximadamente 12 millones de acres para este propósito. Nada menos que 50 por ciento más de la tierra fue arada para cultivar alimentos. Las praderas de las laderas fueron cultivadas. La erosión del suelo puede convertirse en un problema más serio que nunca en la agricultura Británica debido a las extraordinarias y crecientes demandas de alimentos.

### El Nuevo Mundo

Y ahora cruzamos el Atlántico, al Nuevo Mundo, el cual había sido aislado por la gente del Viejo Mundo hasta que la civilización avanzó por 6,000 años completos.

La gente encontrada en estos lugares, presumiblemente descendientes de tribus que venían desde Asia en un lejano pasado, habían sido discapacitados en el desarrollo de la agricultura por la falta de animales domésticos grandes y porque no conocían la rueda ni el uso del hierro. De todos modos, habían aprendido a conservar la tierra y el agua en una forma notable, especialmente en la agricultura de terrazas del Perú, de Centroamérica y en el país Hopi del Sudoeste de los Estados Unidos. Algunas personas han dicho que este conocimiento fue traído a través del Pacífico Sur, a través de islas, en las cuales, en muchas de ellas todavía encontramos tales prácticas. En cualquier caso, debido a la falta de herramientas de hierro o hasta de bronce, la mayor parte de estas personas dependieron ampliamente de la cacería, la pesca, y de congregarse— junto con rotación de cultivos — para su sustento. Por lo tanto, la mayor parte de los recursos de la tierra parece estar intacto.

Para la gente del Viejo Mundo, América era una tierra de promesas y de liberación de opresiones económicas y políticas traídas por poblaciones con-

gestionadas y fracasos de la gente para encontrar ajustes a su largamente-usada tierra.

Cuando los primeros colonizadores ingresaron, Norte América era una inmensa área de tierra buena y más generosa en materia prima que nunca antes fuera entregada a pueblo alguno. Sus suelos eran gruesos, con fertilidad acumulada a través de los tiempos; sus montañas estaban llenas de minerales y de bosques, sus ríos cristalinos se encontraban repletos de peces. Todos estos eran abundantes – productividad del suelo, materia prima, y el poder de una extraordinaria civilización.

Esta era la última frontera; pues no existen nuevos continentes a descubrir, a explorar, y a explotar. Si vamos a descubrir la manera de establecer una civilización duradera, debemos hacerlo aquí, pues este es nuestro último recurso. Todavía no hemos descubierto completamente esta vía; estamos en busca de la vía y la luz. Este es un reto de los tiempos tanto para ancianos como para jóvenes. Aquí existe una oportunidad de resolver este antiguo problema de establecer una civilización duradera, de encontrar un ajuste entre la gente y sus recursos terrestres.

Nuestra tierra es como una granja muy grande con campos para cultivar el algodón, el maíz, y otros productos. Con tierras para pastoreo, bosques y agricultura en general. En el oeste, nuestro territorio tiene vastas extensiones de tierra apropiada para pastoreo, para la cría de rebaños de ovejas y ganado vacuno, con fértiles valles aluviales en las regiones áridas, bajo la mirada de majestuosas montañas que condensan las aguas de vientos cargados de humedad para regar tierras jardineras. Así es nuestra granja estadounidense, capaz de alimentar por lo menos a 350 millones de personas cuando la tierra esta siendo cultivada de forma intensiva bajo completa conservación y totalmente ocupada con una compleja división del trabajo que nos brindará niveles de vida más altos de los que ahora disfrutamos.

## El Registro de Nuestra Tierra

Pero ahora leamos el registro de nuestra propia tierra en un corto periodo de 300 años.

En los pasados 150 años, nuestra ocupación de esta fabulosa tierra coincidió con la venida de la edad de la ciencia y las máquinas a motor.

A lo largo de la costa Atlántica en el Piedmont, encontramos paisajes encantadores de campos con suelos rojos y resplandecientes campos de grano. Pero en medio de ellos encontramos a un insidioso enemigo devorando la tierra y robándose, trabajando sistemáticamente, la erosión de capas de suelo, lluvia tras lluvia, lavando la tierra hacia los arroyos y hacia el mar. La erosión de capas de suelo es poco profunda, pero está marcada por un sin número de pasas a la tierra y desparramada con cada ingreso de la pala.

