

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC

DEPOSITO LEGAL

PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE AGRONOMIA

**CONSIDERACIONES, OBJETIVOS Y
PROYECCIONES DE UN PROGRAMA
GENERAL DE RIEGOS PARA
GUATEMALA**

TESIS

presentada a la Honorable Junta Directiva de
la Facultad de Agronomía de la Universidad de
San Carlos de Guatemala

por

OVIDIO AMAYA GALVEZ

en el acto de su investidura de:

INGENIERO AGRONOMO



GUATEMALA, Febrero de 1959.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRO-
NOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CRLOS DE
GUAEMALA**

Decano:	Ing. Marco Tullo Urizar M.
Vocal 1o.	Ing. Humberto Olivero h.
Vocal 2o.	Ing. Mario Molina Llardén
Vocal 3o.	Ing. Rodolfo Perdomo
Vocal 4o.	P.C. René Castañeda Paz
Vocal 5o.	Br. Roberto Martínez
Secretario:	Ing. Guillermo Guzmán Chinchilla

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO:**

Decano:	Ing. Bernardo Fuentes Alvarado
Examinador,	
Vocal 3o.	Ing. Rodolfo Perdomo
Examinador:	Ing. Marco Aurelio Flores
Examinador:	Ing. Francisco Solórzano
Secretario:	Ing. Guillermo Guzmán Chinchilla

01
T(14)
C.3

DEDICATORIA:

A mis padres.

José Dolores Amaya y
Elena de Amaya

A mis buenos e infatigables compañeros de
promoción:

Oswaldo Porres G.
José Guillermo Pacheco
Marco Tulio Urizar

A mis catedráticos:

Ing. Humberto Olivero h.
Ing. Agr. Franz G. Pieters
Ing. Agr. Mario Molina Llardén

en gratitud a sus valiosas enseñanzas y a la
orientación que me brindaron en el transcurso de
mis estudios.

A mis amigos y compañeros estudiantes de
la Facultad de Agronomía.

Honorables Miembros de la Junta Directiva:

Honorables Miembros del Jurado Examinador:

Respetuosamente someto a vuestra consideración el presente trabajo de tesis intitulado: **CONSIDERACIONES, OBJETIVOS y PROYECCIONES DE UN PROGRAMA GENERAL DE RIEGOS PARA GUATEMALA**», que me he permitido elaborar con la aprobación de la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el objeto de plantear, tentativamente, los lineamientos conforme a los cuales en mi opinión debe llevarse a cabo un programa general de riego en el país.

Deseo en esta forma contribuir a la orientación de las actividades que en tal sentido se están realizando actualmente en Guatemala y espero que el programa propuesto sea de alguna utilidad en el futuro.

Mi gratitud para aquellos técnicos en riegos que colaboraron conmigo en la elaboración de este estudio, el cual presento a continuación.

Guatemala, febrero de 1959.

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

I) - CONSIDERACIONES GENERALES

II) - OBJETIVOS

III) - PROYECCIONES

INTRODUCCION

Es evidente que el riego, racionalmente aplicado, será un valioso auxiliar que está llamado a influir decisivamente en el mejoramiento de la producción agrícola de Guatemala. Empleado conjuntamente con variedades mejoradas de los cultivos económicos regionales, con adecuadas prácticas culturales y de la mecanización agrícola, permitirá no solamente el incremento de los índices de producción de zonas actualmente bajo cultivo sino que también la incorporación a la producción agrícola de zonas de reconocido potencial de productividad, hasta hoy relegadas a otra clase de utilización debido a la falta de agua para su aprovechamiento y explotación.

En otros países en donde se han puesto en marcha programas de riego se ha logrado no solamente incrementar la producción agrícola sino que también su diversificación.

El incremento de los índices de producción, (producción por unidad de área), ha permitido el uso de menor área en la producción de mayor cantidad de productos agrícolas y consecuentemente una mejor y más económica utilización de la tierra, objetivo principal de la agricultura moderna.

La diversificación, en cambio, ha permitido desarrollar una agricultura flexible por así decirlo, que ha marchado acorde con las necesida-

des de consumo de la población o con la demanda en los mercados internacionales de determinados productos que ha constituido fuente temporal de divisas en provecho de la economía de los mismos.

Es obvio por consiguiente que de fomentarse en Guatemala el uso de riego se lograrán resultados similares con los beneficios consiguientes, no sólo para el propio campesino guatemalteco sino que también para la economía del país, hasta hoy dependiente en forma peligrosa del monocultivo del café.

Pero me he permitido hacer referencia al riego racional; vale decir, al riego aplicado adecuadamente, en determinadas zonas del país y en los cultivos económicos indicados para esas zonas; porque pensar que el riego en general es la panacea que irremisiblemente nos permitirá logros incalculables de la noche a la mañana en provecho de la agricultura nacional, es asimismo absurdo.

El riego bien podría compararse con un arma de dos filos como ha podido observarse a través de costosas experiencias en otros países. Racionalmente aplicado es aconsejable y provechoso; pero aplicado sin conocimiento es perjudicial. Es perjudicial para los suelos, para los cultivos y para la misma economía de los agricultores que lo usan.

Debemos por lo tanto compenetrarnos de este principio universalmente reconocido, el cual he tenido en mente al formular la serie de estudios que figuran en el programa elaborado para obtener la información previa, tan necesaria para el planeamiento de proyectos específicos de riego en el país; porque es preferible regar bien

50 hectáreas de terreno que regar mal 500, como a veces se pretende erróneamente con proyectos que no tienen otra base que cálculos matemáticos, pero que desconocen la realidad agronómica desde la cual deben partir.

Séame permitido, pues, entrar a continuación a presentar algunas consideraciones alrededor de las cuales gira o descansa el programa de referencia.

I) - CONSIDERACIONES GENERALES

La falta de estudios previos en Guatemala acerca de la relación clima-suelo-agua-plantas, tan importantes para el planeamiento de todo tipo de programas de carácter agronómico hace necesario que para la elaboración de un programa general de riegos en la República se piense inicialmente en tales estudios ya que sólo a través de ellos podremos conocer en forma más o menos amplia los distintos medios ecológicos prevalecientes en el país.

Son estos estudios en realidad, dentro de la secuencia lógica de cualquier proyecto específico de riegos, el punto de partida de los mismos, ya que sin conocer los requerimientos de consumo de agua de los cultivos económicos recomendables para una determinada zona del país, los requerimientos de riego, la provisión efectiva de lluvia, la naturaleza de los suelos, la calidad de las aguas que se utilizarán para el riego y la clase de cultivos recomendables para dicha zona, mal podríamos iniciar los estudios que corresponden para la construcción de embalses, derivación de ríos, perforación de pozos, etc... sin correr el riesgo de afrontar posteriormente problemas que no fueron previstos inicialmente.

Es por ello que en el planeamiento de cualquier programa general de riegos para el país, debemos pensar inicialmente en los estudios so-

bre dicha relación para conocer entre otras cosas, lo siguiente:

- A. Los requerimientos de consumo de agua de los cultivos económicos recomendables para cada zona climatológica del país.
- B. La provisión efectiva de lluvia para determinar los requerimientos de riego de dichos cultivos.
- C. La frecuencia y cantidades de aplicación de riego.
- D. Los cultivos económicos regionales cuya producción bajo riego resulte económica en cada zona climatológica.
- E. Los sistemas eficientes de riego recomendables para las condiciones peculiares de cada zona.
- F. La calidad de las aguas susceptibles de aprovechamiento para propósitos de riego; y,
- G. Las especificaciones para diseño de los sistemas eficientes de riego que resulten recomendables.

Aún cuando no pretendo entrar en explicaciones de orden didáctico en el presente trabajo, a continuación expondré brevemente en qué consiste cada uno de estos renglones a fin de que se comprenda la importancia que tiene toda esta información para los técnicos en riegos y para quienes planifiquen o elaboren proyectos de tal naturaleza en Guatemala.

