

Aspecto Técnico de la Irrigación

Por el Ingeniero
ADOLFO ORIVE ALBA

VOCAL EJECUTIVO
DE LA COMISION NACIONAL DE IRRIGACION

CONFERENCIA SUSTENTADA POR SU AUTOR EL 16 DE ENERO DE 1942, ANTE ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE ECONOMIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CONSIDERO inútil insistir en la importancia básica que, en nuestra economía nacional, tiene la agricultura. Es una verdad casi axiomática que, como dijo recientemente el señor Presidente, aun cuando nuestro país no debe ser exclusivamente agrícola, sí, por años, será una nación esencialmente agrícola. Por lo tanto, nuestro problema primordial consiste en estudiar la manera de fomentar la agricultura.

INSUFICIENCIA DE LA PRODUCCION AGRICOLA NACIONAL

Una simple cifra: el importe total de nuestra producción agrícola nacional, demuestra claramente su insuficiencia y, por lo tanto, la necesidad de impulsarla. Según datos estadísticos, contenidos unos en la publicación de la Dirección General de Estadística denominada *Primer Censo Agrícola Ganadero 1930*, de donde se sacaron los datos de 1925 a 1933 y otros en el Boletín de la propia Dirección, de donde se extrajeron los datos para los años de 1934 a 1939, la producción agrícola nacional ha sido la siguiente en los últimos 15 años:

TABLA NUM. 1

Importe anual de la producción agrícola en nuestro país y su superficie cosechada.

AÑO	Sup. Cosechada en Ha.	Valor de la Prod. Agríc.
1925.	5 566 460	\$ 467 572 943
1926.	6 044 304	475 578 529
1927.	5 821 406	448 884 646
1928.	5 641 740	465 290 110
1929.	5 195 106	404 610 581
1930.	5 232 809	341 072 036
1931.	5 658 234	316 556 875
1932.	5 209 799	304 410 391
1933.	5 274 414	344 633 177
1934.	4 989 098	338 413 000
1935.	5 041 312	379 456 000
1936.	5 078 183	506 678 000
1937.	5 212 478	577 739 000
1938.	5 359 332	598 368 000
1939.	5 681 831	683 673 000
Promedio 1925-1935.	5 424 971	\$ 389 679 844

De un estudio de los datos que integran las cifras que aparecen en el cuadro anterior, se desprende que el aumento aparentemente notable que la producción agrícola ha sufrido, a partir de 1935 en que era de sólo 379 millones de pesos a 1939 en que fué de 683 millones de pesos, se debe fundamentalmente a que hubo un aumento en el precio de los principales cultivos del país, el precio medio del maíz se elevó de \$ 62.00 ton. en 1935 a \$ 104.00 ton. en 1939; el precio del trigo se elevó de \$ 110.00 ton. en 1935 a \$ 168.00 ton. en 1939; el precio del frijol se elevó de \$ 97.00 ton. en 1935 a \$ 235.00 ton. en 1939; el precio del algodón se elevó de \$ 809.00 ton. en 1935 a \$ 1 048.00 ton. en 1939; y así podíamos continuar con cultivos de menor importancia. Esto es, el aumento en el importe de la producción agrícola de 1935 a 1939, se debe fundamentalmente a un aumento en los precios de las cosechas, con la consiguiente carestía en la vida y no a un incremento en el volumen de la producción, la cual sólo ha aumentado ligeramente, casi en una forma proporcional a la extensión de la superficie cosechada, pues los rendimientos de cada cultivo por hectárea se mantienen aproximadamente iguales o en algunos casos sólo marcan mejorías insignificantes.

Aun tomando el dato de 1939, nuestra producción agrícola nacional es de sólo \$ 34.00 por habitante por año, cantidad tan baja, que no necesita comentarios. La producción agrícola media en la Argentina, por ejemplo, es de unos 5 500 millones de pesos anuales, que muestran una producción media por habitante de \$ 460.00 por año. No se dan las cifras correspondientes a los Estados Unidos, porque la desproporción con respecto a nuestro país es todavía más grande. Es, pues, imperioso y urgente desarrollar nuestra agricultura si queremos mejorar las condiciones económicas de nuestro país. Para hacerlo, como veremos adelante, necesitamos fundamental y primordialmente, ejecutar las obras necesarias para aprovechar uno de nuestros recursos naturales más valiosos por su escasez: nuestras aguas.

BREVE DESCRIPCION DE NUESTRO PAIS EN RELACION CON SUS POSIBILIDADES AGRICOLAS

Para comprender el problema físico que hay que resolver para impulsar la agricultura, es necesario recordar la diversidad de condiciones climáticas que prevalecen en las diversas Entidades Federativas de nuestro país. Según el Ing. Pedro C. Sánchez y aplicando la clasificación de Martonne, el cuadro siguiente da el clima dominante para cada Entidad Federativa.

ENTIDADES	CLIMA DOMINANTE
Estados Unidos Mexicanos	Estepario y subtropical de altura.
Aguascalientes	Subtropical de altura.
Baja California, Distrito Norte.....	Desértico, asemejándose al sahariano.
Baja California, Distrito Sur	Desértico, asemejándose al sahariano.
Campeche	Sudanés.
Coahuila	Estepario.
Colima	Senegalés.
Chiapas	Sudanés.
Chihuahua	Desértico, asemejándose al sahariano.
Distrito Federal	Subtropical de altura.
Durango	Extremoso de altura.
Guanajuato	Subtropical de altura.
Guerrero	Subtropical de altura.
Hidalgo	Subtropical de altura.
Jalisco	Subtropical de altura.
México	Subtropical de altura.
Michoacán	Subtropical de altura.
Morelos	Subtropical de altura.
Nayarit	Subtropical de altura.
Nuevo León	Estepario.
Oaxaca	Subtropical de altura.
Puebla	Subtropical de altura.
Querétaro	Subtropical de altura.
Quintana Roo	Senegalés.
San Luis Potosí	Subtropical de altura.
Sinaloa	Senegalés.
Sonora	Estepario.
Tabasco	Ecuatorial.
Tamaulipas	Monzónico.
Tlaxcala	Subtropical de altura.
Veracruz	Senegalés.
Yucatán	Senegalés.
Zacatecas	Estepario.

Según la clasificación anterior, nuestro país comprendé las superficies siguientes, de cada clima:

CLIMAS	SUP K ²	POR CIENTO
Clima ecuatorial (semejante al guineo).....	57 727	2.99%
Sudanés.	156 324	7.96
Senegalés.	236 178	12.00
De monzón (semejante al chino)	57 883	2.95
De estepas.	299 818	25.45
Desértico semejante al sahariano.	208 293	10.60
Mediterráneo (tipo marroquí)	12 675	0.65
De altura, extremoso (tipo mexicano o boliviano)..	224 348	11.42
De montaña extremoso (con semejanza al alpino)..	83 237	4.24
Subtropical de altura (tipo Valle de México).....	426 307	21.71

En términos generales, se puede decir que las superficies que corresponden a los climas "ecuatoriales" y "sudanés", no necesitan de la irrigación (11% de la superficie del país); en cambio, las superficies en que domina el clima de "estepa", el "desértico" o el "mediterráneo" (37% de la superficie), requieren la irrigación como único medio de que haya agricultura. Finalmente, el resto de la superficie de nuestro país, constituye una zona de transición en que también es necesaria la irrigación, pues aunque la lluvia es a veces suficiente para permitir el desarrollo de una agricultura de temporal, ésta retiene un carácter aleatorio, que no permite un desarrollo económico, vigoroso y sano. Muy principalmente queda dentro de dicha categoría las superficies de clima de "altura extremo" y "subtropical de altura", que abarcan un 33% de la superficie de nuestra nación. En total, un 70% de nuestro país requiere la irrigación, un 11% no la necesita y el resto es una zona de transición.

