



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Biblioteca "Alfredo L. Palacios"



# Aspectos económicos del riesgo aspersion

Orban, Laszlo Alejandro

1958

Cita APA: Orban, L. (1958). Aspectos económicos del riesgo aspersion. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales de la Biblioteca Central "Alfredo L. Palacios". Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.  
Fuente: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires

ORIGINAL

VNENH DOUTORAL

presentado  
por

LASLO ORBAN

(Reg. n.º 25334)

al día de noviembre de 1958.

ORIGINAL

ASPECTOS ECONÓMICOS DEL RINCO POR ASPERSIÓN

I N T R O D U C C I O N

Thomas Roberto Malthus en su ensayo sobre el principio de la población ya a fines del siglo XVII señaló la tendencia constante entre seros vivientes a multiplicarse más de los que permiten los medios de producción. Condorcet, pocos años después, a su vez sostiene que el progreso de la raza es ilimitado, pero la capacidad de la tierra con el auxilio del progreso técnico permite soportar este aumento. A dos siglos de distancia podemos afirmar que el problema por primera vez estudiado por aquellos economistas de la escuela clásica inglesa no halló una confirmación absoluta en las épocas actuales. La disminución antes del aumento de la población en Francia y el aumento de la riqueza mas que la población en Inglaterra y U.S.A. eran los argumentos principales de sus críticos. Pero coincidiendo con el primero y aceptando con ciertas reservas la teoría del segundo, debemos afirmar que es indispensable de recurrir a los adelantos perfeccionamientos técnicos para dilatar el límite donde el rendimiento de la tierra no resulta más proporcionado a la población. Cuando el optimum de la producción no es alcanzado aún, hay todavía un margen para el incremento de la población. La aplicación de dichos medios y la racionalización de los recursos disponibles serán datos para todo plan dirigido hacia la satisfacción de necesidades con bienes y tiempo limitados.

El espíritu responsable, consciente y previsivo tiende por ello también en nuestro país a buen gobierno de los recursos disponibles, a la economía de lo vital y ante todo de esa base discutible de la vida que es el agua.

Los pueblos precolombianos nos leccionan el concepto de la sabia administración del precioso líquido fecundador. La técnica moderna que proporciona el riego por aspersión nos ofrece un instrumento valioso para racionalizar el uso de uno de los elementos más importantes de nuestra vida, imitando a la lluvia de la naturaleza, cuyo saber secreto consiste en prodigarse de acuerdo con la suprema economía del universo. En países agropecuarios como la Argentina, el agua representa la llave del futuro. Sin embargo, es acusada la escasez de este elemento en muchas regiones, por muy caudalosa que sea nuestra patrimonial Hídrica en otras.

Con estas consideraciones que motivan mi aspiración de comprobar por el presente trabajo la importancia sobresaliente que tiene el riego por aspersión para la economía nacional, por tratarse de un método que conduce a un substancial incremento de la producción agrícola por los siguientes efectos:

- 1.- Ser el único método que permite aprovechar las aguas subterráneas en forma económica sin implicar por ello gastos mayores a los originados por métodos comunes de irrigación, no tan beneficiosos para las plantas, pero de tan escasa economía de agua.
- 2.- Hacer factible la extensión de la superficie cultivada al ahorrar agua para un riego adicional.
- 3.- Favorecer a la vez extraordinariamente el proceso vegetativo de los cultivos.
- 4.- Por tratarse de una inversión agrícola que en las explotaciones intensivas da lugar a un aumento extraordinario

del rendimiento, esto se acortará más rápidamente que cualquier otro sistema de riego.

5.- Por representar un medio para el mejoramiento del desarrollo y de la estabilidad económica.

Representará un método preventivo y económico para adelantarse a tiempo a la escasez y a las posibles presiones demográficas del futuro, y para solucionar a la par gradualmente los problemas de nuestra producción agrícola, administrando sabiamente nuestro patrimonio acuifero, que a la larga será considerado como el más rico de nuestros, dado que agua adicional es vida y fuerza adicional.