A. REQUERIMIENTOS DE CONSUMO DE AGUA DE UN CULTIVO

Por requerimientos de consumo de agua de un cultivo entendemos las cantidades totales de agua que utiliza dicho cultivo a lo largo de su período vegetativo, expresadas para fines de aplicación en el cálculo, en pulgadas o centímetros.

La Fisiología Vegetal demuestra que toda planta tiene una curva normal de requerimientos de consumo de agua que varía de unas a otras y con las condiciones del medio ecológico en que se produzca su crecimiento. Esta curva asciende gradualmente para algunos cultivos, desde la germinación hasta la floración, se mantiene más o menos horizontal desde la floración hasta la maduración del fruto para luego descender gradual o más o menos bruscamente, como es el caso del maíz la papa, el trigo, la avena, etc.; en tanto que varía apreciablemente en la alfalfa y en los pastos, en los que alcanza su máximo ascenso un mes después de la siembra aproximadamente para mantenerse constante hasta la época en que el cultivo florece y fructifica.

Cuando por alguna circunstancia el contenido de humedad del suelo desciende hasta límites próximos al punto de marchitamiento (0.75 de la capacidad de campo), los procesos fisiológicos se estacionan produciéndose una detención del crecimiento para paralizarse completamente cuando dicha humedad alcanza el mencionado punto de marchitamiento, en que el vegetal muere.

Basándonos en estos principios que demuestra la Fisiología Vegetal inferimos que para man-

tener el ritmo normal de los procesos fisiológicos que ocurren durante el ciclo vegetativo de un cultivo es necesario entre otras cosas mantener una provisión constante de agua en el suelo para satisfacer los requerimientos de consumo de la planta, de donde se desprende que para propósitos de riego es necesario determinar la variación de tales requerimientos en los diferentes medios ecológicos para establecer los períodos críticos que son los que interesan al técnico en riegos y las necesidades totales de consumo que interesan al planificador de proyectos de tal naturaleza, quien conociendo tales requerimientos y la cantidad de agua aprovechable para propósitos de riego podrá evaluar el área a regar y formular otra serie de inferencias de tipo técnico que le permitan:

1. Justificar la necesidad del proyecto.
2. Determinar la magnitud del mismo.

B. PROVISION EFECTIVA DE LLUVIA

Desde el punto de vista de riegos entendemos por provisión efectiva de lluvia aquella parte de la lluvia total que en la unidad de tiempo se infiltra y percola en el suelo y que puede ser utilizada por vegetal para satisfacer sus requerimientos o necesidades de consumo; de donde se desprende que para determinar la provisión efectiva de lluvia a lo largo del período vegetativo de un cultivo es necesario conocer, fundamentalmente, dos de las características más importantes de la precipitación pluvial que son:

1. Su intensidad, y
2. Su distribución.

La intensidad se expresa en pulgadas o centímetros por hora y de aquí que para esta clase de estudios sea necesario el uso de pluviógrafos a fin de obtener registros que permitan determinar esta característica de la lluvia, que tan apreciablemente varía de unas a otras zonas climatológicas en Guatemala.

Conociendo la capacidad de infiltración de los suelos, a la cual me referiré en su oportunidad y la cantidad de lluvia por hora (intensidad), podremos fácilmente determinar la provisión efectiva de lluvia por precipitación y un factor de escorrentía que aunque no interese fundamentalmente desde el punto de vista de riego aplicado, sí es de suma importancia y aplicación en trabajos hidrológicos y de conservación de suelos.

Si se conoce la provisión efectiva de lluvia por precipitación y la distribución, podrá conocerse lo siguiente:

1. Provisión efectiva de lluvia a lo largo del periodo vegetativo, y
2. Los requerimientos de riego para mantener la curva normal de requerimientos de consumo del cultivo.

C. FRECUENCIA Y CANTIDADES DE APLICACION DE RIEGO

En Guatemala los elementos determinantes del clima son tan variados que es posible diferenciar varios tipos climáticos dentro de los 109,000 Km² del territorio nacional, cada uno de los cuales presenta características de precipitación pluvial variable que es preciso conocer para propósitos de riego.

Se registran tipos climáticos desde el árido hasta el muy húmedo, lo que significa que es posible encontrar zonas en que el riego es innecesario, zonas en que el riego es de tipo suplementario y zonas en donde es estrictamente necesario porque los requerimientos de consumo de agua de los cultivos son equivalentes a los requerimientos de riego como consecuencia de la baja o escasa precipitación pluvial y de la elevada evaporación.

Lamentablemente la demarcación geográfica de las zonas en que prevalecen estos tipos climáticos aún no se ha realizado y consecuentemente la caracterización de cada tipo es algo que no existe pese a la importancia que ello tiene para fines de riego y agronómicos en general.

Me permito hacer referencia a lo anteriormente expuesto por razón de que la frecuencia y cantidades de aplicación de riego son dos datos que constituyen problema para la persona directamente encargada de efectuar el riego o sean los mismos agricultores, porque ello es decisivo desde el punto de vista del costo de producción de los cultivos, porque de la frecuencia y cantidades de aplicación dependen el mantenimiento de la productividad de los suelos y porque acerca del particular no hay ningún estudio en ningún área de riego de la república que permita ni siquiera tentativamente fijarlos.

Para que se comprenda la importancia que tienen los estudios conducentes a determinar la frecuencia y cantidades de aplicación de riego, a continuación haré una breve exposición de los conceptos que estos términos involucran.

Frecuencia de aplicación: Es la periodicidad con que debe regarse el suelo para mantener en

éste el óptimo de humedad necesario para cubrir los requerimientos de consumo de agua de un cultivo.

Cantidad de aplicación: Es la lámina de agua expresada en centímetros o pulgadas que es preciso aplicar por medio de riego para mantener el balance «absorción de agua-evapotranspiración» durante el período de frecuencia. En otras palabras, es la cantidad total de agua que es preciso aplicar por medio del riego para reponer al suelo las pérdidas de dicho elemento que ocurren a través de la absorción por parte del vegetal y la evapotranspiración.

Si se desconoce la frecuencia con que debe regarse, es posible que el riego lo estemos aplicando en una época inadecuada, y si tampoco conocemos la cantidad de aplicación, gastaremos más o menos de la cantidad de agua necesaria, todo lo cual da lugar a los resultados siguientes, que es frecuente observar en la mayoría de las áreas de riego que he tenido la oportunidad de visitar en el país:

1. Aumento innecesario del número de aplicaciones, con la consiguiente elevación de los costos de producción del cultivo.
2. Reducción de los rendimientos unitarios por falta de riego debido a que las aplicaciones no se hicieron con la frecuencia necesaria.
3. Lixiviación de los nutrientes del suelo por efecto de sobre riego (riego excesivo), como consecuencia de lo cual ocurre el empobrecimiento de los mismos.

4. Salinización de los suelos por defecto de riego (riego insuficiente) todo lo cual, como se comprenderá, justifica la realización de estos estudios.

D. CULTIVOS ECONOMICOS DE PRODUCCION BAJO RIEGO,

aconsejables para diferentes zonas climatológicas.

Aparte de las limitaciones de carácter ecológico para el crecimiento de los diferentes cultivos, existen algunas otras de carácter económico que justifican el estudio de aquellos cultivos cuya producción bajo riego es aconsejable en cada una de las distintas zonas climatológicas del país.

En Guatemala no existen hasta la fecha suficientes elementos de juicio para la demarcación de zonas que por sus características ecológicas sean recomendables para la producción de cultivos específicos porque se pretende con razón, o tal vez sin ella, que las feraces tierras del país son aptas para la producción de cualquier cultivo tropical, olvidando que si bien es cierto que es posible producirlos, los rendimientos unitarios son muy reducidos debido a factores limitantes de una u otra naturaleza, por lo que no resulta económica su producción en las condiciones normales en que ésta se realiza y menos aún bajo riego.

Para que la producción de un cultivo bajo riego resulte recomendable es preciso conocer en primer lugar su adaptación al medio donde se explotará, el potencial de productividad de los

suelos, así como los requerimientos de consumo y de riego para evaluar los costos de su producción y establecer el balance de precio de costo a precio de venta en el mercado.