Olvidamos lo que le está sucediendo a la buena tierra hasta que medimos estas pérdidas de suelo y de agua. Ahora, más de 300 millones de nuestros 400 millones de acres de campos de cultivo están siendo erosionados mas rápido de lo que la tierra se esta formando. Eso equivale a destrucción de la tierra si la erosión no es controlada.

No hacemos suposiciones. Estaciones de experimentos de erosión localizadas a lo largo del país nos han dado respuestas precisas. Comparemos las tasas de erosión bajo diferentes condiciones de cobertura y uso de la tierra. Mediciones a través de 5 años en la estación de experimentos de erosión de Statesville, NC muestran que en una ladera de 8-por-ciento la tierra en descanso, sin cultivos, perdió cada año un promedio de 29 por ciento de lluvia por escurrimiento inmediato, y 64 toneladas de suelo por acre, como efecto del lavado de la superficie.

Esto significa que en 18 años, 7 pulgadas de tierra, (la profundidad promedio de suelo de superficie), serian lavadas. Bajo cultivo continuo de algodón, como una vez fue la practica general en esta región, la tierra perdió cada año un promedio de 10 por ciento de lluvia y 22 toneladas de tierra por acre, cada año.

A esta tasa, 7 pulgadas de tierra tardarían 44 años en erosionar. Las rotaciones continuaron pero no detuvieron la erosión. La tierra perdió 9 por ciento de lluvia y suficiente suelo como para que en 109 años se pierdan 7 pulgadas de suelo. Esto es un período muy corto para la historia de una nación. Sin embargo, en aquellos lugares donde se dejó la tierra con hierba, esta perdió menos del uno por ciento de lluvia y una cantidad de suelo tan pequeña, que tomarían 96,000 años para lavar esas mismas 7 pulgadas de suelo útil. Esta tasa es, sin duda alguna, más lenta que la formación de suelo.

Bajo la cobertura natural de los bosques que se queman anualmente como ha sido desdichadamente la costumbre de los bosques del sur, la tierra perdió 3 1/2 por ciento de lluvia y 0.06 toneladas de suelo por acre cada año; de manera que tomaría 1,800 años erosionar 7 pulgadas de tierra. Pero en los lugares en que el fuego fue mantenido fuera de los bosques y donde la basura forestal fue acumulada en el suelo de los bosques, la tierra perdió menos de un-tercio de 1 por ciento de lluvia. Y de acuerdo a los cálculos, requeriría mas de 500,000 años para lavar 7 pulgadas de tierra. Tal tasa de erosión es sin duda mucho menor a la tasa de formación de suelos.

En pocas palabras, por así decirlo, tenemos el peligro subyacente de la civilización. Mediante el despeje y el cultivo de las tierras en pendiente – ya que la mayor parte de nuestras tierras son más o menos inclinadas – exponemos a las tierras a erosión acelerada a través de agua o a través de viento, y a veces agua y viento de manera conjunta.

Haciendo esto, entramos a un régimen de agricultura autodestructiva. Los resultados desastrosos de este tipo de agricultura suicida han sido eludidos en el pasado mediante migración a una nueva tierra, o, en lugares donde esto no era factible, mediante la construcción de terrazas en laderas, con paredes de piedra como fue hecho en la antigua Fenicia, en el Perú y en la China.

El escapar hacia una nueva tierra ya no es una salida. Hoy en día nos toca mirar cara a cara la necesi-



Figura 15. Un antiguo campo productivo en Virginia, que ha sido cortado en pedazos por erosión de zanjas. Cerca de 50 millones de acres de buena tierra de cultivo en los Estados Unidos han sido arruinados para la conservación práctica.

dad de encontrar un modo de establecer agricultura permanente en nuestras granjas cultivadas, antes de que sean dañadas de manera permanente y antes de que comience a existir escasez de comida para una población creciente.

En una tierra poco poblada como la nuestra, cultivada extensivamente más que intensivamente, existirá suficiente flexibilidad mucho antes de que exista una necesidad de racionar en escala nacional. Pero las privaciones de familias granjeras individuales, resultantes del desperdicio de la tierra por la erosión, son indicadores de lo que le ocurrirá a la Nación. Conforme nuestra población crezca, la producción agrícola irá en descenso por sobreexplotación de recursos de suelo, salvo que se pongan en práctica medidas de conservación del suelo en todo el territorio.