S A P I T H L O I

LA ... EN SU CASO "MEJOR MEDIO DE PROTECCION"

Entre los productores de una economía de tráfico se benefician con una renta adicional o quasi renta, empleando la técnica la marabaliana, aquellos quienes han logrado la aplicación de los mejores medios de producción. Estas capacidades extraordinarias en los periodos breves permiten ganar un rédito extraordinario superior al normal, que participa de la naturaleza de la renta.

Desde que el agricultor conoce la importancia del agua en el crecimiento de las plantas, ha tratado de proporcionársela adicionalmente en forma artificial en el momento en que aquellas más lo necesitan hallando así el método más eficaz para el proceso productivo. Pero recién en los últimos años, habiéndose comprobado las ventajas que la lluvia natural presenta principalmente en lo que el ahorro de agua se refiere, se trata de incluir estas en los métodos de riego, aprovechando los conocimientos de la técnica moderna. Se ha comprobado que recibiendo un cultivo la misma cantidad de agua por lluvia natural y por riego artificial, en el primer caso la producción es mayor y la cantidad de agua necesaria (por unidad de superficie para producir 1 kg de materia seca es diez veces menor si la planta la recibe en forma natural. Las causas de este notable ahorro de agua y de la mayor producción están fundadas en las características peculiares de la lluvia.

La lluvia se produce siempre en un ambiente especial: el cielo cubierto, la presión atmosférica alta y humedad relativa elevada, o sea las pérdidas de agua por evaporación y transpiración se reducen al mínimo. Resulta por consiguiente evidente que el agua es aprovechada en su máximo porcentaje.

La influencia ejercida sobre la superficie y con

avible del suelo es favorable si la lluvia se presenta en forma suave, de escasa densidad. Solo con lluvias fuertes y torrenciales se produce el encostramiento de la superficie y el aplazamiento de la capa superficial del suelo. Además de perderse la estructura suelta del terreno, gran parte del agua se escurre sobre la superficie. La acción biogénica de la lluvia está determinada por el aporte notable de nitrógeno, oxígeno y anhídrido carbónico. En Tucuman se ha comprobado en un período de cinco años un promedio de 6,79 kgs/ha/año. Alvarez/ de Nitrógeno amoniacal y nítrico, incorporado por la lluvia anualmente al suelo, lo que constituye un abono natural de gran valor. Para Buenos Aires se dió la elevada cifra de 28 kgs/ha (Anic. De. A.) Más importante aún es la existencia de oxígeno en el agua de lluvia. Puede decirse que cada gota en su larga trayectoria se enriquece al máximo en oxígeno. Sería superfluo mencionar aquí la gran importancia que este elemento tiene en el suelo como factor preponderante para su buena constitución, formación químicobiológica y para el buen desarrollo de las raíces de la planta.

Con respecto a la temperatura, la lluvia iguala su temperatura a la del medio ambiente, con lo que se evita el enfriamiento brusco del suelo y de la planta.

La uniformidad de distribución de la lluvia es perfecta sobre una superficie limitada, que es idéntica intensidad y en la misma cantidad sobre todos los puntos.

Al producirse la lluvia en forma torrencial, las pérdidas por escurrimiento originadas son notables. Asimismo,

se pierde un alto porcentaje por evaporación. En general los autores dan para agua meteórica las siguientes cifras.-

Pérdidas para la agricultura	{	Escurrimiento : 30 - 40%
		Evaporación : 20 - 30%

Juntamente con la irregularidad de precipitación durante el año, es esta una de las pecas características desfavorables de la lluvia.

En afán de producir riego que se asemeje a lluvia natural, los hombres de ciencia, técnicos y productores, han estudiado este problema en todos sus aspectos durante decenas de años para llegar a una solución práctica y económica.