Desafortunadamente esto sólo puede determinarse a través de estudios experimentales que aún no han sido realizados para las diferentes zonas del país, o lo han sido solamente para una o dos regiones que se localizan en las costas norte y sur, por lo cual es preciso llevarlos a cabo bajo una base técnica en provecho de una gran mayoría de agricultores, quienes erróneamente están empleando riego con miras a incrementar la producción unitaria de sus tierras en cultivos no solamente poco remunerativos, sino que nada recomendables por su poca adaptabilidad al medio ecológico en que lo hacen.

Resulta, pues, necesario, determinar a través de la investigación y experimentación, los cultivos económicos de cada región que por las circunstancias anteriormente expuestas resultan recomendables para su producción bajo riego, a efecto de que pueda marcharse sobre seguro al emprender la realización de proyectos específicos de tal naturaleza.

E. SISTEMAS EFICIENTES DE RIEGO A USARSE

Los suelos de Guatemala como los de cualquier otro país del mundo presentan variaciones muy apreciables en cuanto a sus características físicas se refiere, que son las que fundamentalmente interesa conocer desde el punto de vista de riegos. Se encuentran suelos muy permea-

bles, de una considerable capacidad de infiltración; suelos pesados o arcillosos de baja permeabilidad y capacidad de infiltración, y dentro de estos dos extremos la gran gama de variaciones.

Si por eficiencia de riego entendemos la relación entre la cantidad total de agua que se aplica directamente al suelo y la cantidad de agua almacenada en el mismo, susceptible de ser aprovechada por la planta, es evidente que para condiciones específicas como las que se encuentran en asociaciones de suelos de determinadas zonas del país, deberá buscarse el sistema de riegos que permita almacenar la cantidad de agua deseada dentro de la profundidad requerida con las menores pérdidas posibles; vale decir, los más eficientes sistemas de riego recomendables para la región.

De poco vale y prácticamente no tiene importancia, conocer los requerimientos de consumo de un cultivo, los requerimientos de riego, la frecuencia y la cantidad de aplicación, si al efectuar el riego lo hacemos dentro de límites poco aceptables de eficiencia o que no son los máximos que es posible alcanzar en determinadas condiciones, debido a que no se utiliza el sistema más eficiente para el caso. La baja eficiencia eleva los costos de riego y consecuentemente de producción de un cultivo, por lo cual debe determinarse cuál, entre los distintos sistemas de riego conocidos es el más aconsejable para las condiciones propias de cada zona.

Para la realización de este objetivo es necesario efectuar estudios de campo y de laboratorio en los suelos, así como correr algunas pruebas experimentales a efecto de corroborar resultados que se ajusten a la realidad del problema

que se estudia, ya que de seguirse recomendaciones de manuales de riego elaborados para otros países y para condiciones diferentes a las nuestras no hacemos otra cosa que dar pasos en falso ante un aspecto tan importante como es el de la eficiencia del riego.

F. CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO

La calidad de las aguas susceptibles de aprovechamiento para propósitos de riego es de suma importancia y deben iniciarse cuanto antes en Guatemala, los estudios conducentes a determinar la calidad de las aguas de las posibles fuentes de abastecimiento que se tenga en mente utilizar en proyectos de riego en estudio, o ya en operación.

Existen razones fundamentales que justifican esta clase de trabajo, algunas de las cuales me permitiré exponer a continuación:

1. Todas las aguas que se utilizan para riego ya sea que éstas provengan de corrientes superficiales o de almacenamiento del subsuelo, contienen sustancias en solución conocidas químicamente con el nombre de sales. La concentración de sales solubles en la mayoría de las aguas posiblemente no sea lo suficientemente alto para perjudicar el crecimiento de los cultivos; es la acumulación gradual de sales en el suelo la que produce las condiciones salinas perjudiciales; a medida que crece la concentración de sales solubles en el agua de riego, la acumulación de sales crece asimismo en el suelo hasta alcanzar límites que restringen o impiden el crecimiento de los cultivos.
2. La calidad de las aguas de riego está deter-

minada por la concentración y composición de las sales solubles y su determinación es de suma importancia para establecer las limitaciones de su uso a fin de evitar los problemas de salinización consecuentes.

La calidad de las aguas de riego en síntesis depende de lo siguiente:

- a De la concentración total de sales disueltas.
- b De la cantidad de sodio y su proporción en relación a otros cationes.
- c De la concentración de boro u otros componentes tóxicos para los cultivos.
- d Del contenido de bicarbonato en relación al contenido de calcio y magnesio.

Es recomendable que al efectuar estudios de esta naturaleza la clasificación de las aguas se ajuste a la clasificación standard del laboratorio de salinidad del USDA, en caso de ser esto posible, para facilitar la interpretación de los análisis y facilitar el uso de recomendaciones del mismo laboratorio para el manejo de dichas aguas.

En el programa que me permito proponer aparecen indicados los pasos a seguirse para efectuar estos estudios de los cuales depende en parte el éxito o el fracaso de cualquier proyecto de riegos.

G. ESPECIFICACIONES PARA DISEÑO DE SISTEMAS EFICIENTES DE RIEGO

Las especificaciones varían con el sistema de riego a usarse, y mientras no se determine el

sistema de riego aconsejable para los diferentes cultivos económicos en las distintas zonas del país, es prácticamente imposible formularlas.

En los manuales de riego elaborados para otros países figura una serie de especificaciones que no es recomendable seguir en Guatemala, si se desconocen las condiciones reales del medio en que habrán de aplicarse, ya que de emplearse indebidamente es posible que no se logren los objetivos de un diseño correcto como son:

- 1 Eficiencia.
- 2 Bajo costo del sistema.
- 3 Facilidad de operación.

El relieve poco uniforme de los suelos de algunas de las zonas del país con abundancia en recursos hidrológicos, requiere para propósitos de riego una consideración muy especial en cuanto al sistema de riego a usarse se refiere. La mayoría de los agricultores en nuestro medio desconocen la necesidad de preparar los suelos en la forma que es debido para el riego de tales suelos, y no es raro observar en algunas zonas como por ejemplo en los Llanos de La Fragua, en Suchitepéquez, en Asunción Mita, etc., sistemas de riego poco o nada recomendables en uso, con lo cual, en vez de conseguir los efectos beneficiosos del riego en los suelos, lo que se logra es la ruina de los mismos.

El sistema a que me refiero es el de surcos a curva de nivel, que bien diseñado podría en algunas condiciones evitar la erosión del suelo y consecuentemente la destrucción del mismo, pero que en las condiciones en que se emplea resulta inadecuado.

Esto significa que es preciso elaborar especificaciones adecuadas para los sistemas de riego recomendables en casos como el anteriormente mencionado.

Muchos agricultores que por recomendaciones de agentes comerciales han recurrido al uso de equipo para riego aéreo han confrontado una realidad que no es precisamente la que les fue descrita al momento de comprar dicho equipo porque al usarlo se encontraron con que la descarga de los rociadores era insuficiente o excesiva para la capacidad de infiltración y permeabilidad de los suelos en que tenían necesidad de usarlo; que por los efectos de viento o excesiva evaporación y naturaleza del cultivo era impráctico su uso, o bien que ocasionó un marcado aumento de los costos de riego y consecuentemente de los costos de producción, en perjuicio de su situación económica.

Casos como los anteriormente citados hubieran podido evitarse de conocerse especificaciones elaboradas para su uso en Guatemala, ajustadas a la realidad, lo que hace necesario este trabajo para el diseño de sistemas eficientes de riego en el país.

II. RECURSOS HIDROLOGICOS

Guatemala es un país que cuenta con recursos hidrológicos tanto en la vertiente del Atlántico como del Pacífico, susceptibles de ser aprovechados para abastecimientos de agua de consumo de muchas poblaciones, para propósitos hidroeléctricos, de riego, o para proyectos mixtos que involucren las tres finalidades anteriores, que es necesario utilizar en la forma más racio-

nal que sea posible en favor de la economía nacional.