Debemos poseer cierta cantidad de abundancia para ser previsores: un granjero hambriento se comerá sus semillas; tú lo harás y yo lo haré, aunque sabemos que será fatal para la cosecha del siguiente año. Ahora es el momento, mientras todavía tenemos suficiente tierra buena y capaz de ser restaurada para completa o mayor productividad, de llevar a cabo un programa completo de conservación de suelo y de agua. Esto es necesario para construir una civilización en este lugar que no caiga como otras, cuyas ruinas estudiamos en este boletín.

Se debe encontrar una solución al problema de cultivo en pendientes si vamos a establecer una agricultura duradera en los Estados Unidos. De 460 millones de acres apropiados para cultivos, solo tenemos cerca de 100 millones de acres de tierras aluviales planas donde el peligro de la erosión es insignificante. La mayor parte de nuestra producción viene de las tierras de las laderas donde el peligro de la erosión del suelo esta siempre presente. Esto llama urgentemente al descubrimiento, la adaptación, y la aplicación de medidas para la conservación de suelo.

En los resultados de la estación de experimentos de erosión de Statesville vimos cómo un bosque con basura forestal de suelo era efectivo para mantener baja la tasa de erosión de suelo con respecto a tasas de

la formación de suelos. De tiempos incalculables de reacciones interminables entre fuerzas de erosión que desgastan la tierra y fuerzas del crecimiento de plantas que urbanizan la tierra a través de vegetación, la capa de basura forestal ha probado ser el agente natural más efectivo en la reducción del lavado de la superficie de la tierra. Aquí está nuestro claro objetivo para una agricultura permanente, concretamente, salvaguardar el cuerpo físico del suelo y mantener bajo el nivel de desperdicio producido por erosión en los terrenos con cultivos. A semejar los niveles de erosión que se encuentran en la vegetación natural.

Hace unos cuantos años encontré a un granjero de colina en la parte oscura de las montañas de Georgia. El granjero estaba tratando de aplicar en su cultivo de maíz la función de basura forestal tal como lo había visto en el bosque cercano sobre la misma ladera y sobre el mismo tipo de suelo.

Para mí fue una gran experiencia hablar con J. Mack Gowder del condado de Hall, GA sobre los campos que había cultivado por 20 años en una forma que ha captado la imaginación de agricultores pensadores de la nación. Hablamos de la simple estrategia de la basura forestal de suelo y de cuan efectiva es en la prevención de la erosión de suelo aun en laderas pendientes, y de cómo pensó que si la basura en la superficie terrestre funcionaba en los bosques, entonces debía también funcionar en sus campos cultivados en las mismas laderas.

El Sr. Gowder me dijo cómo hace 20 años, cuando era joven, compró esta empinada y arbolada tierra, tuvo la esperanza de eludir la erosión de suelo que estaba arruinando granjas en tierras mejores y más lisas del país. Planificó hacer esto revolviendo el suelo con arado profundo pero sin girar la tierra.

De esta manera, podía dejar que la basura de su cultivo en la superficie haga el mismo tipo de trabajo que la basura forestal hace. Gowder escogió un arado de "Lengua de Torro" de solamente 4 pulgadas de ancho para hacer el truco. Me dijo que sus vecinos se le rieron por esta tonta forma de arar. Como conce-



Figura 16. Esta vista aérea muestra partes de seis diferentes granjas cerca de Temple, TX, donde los granjeros se han reunido para combatir la erosión que se presenta como un problema social.

sión a las costumbres de la región, utilizó canales en terrazas con un pequeño desnivel, como medida preventiva en contra del escurrimiento de tormentas de lluvias inusuales. Pero hasta ahora no han sido necesarias.

Ahora Gowder esta cultivando en la capa superior del suelo en laderas de hasta 17 por ciento mientras que a sus burlones vecinos solamente les queda la capa inferior del suelo para cultivar ya que han perdido toda la capa superior del suelo debido a la erosión.

Dejar la basura o saldos del cultivo en la superficie terrestre en las operaciones agrícolas, es una de las contribuciones más significativas a la agricultura estadounidense. Ciertas adaptaciones del método deben ser realizadas para confrontar los problemas de las diferentes regiones, pero el nuevo principio es la contribución de importancia.