Para poder visualizar en un mapa la anterior división, podemos decir que nuestro país, desde el punto de vista de sus características físicas y agrícolas, puede dividirse burdamente en tres grandes regiones:

1. La parte tropical de nuestras costas.
2. La región norte del país, y
3. La Mesa Central.

La parte tropical de nuestras costas corresponde a aquellas zonas en que domina el clima "ecuatorial" y el "sudanés" (11% de la superficie del país). La lluvia, con excepción de unos cuantos años particularmente desfavorables, es lo suficientemente abundante y bien distribuida durante el año, para que en combinación con las demás características climatéricas de dichas zonas, permita una agricultura de productos tropicales sin necesidad de irrigación. Sin embargo, las altas temperaturas y gran humedad, la falta de vías de comunicación y, sobre todo, lo malsano de dichas zonas, hacen difícil la vida humana en ellas y muy difícil por lo tanto, aun cuando no imposible, su desarrollo agrícola.

En la zona norte del país predominan los climas de "estepas", "desértico" y "mediterráneo", comprendiendo un 37% de la superficie total del país. En esta parte de nuestro país la insuficiencia y la irregularidad de la lluvia anual no permiten el desarrollo de la agricultura sin irrigación. Esta irregularidad no sólo estriba en que en muchas ocasiones las lluvias de todo un año se concentran tan sólo en unos cuantos aguaceros, sino que el monto de la precipitación anual varía notablemente de un año o serie de años consecutivos, a otro año o serie de años consecutivos.

Lo que hemos llamado Mesa Central, constituye por sus características climatéricas, una zona de tran-

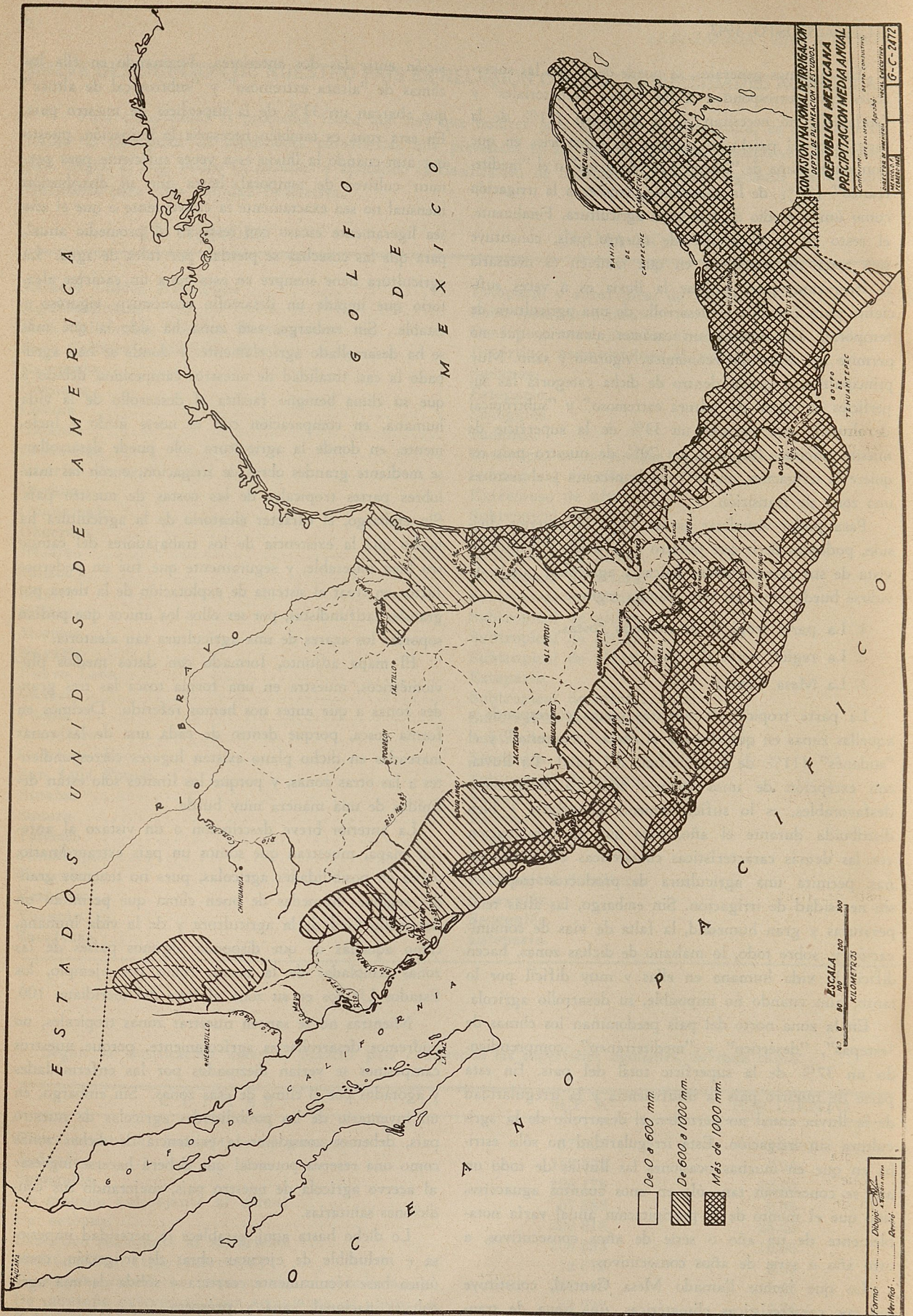
sición entre las dos anteriores, dominando en ella los climas de "altura extremo" y "subtropical de altura" que abarcan un 33% de la superficie de nuestro país. En esta zona es también necesaria la irrigación, puesto que aun cuando la lluvia es a veces suficiente para permitir cultivos de temporal, basta que su distribución mensual no sea exactamente la conveniente o que el año sea ligeramente escaso con respecto al promedio anual, para que las cosechas se pierdan por falta de agua. La agricultura tiene siempre en esta zona un carácter aleatorio que impide un desarrollo económico, vigoroso y estable. Sin embargo, esta zona ha sido la que más se ha desarrollado agrícolamente, y donde se han agrupado la casi totalidad de nuestros campesinos, debido á que su clima benigno facilita el desarrollo de la vida humana, en comparación con el norte árido e incllemente, en donde la agricultura sólo puede desarrollarse mediante grandes obras de irrigación, o con las insalubres partes tropicales de las costas de nuestro país. Sin embargo, el carácter aleatorio de la agricultura ha hecho que la existencia de los trabajadores del campo sea bien miserable, y seguramente que fué un poderoso factor en crear el sistema de explotación de la tierra por grandes latifundistas, por ser ellos los únicos que podían soportar los azares de una agricultura tan aleatoria.