Para el efecto es preciso llevar a cabo estudios hidrológicos, climatológicos y los que se refieren a la relación clima-suelo-agua-plantas a que ya he hecho referencia anteriormente, a fin de obtener la información necesaria para planear en mejor forma el aprovechamiento de tales recursos.

El objetivo fundamental de estos estudios puede resumirse en los siguientes renglones generales:

- A. Elaboración de un inventario de los recursos hidrológicos del país, (superficiales y del subsuelo).
- B. Estudio de las cuencas tributarias de los ríos o almacenamientos de agua susceptibles de ser aprovechados para los fines enumerados (abastecimientos de agua para consumo doméstico, hidroeléctricos, de riego, o mixtos).
- C. Evaluación de los siguientes elementos de juicio, para planificación:
 - 1 Posibilidades de aprovechamiento de dichos recursos.
 - 2 Necesidades nacionales de utilización de los mismos.
 - 3 Proyecciones en la economía nacional, provenientes de su utilización.
- E. Planeamiento de programas específicos para su explotación.

En la actualidad parte de tales estudios es-

tán siendo realizados por diferentes dependencias del Estado, pero no existe ninguna entidad coordinadora de los mismos para su debida interpretación y uso, por lo que de realizarse a través de una dependencia única sería muy provechoso y se evitaría la duplicidad de actividades con que actualmente se confronta.

En otros países como por ejemplo México, se ha dado tanta importancia a la explotación de los recursos naturales con que cuenta el país que dentro del orden administrativo del Gobierno se ha creado la Secretaría de Recursos Hidráulicos con el fin específico de llevar a cabo tales actividades. Su asignación presupuestal figura entre las más importantes y es innegable que vista la magnitud de la obra realizada hasta el presente por dicha Secretaría, ésta ha llevado a cabo una labor efectiva de incalculable trascendencia en el progreso y mejor desarrollo de la economía de aquella nación.

En nuestro medio si bien no existe una dependencia de aquel elevado rango dentro de la administración pública a cargo de tales atribuciones, si hay dentro de los Ministerios de Comunicaciones y el de Agricultura algunas Direcciones encargadas de elaborar parte de los estudios enumerados anteriormente, pero como ya lo he indicado y lo que es más importante, no están siendo realizados en forma coordinada ni bajo programas específicos ni continuos, lo que evidentemente indica la necesidad de asignarlos a una sola dependencia, indudablemente la que tenga atribuciones más afines con la naturaleza de aquéllos, o bien de crear dentro del orden administrativo y con carácter permanente una que esté a cargo exclusivo de dichos estudios.

Hago referencia a lo expuesto anteriormente porque uno de los propósitos fundamentales del presente trabajo antes que entrar en consideraciones de orden técnico relativas a indicar el proceso conforme al cual deben realizarse los estudios a que se refieren los puntos A., B., C. y D., mi intención es contribuir a la orientación de quienes tengan en sus manos la planificación del desarrollo de Guatemala a través de programas de trabajo de grandes alcances, quienes deben tener conocimiento de la clase de estudios de tipo general que se necesita emprender en el país para futuros planeamientos tendientes a la explotación de los recursos naturales.

Guatemala, como lo he indicado anteriormente, es un país rico en recursos hidrológicos utilizables para diferentes finalidades pero mientras no tengamos un conocimiento exacto de los mismos y de las posibilidades de su aprovechamiento, será imposible planificar su explotación racional, tan necesario esto último para el progreso de su agricultura, de su industria y de su economía en general.

III. ASPECTO CULTURAL, SOCIAL Y ADMINISTRATIVO

Hasta el presente el riego ha sido una práctica de uso poco común en la agricultura del país por una serie de factores que tal vez es conveniente analizar al tratar del aspecto cultural, social y administrativo del riego en Guatemala.

En principio el poco uso de riego que se registra en el país posiblemente se deba a lo siguiente:

1. A que al presente las zonas que podríamos considerar de estrictamente agrícolas se encuentran localizadas en las regiones litorales del país (Atlántico y Pacífico), donde se cuenta con abundantes lluvias de abril a octubre, que cubren los requerimientos de agua de los diferentes cultivos que se explotan en las mismas hasta límites más allá de lo requerido, lo que indudablemente hace innecesario el uso de riego.

2. A que la producción principal consiste de cultivos alimenticios básicos, poco remunerativos a los precios que se cotizan en el mercado, tales como maíz, frijol, arroz, maicillo y de algunos pastos criollos que se explotan en fincas muy extensas en las que el agricultor no toma todavía muy en consideración el factor rendimiento unitario porque no tiene aún el concepto bien claro de lo que significa producción económica.

3. Porque no obstante que las condiciones climáticas prevalecientes en las zonas de referencia permiten la explotación de las mismas durante el verano si se recurre al uso de riego, la gran mayoría de los agricultores, poco progresistas de por sí, desperdician esta oportunidad para realizar un mejor aprovechamiento de sus tierras, las que lamentablemente permanecen ociosas durante la estación seca del año.

4. Porque el riego en la zonas mencionadas es una práctica completamente ignorada que requiere ciertos conocimientos que no están a su alcance, así como de inversiones que no están en condiciones de hacer.

De lo expuesto se desprende que el aspecto cultural tanto como las condiciones climáticas

propias del medio en que actualmente se concentra la producción agrícola nacional, han sido hasta la fecha, los factores principales a los que se debe el poco uso de riego en Guatemala; pero el potencial de productividad de áreas fuera del litoral, hacia la parte central del país, que ha sido puesto de manifiesto a través de estudios tales como el del mapa de suelos de la República y otros que han sido realizados por el SCIDA y distintas dependencias del Ministerio de Agricultura en los últimos años, hacen presumir que en un futuro no lejano surgirá un desplazamiento hacia dichas zonas de ciertos cultivos que dada la variación apreciable del medio ecológico propio de las mismas permitirán su producción a costos considerablemente más bajos y menos prohibitivos que los actuales, tal es el caso del agodón, en el que los gastos por concepto de fumigación y aspersión para el control de enfermedades y plagas absorben en un buen porcentaje esos elevados costos de producción.

Por el conocimiento más o menos amplio que de ellas se tiene desde el punto de vista agronómico y posibilidades de riego merecen destacarse entre tales zonas la de los Llanos de La Fragua, Valles de San Jerónimo-Salamá, de Jalapa y de Asunción Mita, en todas las cuales se están realizando estudios de diferente índole para su aprovechamiento y explotación agrícola, entre los cuales figuran estudios de riego, agronómicos, etc., porque si bien el riego a efectuarse es evidentemente de tipo suplementario, sin él es imposible la producción agrícola dentro de niveles económicos para el agricultor.

Es evidente en consecuencia que para fomentar el uso de riego tanto en las zonas agrico-

las actuales como en aquellas que ofrecen posibilidades de explotación a través del riego es necesario no sólo tomar en consideración esas posibilidades sino que tanto el aspecto cultural de los agricultores como el aspecto social y administrativo inherentes al riego.

Para el efecto conviene desarrollar una labor educativa de los agricultores para inculcarles algunos conceptos relativos a producción agrícola económica y a los beneficios que se derivan del uso racional del riego, así como sobre los principios fundamentales del mismo. Esta labor podrá desarrollarse a través de agencias de extensión que para el efecto deberán contar con personal capacitado, a fin de que puedan hacerse demostraciones sobre sistemas eficientes de riego, costos de operación de los diferentes sistemas de riego, costos de producción de los cultivos y rendimientos, todo lo cual servirá para inculcarles en forma objetiva aquellos beneficios que se derivan del uso de riego en plantaciones cultivadas en las áreas donde lo indiquen los estudios previos a que he hecho referencia, o en las áreas en las cuales se están desarrollando actualmente programas de riego.