### Señales de Peligro en América

En pocos años, la erosión de las capas se convierte en zanjas si es que no se controla. Estas zanjas se convierten en innumerables cunetas, llevando a aguas de tormenta e inundaciones relámpago que excavan cañones en miniatura y arruinan la tierra para su futuro uso en cultivos (fig. 15). El material que es lavado de estos barrancos es arrastrado a ríos de los valles causando que disminuyan en su profundidad, llenando represas, y destruyendo el almacenaje de agua para la energía hidroeléctrica y para el riego.

Uno de los hallazgos más importantes en esta investigación del uso de la tierra a través de 7,000 años, es que el mayor problema que han encontrado los agricultores a través de los tiempos es tratar de establecer una agricultura permanente en las tierras pendientes. Hemos leído el registro tal como está escrito en la tierra. Fracaso de lugar en lugar y en algunas instancias, éxito. Este mismo problema se encuentra con nosotros en nuestra nueva tierra de los Estados Unidos, donde millones de acres han sido destruidos, imposibilitando su futuro cultivo y siendo abandonados.

### El Camino Hacia una Agricultura Duradera

La solución para cuidar nuestros suelos en pendiente, donde la erosión del suelo por efecto del agua es un peligro, es (1) la capacidad de la tierra de absorber-agua-de-lluvia a través de mantener la basura de los cultivos en la superficie, la mejora del suelo, la rotación de cultivos, y el plantado en hilera en el contorno; y (2) guiar el agua de las tormentas que no haya sido absorbida en canales de terrazas de base-ancha hacia canales de salida y hacia canales naturales de drenaje. En años recientes hemos aplicado estas medidas en millones de acres, como se puede ver desde un avión cuando se vuela sobre el país.

Cerca de Temple, TX, en el drenaje de North Elm Creek, 174 granjeros vecinos formaron una asociación de conservación de la tierra en base a sus drenajes, ignorando bordes de propiedad y condado de la misma manera en que el agua de escurrimiento ignora tales fronteras arbitrarias (fig. 16). Se construyeron canales de salida para transportar el agua de manera inofensiva a través de las granjas hacia los canales naturales de desagüe. De esta manera, un canal de salida puede servir para cinco granjas. A través de este enfoque de conservación, es posible tratar la tierra de acuerdo a su adaptabilidad y controlar aguas de tormentas de acuerdo a principios hidráulicos. Sin duda, esto es ingeniería fisiográfica que construye una base durable para una prospera civilización.

Esto no significa que ya hemos encontrado la respuesta final para el control completo de la erosión del suelo. Puede que nuestras practicas actuales no detengan la erosión, pero la reducirán mas y más mientras la aplicación de las medidas sea más completa. Estas medidas necesitarán ser mejoradas en la medida en que la tierra se use de forma mas intensiva.

La erosión del viento es un problema serio y destructivo pero restringido a un área más pequeña en el país que la que enfrenta erosión de agua. La erosión de viento ataca tierra plana o en pendiente,

en sectores semi-áridos del país. La erosión de viento clasifica la tierra de forma más minuciosa que la erosión de agua, levantando partículas buenas y fértiles de la tierra hacia arriba y dejando atrás partículas gruesas y más pesadas, que se convierten en montículos de arena y luego en dunas de arena. Tal fue el caso del llamado “Dust Bowl” en los Grandes Llanos de Norteamérica.

El control de la erosión de viento se basa primeramente en acoplar el uso de la tierra con sus capacidades, y en conservar toda o la mayor parte de lluvia que cae en ella. Esto llama al cultivo de los contornos, excepto en las tierras planas. Algunas de las medidas apropiadas consisten en los cinturones de cultivo en hilera, técnicas de remoción del suelo que dejen el residuo o basura de cultivos en la superficie y rotación que permita humedecer lo que está guardado en el suelo. Estas técnicas, junto a mejoras progresivas del manejo de las prácticas de la tierra controlarán la erosión de viento. Sin embargo, la tarea del control de la erosión de viento ha probado ser más simple que la menos espectacular pero más insidiosa erosión de agua.