El mapa adjunto, formado con datos medios pluviométricos, muestra en una forma tosca las tres grandes zonas a que antes nos hemos referido. Decimos en forma tosca, porque dentro de cada una de las zonas marcadas en dicho plano existen lugares correspondientes a las otras zonas, y porque los límites sólo están definidos de una manera muy burda.

La anterior breve descripción o un vistazo al anterior mapa, muestran que somos un país extraordinario, pobre en posibilidades agrícolas, pues no tenemos grandes regiones húmedas de buen clima que permitan un desarrollo fácil de la agricultura y de la vida humana, como aquellas de que disponen algunos países de las zonas templadas de la tierra, como por ejemplo, los Estados Unidos en su zona al Este del meridiano 100.

Mientras no se saneen nuestras zonas tropicales, no podremos desarrollarlas agrícolamente, porque nuestros campesinos se verían diezmados por las enfermedades y agotados por el clima de esas zonas. Sin embargo, en un inventario de las posibilidades agrícolas de nuestro país, debemos considerar la existencia de dichas zonas como una reserva potencial que deberá hacerse ingresar al acervo agrícola de nuestro país, mejorando sus condiciones sanitarias.

Lo dicho hasta aquí, establece la necesidad imperiosa e ineludible de ejecutar obras de irrigación, como única base técnicamente correcta y sólida de una agricultura nacional, sana y próspera.



- De 0 a 600 mm. [unshaded box]
- De 600 a 1000 mm. [diagonal lines box]
- Más de 1000 mm. [cross-hatched box]

ESCALA
 0 200 400 600
 KILOMETROS

Forma: Dirección General de Estadística y Censos
 Verificado: Avila

COMISION NACIONAL DE IRRIGACION
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
REPUBLICA MEXICANA
PRECIPITACION MEDIA ANUAL
 CONTEXTO: ESTADISTICA DE SERVICIOS
 MATERIAL: MAPAS
 INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
 CANTONAMIENTO: G-C-2472

CARACTERISTICAS DE LAS CORRIENTES POR APROVECHAR Y OBRAS CORRESPONDIENTES

La Revista "Irrigación en México", órgano oficial del Gobierno, recientemente (número de marzo y abril de 1941) publicó los datos que existen acerca del vo-

lumen anual de agua que transportan las diversas corrientes de las zonas de nuestro país que necesitan irrigación. He agrupado en el siguiente cuadro los datos contenidos en dicha publicación, considerando tan sólo las grandes corrientes o sean aquellas en que el escurrimiento es de más de mil millones de metros cúbicos como promedio anual.

CUADRO QUE MUESTRA LOS VOLUMENES ANUALES MEDIOS DE ESCURRIMIENTO DE LAS GRANDES CORRIENTES DE LAS ZONAS ARIDAS O SEMI-ARIDAS DE NUESTRO PAIS

ZONA	Corriente	Escurrimiento Medio Anual en Millones de M3.	NOTAS
Frontera norte del país.	Río Colorado	2 500	(1)
	Río Conchos	1 201	
	Río San Juan	1 179	
	Río Bravo (de Camargo).....	3 194	(2)
	Suma de la zona	8 074	
Costa del Pacífico. (de N. a S.)	Río Yaqui	3 698	
	Río Fuerte	3 877	
	Río Sinaloa	1 596	
	Río Culiacán	3 767	
	Río Santiago	2 147	
	Río Armería	1 946	
	Río Balsas	1 000	(3)
	Río Verde	1 000	(4)
Río Tehuantepec	1 003		
Suma de la zona	20 034		
Mesa Central	Río Nazas	1 333	
	Río Lerma	2 012	
	Suma de la zona	3 345	
Costa del Golfo (de N. a S.)	Río San Fernando	1 082	
	Río Soto la Marina	1 000	
	Río Guayalejo	1 000	
	Suma de la zona	3 082	
Total de 18 grandes corrientes		34 535	

Nota 1. Volumen medio anual que se considera que nuestro país podría usar permanentemente de las aguas de este río internacional.

Nota 2. Mitad del escurrimiento anual del Río Bravo, que se considera que nuestro país podrá usar en el riego de la zona Reynosa-Matamoros.

Nota 3. El río Balsas tiene un escurrimiento medio anual "estimado" de 7 000 millones de metros cúbicos, pero por falta de tierras sólo se consideran utilizables unos 1 000 millones de metros cúbicos como máximo.

Nota 4. Escurrimiento *estimado toscamente*.

Nota. Se han omitido los grandes ríos Pánuco, Papaloapan, Coatzacoalcos, Usumacinta, etc., porque la mayor parte de las zonas que atraviesan no requieren irrigación.

Los datos con respecto a las demás pequeñas corrientes de nuestro país, o sea aquellas en que el escurrimiento medio anual es menor de 1 000 millones de metros cúbicos y en la mayoría de los casos menor de 100 millones de metros cúbicos, son aún más incompletos. Se puede decir, usando los datos existentes y estimando los faltantes, que hay cerca de 100 corrientes

con un volumen sumado anual de escurrimiento de unos 6 000 millones de metros cúbicos.

Los datos anteriores para las grandes y pequeñas corrientes de nuestro país se pueden resumir como lo hizo el ingeniero César Jiménez, en una conferencia pronunciada ante el Congreso de Ingenieros de Monterrey, en 1941, en una forma aproximada y usando números redondos de la manera siguiente: el escurrimiento total de todas las corrientes aprovechables para la irrigación de las zonas del país que lo requieren, es de unos 40 000 millones de metros cúbicos, de los cuales un 85% es aportado por tan solo 18 grandes corrientes y el 15% restante por cerca de 100 pequeñas corrientes.

Veamos, además, cuáles son las características más generales del régimen de las diversas corrientes aprovechables en irrigación.

Con una sola excepción, las corrientes de la Mesa Central son de las que hemos clasificado como pequeñas, y su escurrimiento se verifica durante unos cuatro meses al año, estando secas (o prácticamente secas), durante el resto del año. Las variaciones entre el escurrimiento de un año a otro, por término general, no son muy grandes.

Los grandes ríos corren en la región norte del país. Su régimen es totalmente irregular. No sólo el escurrimiento en dichos ríos se puede efectuar cada año en tan sólo tres o cuatro crecientes, sino que el volumen escurrido varía enormemente de un año o serie de años, al otro año o serie de años.

Los aspectos técnicos que presenta el aprovechamiento para riego de las corrientes de nuestro país, son muy diferentes y dependen en gran parte de las características mismas de las corrientes. Así, hay corrientes que se prestan a ser utilizadas mediante:

a). *Aprovechamiento por derivación de sus aguas permanentes.*—Este es el tipo más sencillo de aprovechamiento y en él se utiliza sólo aquella pequeña parte del volumen total del escurrimiento anual de la corriente que tiene un carácter permanente o casi permanente. Las obras necesarias tienen, en general, un costo unitario por hectárea beneficiada muy pequeño, con un promedio de \$ 100.00 a \$ 300.00.