La lluvia artificial o sea provocar artificialmente la precipitación del agua de las nubes, parece ser a primera vista una solución, y a la misma ya le han dedicado muchos científicos y técnicos sus actividades. Las experiencias efectuadas en gran escala, principalmente en los Estados Unidos, datan ya de varios años atrás y consisten en lanzar desde aviones caolín o arena eléctrica por encima de las nubes. También se emplea anhídrido carbónico sólido, yoduro de plata u otras sustancias, y más recientemente cargas eléctricas, para producir la precipitación del agua de las nubes por atracción de las gotas. Asimismo, se han realizado últimamente experiencias en la Argentina, pero en menor escala. Sobre los resultados de las experiencias varias autoridades en meteorología climatología han emitido sus opiniones a este respecto, si bien no de un modo completamente negativo, demuestran, empero, que por lo menos en la actualidad no se ha llegado a producir "lluvia artificial" en forma provechosa.

La aspersión es otro método de riego artificial que trata de imitar la lluvia. La diferencia esencial entre la aspersión y los sistemas tradicionales reside en la forma y medios de distribución. En aquel el agua se lleva a la planta por medios mecánicos, mientras que en estos, el suelo mismo es el que se encarga de transportar el agua.

Es ilustrativo de estudiar el medio en que se produce la aspersión.-

Por su acción, la atmósfera solo se satura momentáneamente de humedad en las inmediaciones de la zona de influencia del regador mientras dura el suministro un rato después, luego el viento y el sol se encargan de establecer el equilibrio normal. Por consiguiente, la evaporación superficial es algo mayor en este caso que la producida por lluvia natural. Al igual que con el riego por corriente, filtración e inundación, tampoco se consigue crear con la aspersión el ambiente favorable que la lluvia produce. Aquellos sufren precisamente las máximas pérdidas por evaporación, no solo sobre el terreno, sino también en los canales y acequias distribuidoras principales.

La transpiración de la planta continua en el momento del riego con la misma intensidad. Ocurren dichas cosas por la insolación y la presión atmosférica y humedad relativa baja.

La implantación de la máquina en la agricultura siempre una creciente importancia, principalmente a causa de la mecanización. La importancia de nuestro país en el mercado cereal no sería imaginable sin la utilización del tractor y de la cosechadora. A parte de la ley de rendimiento decreciente, l

aplicación de la máquina en la agricultura en contraposición a la industria se halla limitada de una nueva manera. La máxima limitación está dada por la extensión de las superficies a trabajar. Para la producción económica de una máquina mayor es condición un determinado tamaño de campo. En superficies pequeñas su utilización se ve muy dificultada. Por los surcos y canales en el riego, las superficies grandes son subdivididas en menores. Aquí las pérdidas en los costados como en las vueltas son significativas especialmente al usar tractores con acoplados. Debido al continuo cambio del lugar de trabajo, las pérdidas de tiempo son considerables debido al traslado de una parcela a otra, y luego también por los respectivos preparativos del trabajo. Las pérdidas en las vueltas de los extremos se trata de reducir usando tractores con enganche directo, que tengan un radio de giro reducido. Pero estos tractores son pequeños y solo tiran un arado de una reja. La utilización de máquinas sobre superficies regadas es difícilmente posible. El riego es "enemigo" de la mecanización. Adaptar los tres sistemas de riego, tal como los presenta Conti y Saggio se llega a resultados muy desfavorables que pueden compararse con la aspersión:

- 1) Riego por filtración: longitud de los surcos  
Suelo compacto: 80 a 100 m  
Suelo arenoso: 60 a 70 m

Para los trabajos normales de preparación de terrenos, las superficies regadas por surcos tienen todavía suficiente extensión, también las pérdidas comprobadas en los bordes y en los extremos son reducidas. Las pérdidas dentro de la superficie misma son

escasee si esta está cultivada con maíz, papas, algodón o raiú caracas, si se cultivan cereales o alfalfa, en cambio las pérdidas pueden ascender hasta el 15% por hectárea debido a los surcos. La aplicación de máquinas cosechadoras, como el transport de la cosecha resulta en cambio muy difícil y hasta imposible, agravándose por los pasos a través de surcos y canales húmedos.