### Lecciones del Viejo Mundo

En esta disertación sobre las lecciones del Viejo y Nuevo Mundo con respecto a la conservación de la vital herencia de nuestra gente, he puesto un énfasis especial en salvar el cuerpo físico de los recursos de la tierra más que su fertilidad. El mantenimiento de la fertilidad es responsabilidad de cada granjero. La conservación de la integridad física del recurso de la tierra es responsabilidad tanto de la nación, el granjero y el propietario, a fin de salvar la herencia de la gente y de resguardar el bienestar de la nación. Si el cuerpo físico del recurso de la tierra es salvado, nosotros como individuos estamos resguardados con libertad de acción. Podemos aplicar fertilizantes y sembrar nuestra elección de cultivos de acuerdo con las demandas del mercado y las necesidades nacionales.

Si la tierra es destruida no existe libertad de decisión ni de acción, pues condenamos a esta y a futuras generaciones a privaciones y peligros innecesarios. La tarea de salvar nuestra tierra de mayor daño futuro y la de recuperar vastas áreas de suelo dañado requieren completa cooperación de intereses individuales de los granjeros con liderazgo técnico y asistencia del Gobierno, si queremos tener éxito.

Otra conclusión derivada de nuestro estudio de la tierra a través de 7,000 años, donde las condiciones económicas han cambiado para mejor o peor mas rápidamente que el clima, es que la tierra, después de todo, no es un producto de intercambio económico (un commodity). Es una parte integral de nuestra nación, incluso tal como lo es su gente, y requiere protección por parte del propietario individual y también por el país. En ninguna parte se ha ilustrado tanto esta relación como en California, cuando el oro atrajo a un gran grupo de gente a la región, pero los suelos de sus valles han mantenido a este asentamiento humano.

### Un “Undécimo Mandamiento”

Cuando en Palestina, en 1939, consideré los problemas del uso del suelo a través de los tiempos, me pregunté si Moisés, cuando fue inspirado a entregar los Diez Mandamientos a los Israelitas en el Desierto, para establecer la relación entre el hombre y su Creador y entre sus compañeros –había previsto lo que le pasaría a la Tierra Prometida después de 3,000 años y lo que le pasaría a cientos de millones de acres que fueron una vez tierra buena, tal como he visto en China, Corea, África del Norte, el Cercano Oriente, y en nuestra propia tierra de los Estados Unidos – si Moisés había previsto lo que la agricultura suicida haría al suelo de la Tierra Santa – habría sido inspirado a entregar otro Mandamiento para establecer la relación entre el hombre y la tierra, y completar la trinidad de responsabilidades del hombre hacia su Creador, sus compañeros y la Santa Tierra.

Cuando fui invitado a emitir una charla sobre la conservación del suelo en Jerusalén, en Junio de 1939, presenté por primera vez lo que se ha llamado el “Undécimo Mandamiento,” como sigue:

*Tu heredarás la Santa Tierra como fiel guardián, conservando sus recursos y su productividad de generación en generación. Tu resguardarás los campos de la erosión del suelo, tus aguas vivas de que se agoten, protegerás tus bosques de la desolación y protegerás tus colinas del sobrepastoreo de los rebaños, para que tus descendientes tengan abundancia eterna. Si cualquiera fallare en este cuidado de los suelos de las tierras productivas, éstas se convertirán en suelo estéril y rocoso y en barrancos desperdiciados y tus descendientes disminuirán y vivirán en pobreza o desaparecerán de la faz de la tierra.*

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (USDA por su sigla en Inglés), prohíbe la discriminación en todos sus programas y actividades en base a raza, color, nacionalidad, género, religión, edad, discapacidad, creencias políticas, orientación sexual, y estado civil o de familia. (No todas las bases prohibidas se aplican en todos los programas.) Las personas con discapacidad, que requieran medios alternativos de comunicación para programas informativos, deben contactarse con el: USDA's TARGET CENTER, al 202 720 2600

Para enviar una queja de discriminación, escriba a USDA, Director, Office of Civil Rights, Room 326W, Whitten Building, 14th and Independence Avenue, SW, Washington, DC 20250-9410 o llame al (202) 720-5964 (voice or TDD). El USDA es un empleador que brinda igualdad de oportunidades.

Publicado en Agosto de 1953.

Ligeramente revisado en Agosto de 1975.

Ligeramente revisado en Febrero de 1997.

Ligeramente revisado en Septiembre de 1999.