Con excepción de unas cuantas corrientes, como el río Guayalejo, nuestras demás corrientes del Pacífico, del Golfo y de la parte central de la Zona Norte, así como de la Mesa Central adolecen del defecto de tener un gasto mínimo muy reducido en el estiaje; de manera que si por falta de recursos presupuestales, sólo se ejecutan obras de este tipo, únicamente se pueden desarrollar pequeñas superficies de riego y sólo se usa un porcentaje muy pequeño de nuestros escasos recursos hidráulicos.

b). *Aprovechamiento por derivación de las crecientes para riego por inundación.*—En este tipo de aprovechamiento, las crecientes del río se derivan por medio de grandes canales para inundar los terrenos que se trata de cultivar, donde se almacena el agua "empapando" su suelo, cuando éste tiene la textura apropiada para almacenar dicha humedad hasta el momento propicio para la siembra y desarrollo de la planta que se va a cultivar. Este sistema de riego es más costoso que el anterior, por exigir grandes canales en proporción a la superficie regada, pudiéndose decir que tiene un costo medio de \$ 300.00 a \$ 600.00 por hectárea y tiene el grave inconveniente de que no le quita a la agricultura su carácter aleatorio, puesto que la superficie cultivada varía anualmente de acuerdo con el volumen de las crecientes, en dicho año, de la corriente aprovechada. Así, por ejemplo, en La Laguna, donde se practicaba este sistema y aún se practicará por unos dos años hasta que se termine la presa del Palmito, mientras en algunos años se han cultivado 200,000 hectáreas, en otros años, con el consiguiente fracaso económico de la región, dicha superficie se llegó a reducir a unas 20,000 hectáreas, esto es, una variación de 10 a 1. La explotación de estos sistemas se asemeja más a un juego de azar, que a una explotación técnicamente racional y segura de los recursos hidráulicos y de suelos de la zona "beneficiada". Una buena parte de la superficie que la estadística muestra como de riego en nuestro país, tiene esta clase de obras.

Sin embargo, en la mayoría si no es que en la totalidad de las corrientes de nuestro país, los aprovechamientos tienen que hacerse por medio de

c). *Presas de almacenamiento.*—Las aguas de una corriente se almacenan en una presa, de manera de poder disponer de ellas, en la cantidad y en el tiempo precisamente indispensable para los cultivos que se emprendan. Las presas de almacenamiento podrán tener una capacidad relativamente semejante al escurrimiento anual del río o al volumen anual utilizado, en el caso de ríos como la mayoría de los de la Mesa Central, donde se cuenta con un escurrimiento durante unos cuatro meses de cada año, más o menos igual durante todos los años, el cual se almacena para su utilización en el resto del año.

En cambio, en el caso de ríos torrenciales, como la mayoría de los de la zona Norte, el almacenamiento deberá ser considerable en relación con el volumen medio anual del escurrimiento y con el volumen medio anual utilizado, puesto que es necesario almacenar el exceso de agua de los abundantes, para suplirlo en los años escasos.

De esta manera las presas necesitan tener una gran capacidad de almacenamiento de varias veces el pro-

medio anual utilizado. Así, por ejemplo, en el caso de la presa Rodríguez, sobre el río Tijuana en la Baja California, donde existe registrado un período de siete años consecutivos de escurrimiento nulo, fué necesario darle a la presa una capacidad de más de 10 veces del aprovechamiento medio anual, para que, tomando en cuenta las pérdidas por evaporación y filtración, si llegaba a repetirse una serie de siete años escasos, la presa almacenara suficiente agua para que se pudiera continuar regando la misma superficie de cultivo durante los siete años de sequía.

El costo por hectárea beneficiada en el caso de aprovechamientos por medio de presas de almacenamiento, es de \$1,000.00 en promedio, pero en el caso de ríos como el de Tijuana, dicho costo puede llegar a elevarse hasta \$10,000.00 o más.

Desarrollo por etapas.—Una manera a veces económicamente conveniente de desarrollar algunas corrientes, es el de hacerlo por etapas, efectuando primero el aprovechamiento de sus aguas permanentes, luego de parte de sus crecientes y luego, cuando el desarrollo lo amerite económicamente, construyendo los almacenamientos necesarios. Este procedimiento está siendo seguido por la Comisión Nacional de Irrigación en algunos ríos del Estado de Sinaloa.

Riego por bombeo.—Además del aprovechamiento de las corrientes superficiales por gravedad para riego, es posible y conveniente a veces el ejecutarlo por bombeo o efectuar el aprovechamiento de corrientes o mantos subterráneos de agua por este último sistema. En términos generales, aunque el bombeo implica una inversión original relativamente pequeña, el costo de operación es de tal manera grande, que hace casi siempre prohibitivo este sistema a menos de que no se le emplee para cultivos de alto rendimiento. Sin embargo, el bombeo se ha aplicado con éxito como auxiliar de obras de irrigación, cuando éstas son imperfectas y no aseguran el riego en el volumen y en el tiempo en que es necesario. Por ejemplo, en La Laguna se han perforado más de mil "norias" cuyo objeto primordial fué el de completar el riego cuando el río fallaba, aun cuando últimamente ya se emplean algunas norias para dar riego completo a determinadas superficies.

Los sistemas de riego por bombeo, de aguas subterráneas, tienen el defecto, si no se estudia su capacidad de una manera cuidadosa, lo cual por otra parte es más difícil, de agotar los mantos subterráneos, puesto que existe una tendencia natural a extraer mayor cantidad de agua del subsuelo de la que entra, lo cual ocasiona el agotamiento del almacenamiento subterráneo con los consiguientes perjuicios y hasta ruina económica de la región, como ya ha acontecido en varios

lugares de los Estados Unidos, y pasaría en La Laguna si no se resolviera este problema de una manera radical.

Obras de fines múltiples.—El Ing. A. Rodríguez demostrará en próxima conferencia, que la mayoría, si no la totalidad de las obras de riego no pueden ser pagadas por los terrenos agrícolas beneficiados y que se necesita considerar el beneficio social que producen y la recuperación que viene por caminos indirectos para que aun el Gobierno se decida a emprenderlas. Sin embargo, aun tomando en cuenta lo anterior en virtud de que el costo del aprovechamiento de algunas corrientes en relación con la superficie regada era muy alto, se había venido considerando no sólo en nuestro país, sino aun en naciones tan ricas como los Estados Unidos, muchas obras como incosteables. Para hacerlas costeables así como para obtener todos los beneficios posibles de los recursos hidráulicos de un país, ahora se procura ejecutar todas las obras de aprovechamiento de corrientes, de manera que permitan su uso para varios fines, con objeto de que el costo de la obra se pueda distribuir entre los diversos beneficios reportados, y no sólo sea soportado por los terrenos agrícolas beneficiados.

La presa o la obra en general, se proyecta de manera que permita: 1). *El riego* de una superficie considerable; 2). *La generación de energía eléctrica*; 3). *El control de las crecientes* del río de manera de impedir inundaciones; 4). *La contención de los azolves* que en cantidades perjudiciales llevan algunas corrientes; que la obra sirva. 5). *Como refugios para la fauna* del país; y 6). *Como sitio de recreo* para los habitantes de la región, etc.