2) Siego por corrimiento	El tamaño de los tablones
Suelo compacto: 1200-1800 m <sup>2</sup>	l. 80-100 m a. 15-18 m
Suelo arenoso: 400-600 m <sup>2</sup>	l. 50 a 60 m a. 8 a 10 m

Con estas dimensiones la utilización de un tractor con máquinas acopladas se hace casi imposible. Las pérdidas en los costados estrechos surgen en este caso aproximadamente 4% por ha.l., las pérdidas dentro de la superficie a raíz de ranjas, bordes y caminos a lo largo de los canales llegan al 15%. Los trabajos de cosecha son más fáciles que en el anterior sistema pero también se presentan dificultades. Este sistema requiere construcciones especiales para pasar los canales, porque las máquinas ya no pueden cruzarlos, en el tránsito hay que subvertir el curso a veces y no es posible trabajar de acuerdo a las necesidades.

### 3) Siego por inundación:

Con este sistema, el tamaño admisible de los tablones es:

- 1.-en suelos sueltos: 400-500 m<sup>2</sup> long. 40-50 m
- 2.-en suelos compactos: 1400-1600 m<sup>2</sup> long. 70-80 m  
ancho 20 m

También así la aplicación de las máquinas y tractores es menos posible. Las pérdidas en los costados y en

y en los extremos son de 6% por ha. y las pérdidas intorras en las superficies de hasta 16%. Los trabajos culturales de cosecha se hallan aún más dificultados que en el caso anterior. También aquí se necesitan pasajes por encima de los canales para facilitar el transporte de los productos, por cuanto el acceso está igualmente subordinado a dichos canales.

#### 4) Riego por aspersión.

En la aspersión, los obstáculos recitados quedan eliminados, especialmente si se riega con regadores de alcance. No hay necesidad de canales y surcos, se puede trabajar con máquinas de cualquier tamaño, sin tener pérdidas de superficie. Cuando se construyen instalaciones fijas, semifijas, solo es necesario marcar debidamente las tomas e hidrantes de la cañería fija, pero no dañarlas con los trabajos de cultivo. Como las referidas tomas se encuentran colocadas en hileras, el peligro casi no existe.

Otro punto de vista importante debe tenerse en cuenta: Aplicando los sistemas de riego comunes, se hacen por lo general necesarios amplios trabajos de sistematización. También el trazado de los canales exige gran trabajo. Raras veces el terreno está en condiciones para la directa ejecución de instalaciones de riego. Estas requieren, si se desea realizarlas en colinas o terrenos de fuerte pendiente, trabajos preliminares de elevación de costo, siendo a veces casi imposible de llevarlos a cabo. El costo en algunos casos tan alto que hace fracasar los proyectos de riego. Ello no existe en la aspersión que es aplicable en cualquier lugar, sin ninguna clase de trabajos previos de sistematización, sea cual fuere la configuración del terreno.

Una instalación de riego por aspersión puede ser

también utilizada como medio de transportes. En Suiza, principalmente en Ginebra, Austria e Italia del Norte, se han hecho de instalaciones con el fin especial de llevar abonos naturales (purín, estiércol) sobre los pastores. Originalmente se mezclaba estiércol y purín a veces con agregado de agua, distribuyéndolo con barriles o por escurrimiento. La distribución se realizaba muy irregularmente. Partículas de estiércol espacia el pasto, en partes se formaba una flora exclusivamente anaeróbica. Los animales sufrían de disenteria crónica y eran muy susceptibles a enfermedades. La leche se modificaba en su constitución, apareciendo fallas en los cuajados. Posteriormente se procedió a distribuir la mezcla con bombas y ampueras, pero aún así la distribución era defectuosa. Fue recién con la aparición moderna y el mayor agregado de agua que la agricultura dispuso del instrumento adecuado, que permitió la máxima intensidad del pastoreo. Una hectárea de pradera estival, que anteriormente sólo admitía un animal, puede soportar ahora cuatro. Cuando es cubido, el nitrógeno se disuelve en agua. Cuanto más amplia sea entonces la relación de la mezcla, entre agua y abono, tanto menores serán las pérdidas de nitrógeno. Con tal motivo se usa por lo general 15 partes de agua con una parte estiércol y purín. Si el agua lleva este abono rápidamente sobre el suelo, donde se realiza la acción de las bacterias, en presencia de oxígeno y anhídrido carbónico se desintegra a compuestos asimilables. Contamos con una circulación muy rápida del capital abono. De igual manera se pueden distribuir toda clase de fertilizantes químicos como nitratos, fosfatos etc.