Pero como la realización de obras de riego en el país no pueden reservarse al estado exclusivamente, es conveniente fomentar la iniciativa privada entre los agricultores para que mediante la organización de cooperativas, sociedades o empresas comerciales de cualquier tipo se lleve a cabo el financiamiento y administración de pequeños o grandes proyectos de riego, en cuya construcción por lo general hay necesidad de hacer inversiones que en las condiciones de nuestro medio no están al alcance de los agricultores

de escasos recursos económicos.

Dentro del programa general que he elaborado y al cual me refiero en el siguiente capítulo están considerados los diferentes tipos de empresas recomendables para nuestro medio, así como su régimen administrativo, por lo que me abstengo de mencionarlos en esta ocasión.

Es necesario por lo tanto que al formular un programa general de riegos se tome en consideración al mismo tiempo que el aspecto técnico, todos aquellos que se relacionan con el uso de esta práctica por los problemas que en la realidad habrán de confrontarse al entrar en operación cualquier proyecto de esta naturaleza.

II) - OBJETIVOS

A través de las consideraciones formuladas en las páginas anteriores me he permitido recalcar la importancia que tienen ciertos estudios desde el punto de vista del riego en general, así como del riego aplicado, o sea, para fines de planificación de proyectos u obras de riego y para el uso adecuado de esta práctica en Guatemala.

Asimismo he hecho notar que la mayor parte de tales estudios es preciso iniciarlos o continuar los que ya se hayan iniciado, debido a que no obstante su importancia no sólo para fines de riego sino que agronómicos en general, no existen o bien sólo han sido principiados sin que hayan sido concluidos, por lo que es necesario que se formule un programa general para realizarlos.

Dentro de un programa general de riego, sin embargo, además de los estudios de orden técnico deben considerarse otros aspectos importantes entre los que figuran el aspecto económico, el cultural, el político, el legal y el administrativo fundamentalmente, por la relación que éstos guardan entre sí y por la importancia que los mismos tienen cuando se construyen obras de riego, en las que se confrontan problemas inherentes a tales aspectos.

Es por ello que la estructuración de un programa ideal de riegos para el país, en el que se

contemplan dichos aspectos resulta un poco compleja y su realización de la competencia tanto del Estado como de los propios agricultores, siendo recomendable la creación, dentro del régimen administrativo del primero, de una dependencia específica permanente, responsable de impulsarlo y de llevarlo a feliz término.

Sin embargo, antes que ideal, un programa general de riegos para el país debe ser de aplicación práctica y ajustarse a la realidad que se confronta dentro del orden administrativo imperante. Por eso al elaborar los objetivos del programa me he permitido dar prioridad a los objetivos de orden agronómico-técnico por cuanto son éstos los que dentro de una secuencia lógica constituyen el punto de partida de los estudios de Ingeniería aplicada a riego y porque existen ya, dentro del Ministerio de Agricultura, dependencias a través de las cuales pueden llevarse a cabo.

He restado importancia, indebidamente, a los objetivos de orden cultural, legal, político y administrativo, tomando en consideración que en cuanto a éstos se refiere, los estudios que corresponden pueden ser realizados en su oportunidad y porque ello no implica la inversión de tanto tiempo como los estudios que se refieren al aspecto agronómico técnico, los cuales requieren, aparte de esfuerzo constante y fundamento técnico, de muchos años para su realización.

A continuación figuran en primer término el programa general de riegos que me he permitido elaborar, los objetivos a lograrse a través del mismo y posteriormente las explicaciones que corresponden.

PROGRAMA GENERAL DE RIEGOS

I Estudios sobre la relación clima-suelo-agua-planta.

A. Estudios sobre el clima:

1. Régimen de lluvia:

- a Elaboración del mapa de precipitación pluvial máxima, anual y mensual.
- b Elaboración del mapa de precipitación pluvial mínima, anual y mensual.
- c Elaboración del mapa de precipitación pluvial media, anual y mensual.
- d Estudio de la distribución, intensidad y frecuencia de las lluvias.

2 Régimen de variación térmica: (Mapa de Isotermas).

- a Elaboración del mapa de temperatura máxima anual y mensual.
- b Elaboración del mapa de temperatura mínima, anual y mensual.
- c Elaboración del mapa de temperatura media, anual y mensual.
- d Elaboración de los gráficos de variación de la temperatura.

3 Elaboración del mapa de evaporación.

4 Elaboración del mapa climatológico:

- a Evaluación del método más adecuado para las condiciones propias de Guate-

mala y propósitos de dicho mapa (Métodos de Thornthwaite, etc.)

- b Clasificación climática del país.
- c Caracterización de los tipos climáticos.
- d Localización geográfica de las regiones en donde prevalecen los tipos climáticos establecidos, (zonificación climatológica).

B Estudio de los suelos:

1 Clasificación:

- a Clasificación preliminar de los suelos de las distintas zonas climáticas del país.
- b Clasificación de Reconocimiento.
- c Clasificación de Reconocimiento detallada.
- d Clasificación detallada.

2 Características de los suelos susceptibles de explotación bajo riego:

- a Estudio de las características físicas siguientes:
Relieve, textura, estructura, perfil del suelo, profundidad, drenaje, friabilidad, infiltración, permeabilidad, percolación, capacidad de campo, punto de marchitamiento, espacio poroso, gravedad específica, humedad equivalente, consistencia.
- b Características químicas:
Bases intercambiables.
Porcentaje de Sodio.

Porcentaje de Cloruros.
Otras.

C Estudio de las aguas:

1 Inventario de los recursos hidrológicos.

2 a Superficiales:

Vertientes del Atlántico.

Vertientes del Pacífico.

Embalses naturales.

b Del subsuelo.

2 Estudio de la calidad de las aguas susceptibles de aprovechamiento para propósitos de riego.

3 Balance de salinización.

4 Evaluación de la información anterior para clasificar las fuentes de abastecimiento de acuerdo con las limitaciones que ofrece su uso para fines de riego.

5 Elaboración de recomendaciones para su uso (lámina de agua, frecuencia de riego, enmiendas, etc.)

D Estudio de las características agronómicas de los cultivos:

1 Anatómicas: sistema radicular, área foliar, etc.

2 Fisiológicas: Curvas de crecimiento, transpiración, ciclo vegetativo, períodos críticos, etc.

3 Ecológicas: adaptación al medio, susceptibilidad a enfermedades, plagas, etc.

E Evaluación de la información anterior para los fines siguientes:

- 1 Determinar por medio de métodos racionales, las necesidades de consumo de agua de los cultivos económicos en las áreas con posibilidades de riego.
 - 2 Determinar los requerimientos de agua para mantener el óptimo de humedad en el suelo.
 - 3 Determinar la provisión efectiva de lluvia y elaboración del gráfico respectivo dentro del ciclo vegetativo de cada cultivo.
 - 4 Ajuste de las curvas provenientes de los estudios contemplados en los puntos anteriores para determinar los requerimientos de riego.
 - 5 Determinar la frecuencia y cantidades de aplicación de riego.
 - 6 Elaboración del reporte respectivo.
- II Localización de áreas recomendables para explotación bajo riego.
- III Localización de áreas susceptibles de riego.
- IV Selección de cultivos económicos recomendables para explotación bajo riego en cada una de las zonas susceptibles de riego.
- V Investigación y experimentación:
- 1 Experimentos de tipo general:
 - a Efecto combinado de métodos de siembra, fertilización y riego.
 - b Determinación de los niveles significativos de riego y frecuencia de aplicación en zonas áridas, húmedas y subhúmedas.
 - c Efecto combinado de riego, fertilización y manejo de suelos.
 - 2 Experimentos de tipo específico, derivados de los experimentos de tipo general.

VI Evaluación de la información anterior para determinar:

- 1 Area susceptible de riego.
- 2 Caudal aprovechable de las fuentes susceptibles de aprovechamiento para propósitos de riego.
- 3 Area regable racionalmente.
- 4 Naturaleza de las obras de riego.
- 5 Costo.
- 6 Financiamiento.

VII Aspecto cultural: (Extensión Agrícola).