Una presa puede, en efecto, ser utilizada simultáneamente para todos los fines anteriores, y la aparente contradicción que existía entre el objetivo de riego y el objetivo de generar energía eléctrica, se puede solucionar de muchas maneras, ya sea extrayendo el agua de la presa con las características necesarias para dar riego, compensando las diferencias de la energía generada con una planta termo-eléctrica, o bien extrayendo el agua de la presa con un régimen de energía, esto es, casi constante y almacenándola un poco aguas abajo en una presa de menor capacidad de donde el agua se extrae, ya de acuerdo con las necesidades de riego. Se pueden emplear soluciones intermedias entre uno y otro extremo, pero de todas maneras, el aprovechar las corrientes simultáneamente para riego y para generación de energía eléctrica, aun sin mencionar los otros fines, ha permitido hacer costeables muchos proyectos de irrigación que no habrían podido considerarse como realizables si no hubiera sido porque la energía eléctrica generada permite pagar la totalidad o gran parte del costo del proyecto. Además, median-

te esta utilización múltiple de los proyectos de riego, se logra hacer progresar más al centro agrícola que se forma, puesto que al mismo tiempo que se asegura la cosecha por medio del riego, se permite su industrialización, y por lo tanto, su más fácil mercado, haciendo al mismo tiempo más fácil y mejor la vida de los campesinos, mediante las ventajas traídas por la electricidad; se controlan las avenidas impidiendo la posibilidad de que año por año (o por lo menos, en algunos años) se inunden grandes zonas con grandes pérdidas, se detiene el exceso de azolves que transportan algunas corrientes, y finalmente se proporcionan lugares de recreo para la comunidad.

En nuestro país, en vísperas de iniciarse un programa de industrialización, se debe procurar que todas las obras de riego se ejecuten de manera que permitan la máxima generación de energía eléctrica indispensable como base de ese programa.

BREVE RESUMEN HISTORICO DEL DESARROLLO DE LA IRRIGACION EN NUESTRO PAIS

Con la breve descripción que hemos hecho de las características climáticas de nuestro país, se puede uno explicar fácilmente el proceso de su desenvolvimiento histórico en materia de irrigación y el hecho de que, por centurias, haya sido el objeto de esfuerzos más o menos intensos de sus agricultores y de algunos de sus Gobiernos.

Ya en la época precortesiana se realizaban obras de irrigación, del tipo más sencillo, pero notables para ese tiempo, de las cuales se pueden encontrar ruinas en muchas partes de nuestro país, y debemos citar, entre otras, las ejecutadas por los aztecas para conducir y distribuir el agua a los admirables jardines y huertas de Ixtapalapa, Texcotzingo y Huatusco. Cabe mencionar aquí, como dato curioso, que las típicas chinampas son, en cierto modo, el resultado de practicar la irrigación a la inversa, esto es, llevar la tierra al agua en lugar de hacer lo contrario.

Durante la época colonial, fueron al principio los misioneros y luego casi exclusivamente los terratenientes quienes atacaron el problema del aprovechamiento de las pequeñas corrientes, principalmente de la Mesa Central, por ser las únicas obras que estaban a su alcance, dadas las posibilidades técnicas y económicas de aquellos tiempos. Las obras construidas fueron relativamente numerosas y consistieron en obras de derivación de pequeños volúmenes de corrientes permanentes, y en presas de almacenamiento. De las obras anteriores muchas se destruyeron con el tiempo, pero

muchas han perdurado hasta la fecha, y aunque la mayoría de ellas beneficiaba sólo pequeñas extensiones de terrenos, tuvieron gran importancia, porque permitieron la creación de un núcleo de tierras de producción agrícola estabilizada.

A partir de nuestra Independencia, los grandes terratenientes continúan construyendo obras de riego similares a las de la Colonia, pero cada vez más audaces. Para aprovechar volúmenes de agua relativamente pequeños, construyen larguísimos acueductos, que ahora se considerarían prácticamente incosteables, y que sólo fueron posibles entonces gracias al bajísimo costo de la mano de obra. La gran mayoría de las obras sigue ejecutándose en la Mesa Central, porque ni la técnica ni los recursos de esos grandes terratenientes les permiten atacar las obras que son necesarias para aprovechar las grandes corrientes del Norte del país. Con excepción de pequeños esfuerzos aislados, el Estado sólo se concreta a otorgar la concesión requerida para el uso de las aguas cuando las considera de propiedad federal. Ni aun en los períodos considerados como bonancibles, en que el Gobierno ejecuta otras obras de ingeniería importantes, se fomenta vigorosamente la irrigación.

No es sino hasta cuando llega la etapa constructiva de la Revolución, cuando los Gobiernos de nuestro país emprenden la ejecución de obras de riego comprendiendo que ellas constituyen el medio principal para resolver de raíz uno de los problemas más importantes del país: el fomento de la agricultura.

En 1921 se crea dentro de la Secretaría de Agricultura y Fomento una Dirección de Irrigación, para estudiar esos problemas, pero no se la dota con los fondos necesarios para ejecutar obras, por lo que sus actividades hasta 1925 tienen más bien un carácter preparatorio, consistente en el establecimiento de cierto número de Estaciones Hidrométricas y Climatológicas, y en efectuar reconocimientos generales de algunos grandes proyectos de irrigación.

No fué sino hasta 1926, cuando el Estado decide atacar el problema en toda su importancia, expidiendo para ello la Ley de Irrigación.

De acuerdo con el artículo 2º, de dicha Ley "se declara de utilidad pública la irrigación de las propiedades agrícolas privadas, cualesquiera que sean su extensión y cultivo, siempre que sean susceptibles de aprovechar aguas de jurisdicción federal". "Los dueños de las propiedades referidas quedan obligados, en los términos de esta Ley, a construir y conservar las obras hidráulicas que el Ejecutivo determine, conforme a las prescripciones de la misma".

El artículo 3º establece: "Para promover y construir obras de irrigación en la República, se crea un

órgano administrativo que se denominará Comisión Nacional de Irrigación”.

Según el artículo 4º, “La Comisión Nacional de Irrigación, además de las atribuciones y los deberes que le imponga el reglamento de esta Ley, tendrá los siguientes:

“I. Estudiar las posibilidades de irrigación del país y seleccionar para su ejecución las obras que reporten mayor beneficio, desde los puntos de vista financiero o de los intereses generales de la Nación.

“III. Comunicar cada proyecto aprobado a los interesados para que, dentro de un término que no exceda de tres meses, presenten sus observaciones y manifiesten si están dispuestos a construir directamente las obras”.

“VI. Observar las siguientes reglas en los casos de conformidad total o parcial de los propietarios afectados:

a). Recomendar a la Secretaría de Agricultura y Fomento, si la conformidad es total, que otorgue al o a los interesados, la concesión respectiva, siempre que la solicitud para tal concesión sea presentada inmediatamente, y que el o los concesionarios se comprometan a sujetarse a las prescripciones de esta Ley y de su reglamento, respecto a los plazos de ejecución de las obras y del fraccionamiento de las tierras irrigadas.

b). Aportar por el Gobierno Federal la parte del costo de ejecución del proyecto que corresponda a los inconformes, si dicha parte no excede del 25% del importe derramado de las obras, y dejar la ejecución de éstas a los interesados que hubieren manifestado su conformidad, siempre que, además de satisfacer los requisitos del subinciso a), garanticen de modo satisfactorio para la Comisión, el buen uso de la parte con que ella contribuye.

c). Encargarse de la ejecución de las obras si la parte del costo de las mismas que toca a los inconformes excede del 25%, en cuyo caso admitirá como asociados a los interesados inconformes, mediante la oportuna aportación del dinero con que deban ellos contribuir”.

El artículo 5º dice: “En todos los casos en que la Comisión se encargue de la ejecución de las obras o que contribuya con una parte de su costo, el Gobierno Federal será compensado con una proporción de las tierras irrigadas. Esta compensación deberá repartirse entre los propietarios de dichas tierras, en forma tal, que la relación entre la superficie que pasa al dominio de la Federación y la que conserven los propietarios, sea igual a la que exista entre el costo resultante de las obras por hectárea y el valor fiscal que las tierras, por la misma unidad de superficie, tenían antes de la

ejecución de las obras referidas, más un tanto por ciento que en cada proyecto se fijará de manera que el propietario conserve tierras cuyo valor, ya irrigadas, sea igual al de la superficie total antes de que las obras se ejecuten”.

El artículo 8º indica: “En los casos de aprovechamiento de las aguas, no sólo para fines de irrigación, sino también para otros usos, el Ejecutivo determinará, de acuerdo con las circunstancias, la forma de obtener el reembolso correspondiente a tales aprovechamientos”.

El artículo 9º especifica que: “Los ejidatarios y dueños de propiedades menores de 150 hectáreas, beneficiados con las obras de irrigación a que se refiere esta Ley, contribuirán para la construcción de dichas obras, en la forma que fije el reglamento”.

El artículo 10 dice: “Las tierras que el Gobierno adquiera por la compensación que prescribe el artículo 5º, de esta Ley, serán enajenadas, una vez irrigadas, a los precios que fije el Ejecutivo, tomando en cuenta el costo de las obras de irrigación y en plazos no menores de 10 años. La Comisión Nacional de Irrigación fijará en cada proyecto las superficies máxima y mínima que pueda adquirir cada individuo”.

El artículo 11 establece: “Para los efectos de esta Ley, se crea un “Fondo Nacional de Irrigación”, que estará formado por:

a). La suma que para el objeto fije anualmente el Presupuesto de egresos.

b). Las tierras que el Gobierno Federal obtenga por virtud del procedimiento a que se refiere el artículo 5º y los productos de la enajenación de esas tierras, de acuerdo con el artículo 10.

c). Los demás productos que se obtengan a consecuencia de obras de irrigación que el Gobierno lleve a cabo”.

En el artículo 12 se dice: “El fondo a que se refiere el artículo 11, será administrado por la Comisión Nacional de Irrigación, y con cargo a él se cubrirán los gastos que demande la ejecución de los proyectos aprobados”.

Esta ley, muy parecida a la americana de Bonificación (“Reclamation act”) establece, como se habrá notado por la parte dada del articulado, la creación de un Fondo Nacional de Irrigación operado por un organismo nuevo: la Comisión Nacional de Irrigación, el cual fondo se debe integrar al principio por aportaciones del Erario. Dicho fondo se debe invertir en obras de irrigación estudiadas y proyectadas por el organismo mencionado, y construidas bajo la dirección del mismo. El costo de dichas obras se distribuirá entre la superficie beneficiada, y los campesinos que la trabajen deberán

pagar la amortización correspondiente en un plazo no mayor de diez años, de manera que las inversiones con cargo a ese fondo serán siempre recuperables.

En los primeros años de existencia de dicha ley se procura su estricta aplicación, pero se tropieza desde un principio con la dificultad de que hay que fijar precios relativamente bajos a las tierras beneficiadas porque ni en México ni en ningún otro país son recuperables las inversiones hechas en obras de irrigación (con muy contadas excepciones) puesto que arrojan costos por hectárea muy altos que harían fracasar económicamente a los colonos.

El señor ingeniero Antonio Rodríguez L., al tratar los aspectos económicos de la irrigación, demostrará, como dijimos, que las inversiones en obras de esta naturaleza no pueden nunca ser pagadas por las tierras beneficiadas.

El Gobierno, haciendo a un lado con mucha razón el espíritu de la Ley de Irrigación, no por medio de una declaratoria legal, sino por hechos, establece que las obras de irrigación deben ser consideradas como de beneficio social y que la recuperación de las inversiones hechas en las mismas no se hace en una forma directa, sino indirectamente a través del incremento en la riqueza nacional con el aumento correspondiente en el volumen de los impuestos recogidos.

El Gobierno sigue una línea de conducta especial para cada sistema de riego en materia de recuperación de parte de las inversiones en obras. En términos generales se puede decir, sin embargo, que:

a). Cuando se trata de sistemas de riego que benefician zonas desérticas, el Gobierno fracciona los terrenos disponibles. Al principio formó parcelas hasta de 100 hectáreas, superficie que fué reduciendo al avanzar el programa de colonización hasta bajarla a unas 10 hectáreas, pero últimamente la tendencia es hacer parcelas de unas 20 hectáreas. A dichas parcelas se fija un precio comercial, de unos \$ 300.00 por hectárea, generalmente muy inferior al costo a que resultó cada hectárea al prorratar el de las obras de irrigación. El importe de cada parcela se paga en 20 a 25 años, con un interés muy bajo sobre saldos insolutos. Sin embargo, aun estas cantidades no han sido siempre cobradas porque el Gobierno concede muy a menudo prórrogas en el pago de las anualidades.

b). Cuando se trata de sistemas de riego que benefician zonas agrícolas que ya estaban en explotación, ya sea de temporal o de riegos deficientes, el Gobierno sólo está procurando que las parcelas mayores de 100 hectáreas sean fraccionadas a dicha dimensión, y la tendencia es la de que no se cobre ningún cargo por las obras de irrigación a los ejidatarios beneficiados, así como a los pequeños propietarios que tengan me-

nos de 20 hectáreas y cobrarles a los pequeños propietarios con más de 20 hectáreas una compensación de acuerdo con el valor comercial que le hayan dado a su parcela las obras de irrigación ejecutadas en un período largo de años.