- A. Evaluación de sistemas de riego actualmente en operación para los fines siguientes:
 - 1 Determinar la provisión efectiva de humedad a los suelos bajo cultivo por medio de dichos sistemas.
 - 2 Riegos de salinización derivados de las aguas y prácticas en uso.
 - 3 Efecto del riego en la productividad de los suelos.
 - 4 Costos en general (de operación, mantenimiento, de producción).
 - 5 Recomendaciones adecuadas para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos de que se trata (incorporación de materia orgánica, rotaciones, fertilización, dosificación de agua, estructuras de control, métodos de riego, etc.)
- B Demostración a través de ensayos piloto, de lo siguiente:
 - 1 Costo de operación.

- 2 Eficiencia del sistema.
- 3 Control de los efectos subsecuentes del riego.
- 4 Incremento de la productividad de los suelos bajo riego.
- 5 Niveles de aplicación de agua.
- 6 Uso de las estructuras de control.

C Asistencia técnica:

- 1 Para diseño de sistemas eficientes de riego.
- 2 Para ejecución de los sistemas diseñados.
- 3 Para el manejo de los sistemas en operación.
- 4 Para el manejo de los suelos bajo riego.
- 5 Sobre prácticas de riego y fertilización.

D Divulgación:

- 1 Publicación y distribución de impresos, sobre riego.
- 2 Pláticas relativas a aspectos relativos a riego.
- 3 Cursos de capacitación para uso de riego.
- 4 Proyección de películas.

VIII Aspecto Social y Administrativo:

- A. Organización de Cooperativas para el financiamiento de pequeños proyectos de riego.
- B. Estímulo a la iniciativa privada para el financiamiento de obras de riego, a tra-

vés de la organización de empresas comerciales.

- C. Organización de distritos de riego financiados por el estado con fondos públicos.

IX Aspecto legal:

- A Elaboración de una Ley Nacional de Riegos.

OBJETIVOS DEL PROGRAMA

- I. Evaluación de las áreas susceptibles de explotación agrícola bajo riego.
- II. Selección de los cultivos económicos recomendables para explotación bajo riego en cada zona climatológica del país.
- III. Selección de sistemas de riego recomendables para cada zona climatológica.
- IV. Elaboración de un inventario de los recursos hidrológicos del país.
- V. Determinar la calidad de las aguas susceptibles de aprovechamiento para propósitos de riego.
- VI. Determinar los requerimientos de consumo y de riego de los diferentes cultivos económicos recomendables para cada zona.
- VII. Determinar la frecuencia y cantidades de aplicación.
- VIII. Evaluación de la información anterior para la planificación de proyectos específicos dentro de las zonas susceptibles de explotación agrícola bajo riego.
- IX. Desarrollo de una labor cultural a través de extensión agrícola en riegos.
- X Elaboración de la Ley Nacional de Riegos.

XI. Organización de empresas de riego en el país.

COMENTARIOS ACERCA DEL PROGRAMA

Los estudios previos sobre la relación clima-suelo-planta-agua tienen por objeto principal determinar las necesidades de consumo de agua de los diferentes cultivos económicos que se producen en Guatemala, las regiones en donde es recomendable el uso de riego para el incremento de la producción agrícola y los cultivos cuya producción bajo riego es económicamente aconsejable en cada zona del país.

Para establecer las necesidades de consumo de agua se estudiarán los factores determinantes de dichas necesidades que son: el clima, el suelo y los cultivos de referencia.

En cuanto al clima se refiere interesa conocer los distintos tipos climáticos prevalecientes en Guatemala, las características de precipitación pluvial y temperatura de dichos tipos climáticos y la localización geográfica de las regiones en que estos prevalecen a fin de desarrollar métodos racionales para determinar, con base en los records de lluvia, de temperatura y el reporte de suelos las necesidades de consumo, las variaciones de humedad del suelo y los requerimientos de riego para mantener el óptimo de humedad necesario para el crecimiento de los cultivos.

Los métodos a través de los cuales se determinan las necesidades de consumo de agua son métodos empíricos basados en los records meteorológicos y en la relación suelo-agua-planta, pero que aplicados racionalmente proporcionan

la información que sirve de base para los trabajos de investigación y experimentación ulteriores a realizar dentro de cada zona climatológica.

Los mapas pluviométricos, térmicos y de evaporación que se contemplan dentro del presente programa servirán para la elaboración del mapa climatológico. La información pluviométrica básica para la elaboración de dicho mapa es la precipitación pluvial anual media; sin embargo, para propósitos de riego los valores anuales promedio son insuficientes para una estimación adecuada de las variaciones del contenido de humedad del suelo y evaluación de los requerimientos de riego de los cultivos. Es necesario conocer la distribución de las lluvias durante el año así como la intensidad de las mismas.

De la intensidad dependen la cantidad de lluvia absorbida por el suelo, y de la distribución los requerimientos de riego para mantener los niveles óptimos de humedad para fines agrícolas.

Por tal razón es necesaria la elaboración de los mapas de lluvia, temperatura y evaporación a que hace referencia este punto.

Establecidas y localizadas geográficamente las regiones climáticas de Guatemala, (mapa climatológico), se procederá a elaborar el inventario de los recursos hidrológicos de cada región las áreas con posibilidades de riego y una evaluación para los trabajos de investigación y experimentación posteriores, de los cultivos cuya producción económica bajo riego, dependiente de la relación clima-suelo-agua-planta, resulten recomendables en dichas áreas.

Las áreas agrícolas con posibilidades de riego una vez determinadas y localizadas geo-

gráficamente se estudiarán desde el punto de vista de su fisiografía y de las características físicas y químicas de sus suelos para una evaluación de su potencial de productividad bajo riego.

En cuanto se refiere a los trabajos de investigación y experimentación considerados dentro del programa, éstos servirán para comprobar los resultados obtenidos a través de los estudios previos sobre la relación clima-suelo-agua-planta y consistirán en trabajos de laboratorio, de invernadero y de campo y deberán realizarse en colaboración con agricultores de las zonas en donde sea preciso llevarlos a cabo para reducir el costo de los mismos. Para realizar estos trabajos deberá hacerse una localización de áreas representativas dentro de cada zona climatológica y dentro de cada área representativa a su vez, deberán seleccionarse parcelas en las que se instalarán los ensayos experimentales para formular, los cuales deberán previamente elaborarse los diseños más adecuados que permitan asimismo un análisis biométrico exacto de los resultados obtenidos.

En los experimentos de tipo general se estudiará la correlación existente entre aquellos factores que normalmente afectan los índices de productividad de los suelos bajo riego en tanto que por medio de los segundos se estudiarán los problemas específicos derivados de aquellos .

La experiencia ha demostrado en áreas bajo riego que existe una estrecha correlación entre los métodos de siembra, fertilización y riego y que para la obtención de rendimientos satisfactorios en diferentes cultivos y en diferentes unidades de suelo es preciso determinar a través de

la experimentación cuáles son las alternativas de aquellas variables que resultan significativas y consecuentemente recomendables o no. Por métodos de siembra, para aclarar, desde el punto de vista del riego deberá entenderse espaciamiento entre surcos, y población, básicamente,

En este tipo de experimento en consecuencia, el objetivo es determinar las recomendaciones relativas a espaciamiento entre surcos, población y niveles de fertilizante y riego adecuados para cada cultivo y zona del país.

Por medio del segundo experimento en cambio se estudiará la correlación entre la distribución del agua de riego en el perfil del suelo (una variable dependiente de las características del suelo), las variaciones en el contenido de humedad del suelo por efecto de la evapotranspiración y las necesidades de consumo de los cultivos.

El experimento será conducido por no menos de 3 años en diferentes regiones climáticas y en diferentes unidades de suelo y como consecuencia del mismo podrá llegarse a conclusiones relativas a eficiencia de los métodos empleados, evaluación de los métodos más eficientes, niveles económicos de riego, frecuencia de aplicación, costos de riego, etc.. Otras conclusiones podrán también derivarse de tales experimentos si se preveen al diseñarlos.