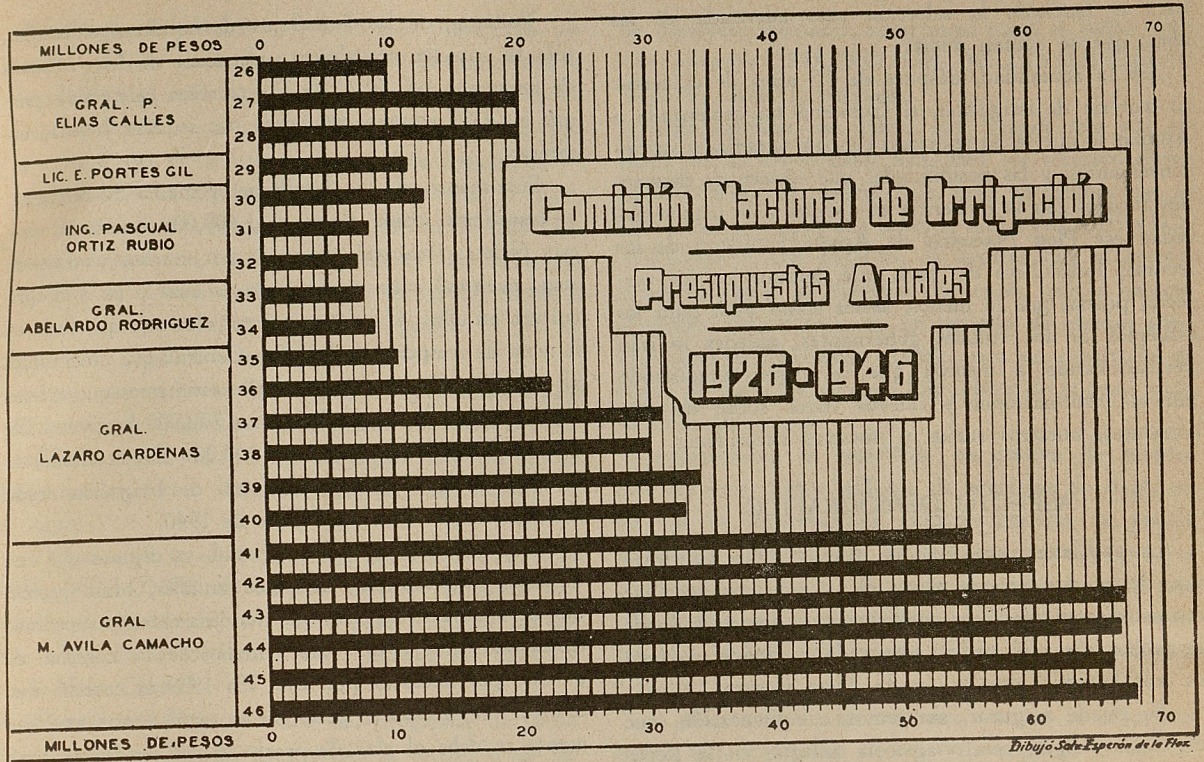
En términos generales se puede decir que el Gobierno ha sido muy benévolo en este sentido y que ha habido una gran lenidad para cobrar a los colonos beneficiados por obras de riego, haciendo prácticamente caso omiso de lo especificado por la Ley de Irrigación.

De todas maneras, dicha ley es un notable instrumento legal que crea un organismo gubernamental de suficiente importancia, para enfrentarse al problema de la irrigación de nuestro país.

La gráfica anexa muestra por medio de los presupuestos asignados, la importancia que los diversos Gobiernos le han dado a la obra de irrigación desde 1926.

Otro problema técnico fundamental con el que se enfrenta el Gobierno, por conducto de la Comisión Nacional de Irrigación, es el de decidir la política que debe seguir para efectuar el aprovechamiento de todos nuestros recursos hidráulicos. Desde luego, es evidente que es necesario emprender grandes obras para aprovechar las 18 grandes corrientes que hemos visto que aportan el 85% de los recursos hidráulicos de nuestro país en su zona árida. Precisamente, esas son las obras que, por su magnitud, la iniciativa privada no había podido realizar, esto es, aquellas obras de gran envergadura que por su costo quedan fuera del alcance de los grandes terratenientes de la época pre-revolucionaria.

Pero aún es necesario elegir, de entre todo el cúmulo de grandes obras que se puedan iniciar, en vista de que los fondos disponibles no alcanzan, cuáles se deben principiar a atacar. El Gobierno se fija como política básica la de efectuar las obras de aprovechamiento de las aguas de los ríos internacionales, en la frontera norte del país, o de sus afluentes. Este aprovechamiento se hacía ya indispensable, no sólo desde un punto de vista económico agrícola, sino desde un punto de vista nacional, puesto que mientras que por un lado, la Nación vecina estaba aplicando continuamente sus grandes recursos técnicos y económicos para aprovechar las aguas de dichos ríos, creando así derechos si no de orden legal, por lo menos de orden material y moral, por otro lado nos enfrentábamos con la perspectiva de que una vez aprovechada la totalidad, o, por lo menos, la mayoría de las aguas de esas corrientes fuera de nuestro país, nuestra frontera Norte quedará reducida, a perpetuidad, a la condición de zona desértica y hacía mucho tiempo que se había desechado ya la idea de deseñar, como alguien lo hizo alguna vez en nuestra



Historia, que entre los Estados Unidos y nuestro país existiera un desierto. Por el contrario, nuestro país necesitaba y necesita fortalecer la frontera Norte con una población numerosa, con profundo arraigo económico en la misma, que sólo puede provenir de una agricultura sana y próspera. A diferencia del resto de nuestro país, y a pesar de que en la mayoría de sus centros agrícolas había y hay un exceso de población campesina, pero en que las aguas estarían y estarán allí por muchos años, en la frontera Norte *no se podía* esperar, y por eso, con clara visión de las altas necesidades nacionales de nuestro país, se decidió invertir la mayor parte de los recursos presupuestales con que se contaba, en la iniciación de las obras para aprovechar dentro del territorio nacional, los afluentes del Río Bravo y aun directamente las aguas de dicho río, las aguas del río Colorado en la Baja California, las aguas del río de Tijuana en el mismo Territorio. La anterior política originó que en los primeros años de acción gubernamental en materia de irrigación, con recursos presupuestales más escasos que en la actualidad, la obra de irrigación sólo se hiciera sentir en la frontera Norte y fuera de ella, en tan sólo tres o cuatro lugares del resto del país. Ello dió motivo a muchas críticas entre quienes no comprendían la razón de que el Estado invirtiera la totalidad del presupuesto para irrigación en unas cuantas grandes obras, la mayoría de las cuales estaban en la frontera Norte del país, en vez de diseminar el beneficio de la obra de irrigación

en numerosos pequeños sistemas distribuidos en todo el país. Lo infundado de esta crítica se hace más aparente si, además de los motivos de carácter internacional arriba expresados, se recuerda otra vez lo que ya se dijo al tratar de la hidrografía de nuestro país; esto es, que era necesario aprovechar las 18 grandes corrientes que llevan el 85% de los recursos hidráulicos disponibles, la mayoría de las cuales se encuentran en el Norte del país.

Sin embargo, a medida que pasan los años y sobre todo, después de que pasó el período de dificultades presupuestales que imperó de 1930 a 1935, el Gobierno, por conducto de la Comisión Nacional de Irrigación, va estando cada vez más capacitado económicamente para iniciar nuevas obras y puede ya, además de atacar algunas de las grandes, emprender un programa de pequeña irrigación que satisfaga los deseos de quienes pedían que se diseminara el beneficio de las obras de irrigación en todo el país y así se llegó hasta el presente año en que por deseo del señor Presidente de la República no habrá ningún Estado en que no se esté construyendo, por lo menos, una pequeña obra de irrigación.