Finalmente y en relación al tercer experimento, para justificar su inclusión dentro del programa baste decir que para mantener la productividad de los suelos bajo riego es necesario el uso de adecuadas prácticas de manejo y fertilización de los mismos.

Gran parte de los nutrientes del suelo se pierden por efecto de sobre riego (riego excesivo) y

consumo de los cultivos en suelos de buena o excesiva permeabilidad, en tanto que problemas de salinización surgen en suelos impermeables o de baja permeabilidad, todo lo cual justifica el objetivo de este experimento para evitar el empobrecimiento de los mismos o cualquier otro problema subsecuente al uso de riego.

Los experimentos de tipo específico consistirán en el estudio de los problemas que surjan en las áreas bajo riego y no pueden en consecuencia mencionarse, pero quedan previstos dentro del programa general y deberán realizarse en su oportunidad bajo la dirección técnica del caso.

Con base en la información obtenida a través de los estudios previos a que se refiere la primera parte del programa, el Estado, empresas particulares o los mismos agricultores organizados ya sea en cooperativas o individualmente podrán emprender seguros de obtener buenos resultados, la construcción de obras de riego, de cualquier magnitud.

Ciertas áreas dentro de las zonas climatológicas, como es de suponerse, resultarán recomendables para explotación agrícola bajo riego pero que no son susceptibles de ello por falta de abastecimientos de agua adecuados. Por esta razón, una vez determinadas aquellas, deberá establecerse cuales, entre dichas áreas son susceptibles de riego.

Asimismo y dadas las características ecológicas propias de cada área deberán determinarse cuales son los cultivos económicos recomendables para explotación dentro de cada una. También deberán conducirse los estudios ten-

dientes a establecer cuales son los sistemas de riego aconsejables en cada área.

En relación al aspecto cultural, (extensión agrícola en riegos), cabe exponer lo siguiente:

El uso de riego trae consigo algunos problemas importantes que el agricultor debe conocer no sólo para estar prevenido de ellos sino que para afrontarlos convenientemente y con la debida anticipación.

El mantenimiento de la productividad de los suelos bajo riego, la acumulación gradual de sales perjudiciales, el ascenso de la capa freática y en oportunidades la escasez de agua son en realidad verdaderos problemas provenientes del uso de riego que tarde o temprano el agricultor tendrá que afrontar.

La pérdida de fertilidad de los suelos en sin embargo, el más importante de dichos problemas en todas las áreas bajo riego y el primero que encuentra el agricultor recién iniciado en el uso de esta práctica.

La pérdida de la fertilidad puede ser debida a cualquiera de las causas siguientes:

1. Irrigación de suelos no recomendables para ello
2. Reducción de la materia orgánica del suelo
3. Al consumo por los cultivos, de grandes cantidades de nutrientes que no son reemplazados al suelo
4. Lixiviación de los nutrientes más importantes para los cultivos por efecto de sobre riego (riego excesivo).
5. A la acumulación de sales perjudiciales

por efecto del uso de aguas de mala calidad.

6. Ascenso de la capa freática.

Es por ello que la labor cultural contemplada dentro del programa tiene por objeto hacer demostraciones objetivas a los agricultores de los inconvenientes que pueden surgirles por el mal uso del riego, a través de una evaluación de los sistemas en uso y de como evitarlos mediante el empleo de sistemas correctamente diseñados (ensayos pilotos), que deberán instalarse en lugares en donde el agricultor tenga la oportunidad de apreciar las ventajas que se derivan de seguir las instrucciones formuladas por los técnicos en riegos.

En cuanto al aspecto Social y Administrativo es preciso aclarar, como ya se indicó que en capítulo de consideraciones, que las obras de riego tendrán que llevarlas a cabo tanto los mismos agricultores como el propio Estado, pero que no es recomendable que únicamente sea este último quien soporte el peso total que implica la construcción de tales obras.

Para el fomento del riego puede comenzarse con la organización de cooperativas de riego financiadas y administradas por los propios agricultores, a quienes deberán concedérseles las facilidades crediticias necesarias a través de los bancos que operan en el país.

También podrán organizarse empresas privadas a quienes podrán concedérseles las garantías que corresponden a través de los procedimientos legales y jurídicos del caso que respalden

la inversión privada en obras de esta naturaleza. Es por ello que se hace necesario la emisión de una Ley Nacional de Riegos, sin la cual es imposible la organización de empresas formales, como las que operan en otros países, con resultados tan provechosos tanto para los agricultores como para los propios inversionistas.

CONCLUSION:

Considero haber contemplado todos los aspectos importantes que conciernen al riego dentro del programa anteriormente elaborado, y es de lamentarse que en él no sea posible entrar en detalles más concretos dentro de cada uno de los aspectos tratados. Sin embargo, como lo indiqué desde el principio, el objetivo principal no es otro que el de contribuir a la orientación de los trabajos en riegos que se llevan a cabo actualmente en el país.

Creo que el programa cumple con este requisito y aunque no es un programa ideal, cuando menos es plausible, de aplicación práctica en nuestro medio y realizable a corto plazo.

III — PROYECCIONES

Según puede leerse en algunos reportes del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), Guatemala es un país eminentemente agrícola; subdesarrollado por decirlo así, como la gran mayoría de los restantes países de Latinoamérica.

No obstante la diversidad de los recursos naturales con que cuenta, éstos en su gran mayoría permanecen aún inexplorados o explotados en una forma que no es precisamente la más aconsejable o provechosa.

Recomienda aquella institución que se promueva el desarrollo de la agricultura en primer término y que para el efecto se recurra entre otras cosas al uso de riego; tal recomendación es por cierto una de las más acertadas para las condiciones de subdesarrollo que prevalecen en el país y de allí la necesidad de promover la explotación de los recursos hidrológicos y agrológicos; de formular un programa general de riegos con objetivos definidos; de llevarlo a la práctica por medio de una dependencia específica, porque el fomento del riego, como lo prevé aquella organización de reconocido prestigio internacional, será de incalculables proyecciones para Guatemala por cuanto ofrece perspectivas halagadoras tales como las siguientes:

- 1 El aprovechamiento de los recursos hidrológicos del país, en los que Guatemala es bastante pródiga.
- 2 La incorporación dentro de la producción agrícola, de extensas zonas de reconocido potencial de productividad.
- 3 El aprovechamiento del potencial latente de trabajo de una apreciable fracción de la población guatemalteca, inactivo o desperdiciándose en forma lamentable por falta de oportunidades para su utilización.
- 4 La diversificación de la producción agrícola y el incremento de los índices de dicha producción.

- 5 Mayores facilidades para la orientación de la política agrícola del país, conforme a las necesidades de consumo o a los problemas subsecuentes derivados de la superproducción.
- 6 Oportunidades de inversión al capital y consecuentemente circulación del mismo.
- 7 Mejora del standard de vida de los propios agricultores.
- 8 Mayor estabilidad de la economía del país, hasta hoy dependiente básicamente de la producción de café.

Pero no obstante esas perspectivas que indudablemente serán de grandes proyecciones en los diferentes aspectos de la vida del país, y las recomendaciones de instituciones tales como la anteriormente mencionada, muy dignas por cierto de tomarse en consideración, poco es lo que se ha hecho en el sentido de promover el desarrollo de Guatemala a través de la utilización de sus recursos naturales.

Parece que hiciera falta de orientación, y es por ello que en el presente trabajo, antes que abordar un tema específico de riesgos he creído conveniente plantear los lineamientos a seguirse para llevar a cabo una explotación racional de dichos recursos; porque estimo que ello es más necesario y decisivo, y que antes de iniciar proyectos regionales de introducción de agua para riego de pequeñas áreas es preferible sentar las bases fundamentales bajo las cuales debe usarse el riego y los objetivos y aspectos a contemplarse a través de un programa general de riegos en el país.

Espero contribuir en esta forma a la orientación de los estudios en riegos que se desarrollan en Guatemala y que el presente trabajo sea de alguna utilidad en el futuro.

Guatemala, febrero de 1959.

Ovidio Amaya Gálvez

Ing. Eduardo D. Goyzueta V.
Asesor.

Imprimase:

Ing. Marco Tulio Urizar M.,
Decano.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Allred, E. R. & Blake, G. R. If you irrigate, how can you tell when? Minn. Ag. Exp. Sta. Farm & Home Sci. 13: 18-19. Mayo 1956.
- 2 Bear, Firman E. ed. Chemistry of the soil. N. Y., Reinhold Pub. Corp. Monograph series no. 126. 373 p. 1955.
- 3 Bernstein, L. & Fireman, M. Laboratory studies on salt distribution in furrow-irrigated soil with special reference to the pre-emergence period. Soil Sci. 83: 249-63. Abril 1957.
- 4 Carreker, J. R. & Huston, W. E. Designing sprinkler irrigation systems. Ga. Ag. Coll. Ext. Bul. 588: 1-26. 1955.
- 5 Clarke, G. R. The study of the soil in the field. 4th ed. Oxford. Clarendon Press., 204 p. 1957.
- 6 Code, W. E. Farm irrigation structures. Colorado, Ag. Exp. Sta. Bul. 496-S: 1-60. Feb. 1957.
- 7 Craig, J. T. & Nunnery, S. A. Pumping with tractor power for sprinkler irrigation. S. C. Ag. Exp. Sta. Circ. 118. Feb. 1958.
- 8 Criddle, Wayne D. & Others. Methods for evaluating irrigation systems. U. S. Soil Conservation Serv. Agriculture Handbook 82: 1-24. Apr. 1956.
- 9 Davis, J. R. Future of irrigation in humid areas. Am. Water Works Assn. J. 48: 982-90. Agosto 1956.
- 10 Doll, J. P. Economic application of soil survey data in irrigated areas. Mont. Ag. Exp. Mim. Circ. 87: 1-123. 1955.
- 11 Donahue R. L. Water, a critical factor in crop production. N. H. Ag. Exp. Sta, Prog, Rep, 2: 12-13t 12-13. Mayo 1956.
- 12 Duley, F. L. & Russel, J. C. Stubble-mulch farming to hold soil and water. U. S. Dept, of Agric, Farmers' Bul. 1957: 1-32. June 1948.
- 13 Enlarged research program to study irrigated soils. Cal. Citrograph 42: 214. Abril 1957.

- 14 Erhart, Andrew B. & Others. Irrigation in Western Kansas. Kan. Ag. Exp. Sta. Circ. 324: 1-22. Aug. 1955.
- 15 Francis, C. J. & Turelle, J. W. Irrigating corn. U. S. Dept. of Agric. Farmers' Bul. 2059: 1-14. Oct. 1953.
- 16 Garret, R. C. & Keese, C. W. Supplemental irrigation of cotton. Texas Ag. Exp. Sta. Texas Ag. Prog. 2: 4-6. Sep. 1956.
- 17 Guatemala. Dirección General de Estadística. Censo agropecuario 1950. 3 Vols.
- 18 Hargreaves, G. H. Irrigation requirements based on climatic data. Am. Soc. Civil Eng. Proc. 82 (IR 3 no. 1105): 1-10 Nov. 1956.
- 19 Hernández Robredo, Leopoldo. Meteorología física y climatología agrícolas. Barcelona, Salvat Editores, S. A., 370 p. 1952.
- 20 Hoglund, C. R. & Others. Economics of irrigating in Michigan. Mich. Ag. Exp. Sta. Q. Bul. 39: 208-29. Nov. 1956.
- 21 Holmen, H. Measuring water needs of 5 irrigated crops. N. D. Ag. Exp. Sta. Bimonthly Bul. 18: 182-5. May 1956.
- 22 Houk, Ivan E. Irrigation engineering: Vol 1, Agricultural and Hydrological phases. N. Y., Wiley. 545 p. 1951.
- 23 Irrigate ahead of planting. Wallaces' F. 82: 78-9. Abril 1957.
- 24 Israelsen, Orson W. Irrigation principles and practices. 2d ed. N. Y., Wiley. 405 p. 1950.
- 25 Jackson, M. L. Soil chemical analysis. N. J., Prentice-Hall. 498 p. 1958.
- 26 Johnston, C. N. Irrigation pumps; their selection and use. Cal. Ag. Exp. Sta. Circ. 415: 1-54.
- 27 Johnstone, W. C. Good customers are eligible for irrigation loans. Banking 48: 68. Enero 1956.
- 28 Kohler, Karl O. jr. Contour-furrow irrigation. U. S. Soil Conservation Serv. Leaf. 342: 1-8. Sep. 1953.

- 29 Kramer, Paul Jackson. Plant and soil water relationships. N. Y. McGraw. 347 p. 1949.
- 30 Legal problems in use of water for irrigation. Land & Water 2: 25. Spring 1956.
- 31 Meyer, Bernard S. & Anderson, Donald B. Plant physiology. 2d ed. N. J. D. Van Nostrand Co., 784 p. 1952.
- 32 Miller, A. Austin. Climatología. Barcelona, Ediciones Omega, S. A., 376 p. 1951.
- 33 Palmer, R. S. Predicting the deficiency of soil moisture, an aid to irrigation. N. H. Ag. Exp. Sta. Prog. Rep. 2: 6-7. Sep. 1955.
- 34 Peck, N. H. Measuring irrigation needs. N. Y. State Ag. Exp. Sta. Farm Res. 22: 9. Enero 1956.
- 35 Peebles, R. H. & Others. Effect of spacing on some agronomic and fiber characteristics of irrigated cotton. U. S. Ag. Tech. Bul. 1140: 1-62. 1956.
- 36 Peikert, F. W. Soil moisture determination, your guide for successful irrigation. Market Growers J. 85: 4. Dic. 1956.
- 37 Redman, J. C. Many factors require study in making profitable irrigation investment. Ky. Ag. Ext. Leaf. 180 (folder) 1956.
- 38 Riley, M. P. & Others. Fifty years experience on the Belle Fourche irrigation project. U. S. Ag. Exp. Bul. 450: 1-67. 1956.
- 39 Robertson, G. W. & Holmes, R. M. Estimating irrigation water requirements from meteorological data. Review. Soil Sci. 83: 332. Abril 1957.
- 40 Staebner, F. E. Supplemental irrigation. U. S. Dept. of Agric. Farmers' Bul. 1846. 1-73. Oct. 1940.
- 41 Stippler, H. H. Sprinkler irrigation in the Pacific Northwest. U. S. A. Inf. Bul. 166: 1-265. 1956.

- 42 Surface irrigation (aluminium gated pipe, lightweight plastic flumes, siphon tubes) Farm Q. 12: 56-9. Summer 1957.
- 43 Thaxton, E. L. jr. & Swanson, N. P. Guides in cotton irrigation on the high plains. Texas Ag. Exp. Sta. Bul. 383: 1-8. 1956.
- 44 Thorne, D. W. & Peterson, H. B. Irrigated soils; their fertility and management. Review. Nature Mag. 49: 391. Agosto 1956.
- 45 Trewartha, Glenn T. An introduction to climate. 3d ed. N. Y., McGraw-Hill. 402 p. 1954.
- 46 U. S. Dept. of Agriculture. Border irrigation. U. S. Dept. of Agric. Leaf. 297.
- 47 ——— Soil moisture and wheat yields. U. S. Dept. of Agric. Leaf. 247.
- 48 ——— Water; the Yearbook of agriculture. 1955. U. S. Govt. Print. Off., 751 p. 1955.
- 49 U. S. Soil Conservation Service. Furrow irrigation. U. S. Dept. of Agric. Leaf 344.
- Van't Woudt, B. D. Infiltration behavior under furrow and sprinkler irrigation. Ag. Eng. 38: 310-11. Mayo 1957.
- 51 When and how much to irrigate. Successful R. 55: 146-8. Mayo 1957.
- 52 White, J. H. What does gravity irrigation cost? Ark. Ag. Exp. Sta. Farm Res. 6: 3. Summer 1957.