Las obras de irrigación se han ejecutado, sin embargo, por la premura de tiempo, sin contar hasta ahora con un Plan Nacional de Obras de Irrigación que teniendo en cuenta las necesidades nacionales desde los puntos de vista agrícola, económico y social, permi-

tiera ir haciendo la selección más adecuada de las obras que se debían iniciar.

En la actualidad, después de 15 años de esfuerzos en materia de irrigación, el Gobierno ha comenzado a estudiar lo que se ha realizado con sus ventajas y sus inconvenientes, y las posibilidades que existan de desarrollos futuros con la tendencia de formar a la mayor brevedad ese Plan Nacional de Aprovechamiento de los recursos hidráulicos del país, que, aunque no sea perfecto, pueda, por lo menos, servir como guía para los esfuerzos de los futuros gobernantes, quienes lo irán perfeccionando a medida que se vayan adquiriendo nuevas informaciones y nuevos datos sobre nuestras corrientes, nuestros suelos y nuestras necesidades.

ASPECTO DEMOGRAFICO

La población campesina de México, que constituye más de las dos terceras partes de su población total, se encuentra acumulada en aquellos centros agrícolas donde la producción está mejor asegurada, y donde el clima es más benigno, esto es, en la Mesa Central.

Se puede asegurar, sin temor a equivocación, que no existe ningún centro agrícola antiguo en la República, en donde no haya un exceso de población campesina.

Sólo en los nuevos Distritos de Riego construidos por el Gobierno y colonizados por el mismo, no se ha permitido esa acumulación excesiva de población campesina, sino que se le ha proporcionado a cada campesino la superficie económicamente indispensable para que pueda progresar, de acuerdo con lo antes dicho a este respecto.

Ese exceso de población que existe en casi todos los centros agrícolas del país, condena a la misma a vivir miserablemente y crea para la Nación un problema perpetuo, cuya única solución no puede ser más que la de desalojar dicho exceso de población campesina a los nuevos centros agrícolas que se vayan creando, mediante la labor de construcción de obras de irrigación. Otros conferencistas tratarán este problema con mayor amplitud.

PANORAMA DE LA SITUACION AGRICOLA ACTUAL EN SU RELACION CON LA IRRIGACION

Según el primer censo agrícola ganadero de 1930, existen en la República 14 millones de hectáreas de terrenos de labor (7% de la superficie total de nuestro país). De la anterior superficie se cultivan anualmente 7 millones de hectáreas o sea el 50% de la superficie de labor.

Todavía, de los 7 millones de hectáreas cultivadas, sólo se cosecha actualmente alrededor de 5½ millones de hectáreas (el 80% de la superficie cultivada), porque el 20% restante se pierde por sequías, heladas, etcétera.

Finalmente, de los 5 millones y medio de hectáreas, se consideran como de riego 1.400,000 hectáreas, pero esta última cifra está integrada por muchos terrenos de riego eventual o de medio riego, lo cual le da a la agricultura en ellos, el mismo carácter aleatorio que tiene en la zona de temporal de la Mesa Central, que describimos al principio. De riego seguro sólo estimamos que existen en el país, en la actualidad, unas 700,000 hectáreas. De estas 700,000 hectáreas, unas 300,000 son resultado de la obra de la Comisión Nacional de Irrigación desde su creación en 1926 hasta fines de 1940.

La producción agrícola nacional, ya dijimos que fué de unos 400 millones de pesos anuales, como promedio, de 1925 a 1935, cifra que dividida entre la superficie cosechada, arroja un valor medio de la cosecha de \$ 75.00 por hectárea por año. En 1939 la cosecha media fué de \$ 120.00, pero ya se explicó que este aumento se debe al alza de precio de los productos agrícolas y no a un aumento de la producción misma. En cambio, hasta 1935 las superficies cultivadas en los Distritos de Riego construidos por la Comisión Nacional de Irrigación, producían unos \$ 200.00 por hectárea por año, cifra de más del doble de la cosecha medida antes mencionada (\$ 75.00/Ha./año), y que aún deberá mejorarse mucho mediante la implantación de cultivos intensivos.

POSIBILIDADES FUTURAS

Como se dijo antes, el Gobierno está estudiando activamente la manera de resolver el problema general de irrigación en el país.

Por un lado, se ha formado un programa de realizaciones inmediatas para el presente período presidencial, programa basado en inversiones en irrigación, aún mayores que la del año pasado, que fué de cincuenta y cinco millones de pesos. Así, para este año, se ha fijado la cantidad de sesenta y cinco millones de pesos para obras de irrigación, cantidad que aún se piensa aumentar en los años próximos, de manera de invertir en el Sexenio 1941-1946, la cantidad de CUATROCIENTOS MILLONES DE PESOS. Esta cantidad es el 150% de la invertida en los quince primeros años de vida de la Comisión Nacional de Irrigación, y permitirá terminar la mayoría de las obras que actualmente existen en ejecución, poniendo bajo riego seguro una superficie adicional de 700,000 hectáreas en el Sexenio que, si se destinan a cultivos intensivos que

rindan más de \$ 400.00 por hectárea, permitirán aumentar por sólo este concepto y en este Sexenio, en más de un 50% el valor actual de la producción nacional. Debemos hacer notar como un acto de justicia, que el esfuerzo del Gobierno, en materia de irrigación, en la que invierte el 10% de su presupuesto total de egresos, es sumamente laudable, pues no ha habido Gobierno en el mundo, ni aun en los países más ricos, que inviertan un porcentaje análogo en obras de riego, a pesar de que en muchos países la irrigación es tan indispensable como en el nuestro.

Para conocer hasta dónde podrá llegar nuestro país en materia de irrigación, es necesario recordar sus posibilidades totales de que ya hablamos, tomando como base que el factor determinante, por su escasez, es el agua.

Dijimos que se estima que hay unos CUARENTA MIL MILLONES de metros cúbicos de agua que anualmente pueden aprovecharse para riego en las zonas áridas de las vertientes del Pacífico, del Golfo y en la Mesa Central.

Si mediante la prosecución del programa de obras de irrigación se lograra aprovechar la totalidad de las aguas de que disponemos dentro de nuestro país, será posible poner bajo riego unos CUATRO MILLONES

de hectáreas mediante obras cuyo costo se podría estimar en unos CUATRO MIL MILLONES DE PESOS, en cifras aproximadas.

Esta cantidad de dinero, por grande que nos parezca, no es exorbitante, aun para los recursos económicos actuales de nuestro país, pues ya dijimos que en este Sexenio se proyecta invertir CUATROCIENTOS MILLONES DE PESOS, de manera que el aprovechamiento total de nuestras corrientes podría hacerse, al mismo paso actual, en un período de sesenta años, que no sería demasiado grande para un desarrollo integral de todos los recursos hidráulicos de la zona árida de toda una nación.

Aumentando la superficie en cultivo de nuestro país en unos cuatro millones de hectáreas de riego, en las que se emprendieran cultivos intensos, se podría fácilmente aumentar en cinco o seis veces la producción agrícola actual. Ello, más que ninguna otra medida simple, acabaría con la miseria imperante en nuestro país, y haría de nuestra patria un país próspero y fuerte.

A diferencia de las naciones que en el momento actual, para ensanchar su territorio emplean la violencia, nuestra patria ensanchará el suyo conquistando sus desiertos.