Como medio de transportes, ciertos tipos de...

res ya han alcanzado gran difusión para la lucha contra enfermedades. Se aplica el cañon rasador como pulverizador de caldo bordelés en la lucha contra la peronospora en vidales de Huelva. En este caso el cañon se conecta directamente al recipiente que contiene la fungicida. De tal manera se consiguió un ahorro de trabajo y tiempo, lo que se pulverizaba antes en tres días, con el cañon se hace hoy en sólo medio día.

En Africa se ha encontrado gran aplicación de la aspersión en la lucha contra los insectos, plagas de la agricultura etc., con los distintos tipos de Anemocidas.

También la aspersión es una mecanización de la agricultura. La misma significa ahorro de trabajo, una intensificación, es independiente de la forma superficial del suelo y de la posibilidad de aportar el suministro de agua a las necesidades de la planta, permite la subdivisión del campo en parcelas en vista de que es posible dosificar exactamente la lluvia, es aplicable en cualquier momento cuando las necesidades lo exijan en los riales permite tanto el suministro alto como bajo o bien por surcos si se quiere. La instalación puede funcionar hasta 10 veces durante 20 horas diarias, es desahogada hasta 5000 horas. La amortización y los intereses se reparten con tal celeridad sobre muchas horas de trabajo y es precisamente un principio de la producción agrícola aplicar la maquinaria el máximo de horas posible durante todo el año, reduciendo así el costo.

---

C A P I T U L O II

EL APOSCO DEL AGUA Y LA AEROSOL

La dinámica demográfica que ocasiona el aumento desproporcional de la demanda de los bienes del consumo de uso única con respecto a la producción de los mismos obliga al hombre primero a la explotación de los campos fértiles y productivos donde la humedad era suficiente para producir sin dificultades, extendiendo sus cultivos hasta el máximo posible sobre los mismos. En algunos países sin embargo llegó el momento, en que estas tierras con suficiente humedad natural no bastan para suplir las necesidades produciéndose así el problema económico de adecuar los medios limitados a la mejor consecución de los fines que con ellos se satisfacen. Será necesario entonces intensificar por un lado los cultivos donde no se hizo sentir aún en forma pronunciada la ley de rendimiento desproporcional obteniendo aquí una renta de posición adicional por la producción y buscar por el otro la solución en las zonas áridas, cultivando con riego artificial.

Ciertos países ya han alcanzado el máximo en la explotación de sus superficies, incluyendo la utilización del riego. Italia y Egipto por ejemplo aprovechan ya más del 80% de sus campos regables, mientras que otros no han aprovechado aún sus fuentes de agua para transformar las zonas improductivas en terrenos fértiles, absteniéndose de ello principalmente por no haber tenido necesidad aún.

Conti presenta las siguientes cifras:

Indias británicas	87 mill. ha regables	18 mill. ha regadas	2
EE.UU.	86 " " "	15 " " "	1
Argentina	28 " " "	1,3 " " "	

Por tales razones, el agua adquiere, como factor decisivo la inclusión de las zonas áridas y marginales en la pr

ducción agrícola, un valor extraordinario como materia productiva será la fuente de riqueza del futuro. Castro Kinny ha calculado el valor de un litro de agua por segundo para la Argentina <sup>de pesos</sup> 11 millones. Esto permite formarse una idea respecto al capital representado por el agua que en gran parte yace improductivo cuando no debería perderse ni una gota y aprovecharse este valor natural al máximo. Se requiera entonces una intervención estatal para la regulación del agua y el control riguroso de su uso. En muchos países, la legislación correspondiente se vuelve cada día más rigurosa, debido al reconocimiento por parte de los gobiernos del agua como riqueza productiva de primer orden.

De ninguna manera el agua superficial de los ríos, arroyos y lagunas alcanzará para transformar las zonas áridas en productivas. Por lo tanto deberá recurrirse a los grandes depósitos corrientes subterráneos que en muchas partes no solo sirven a complementar la superficial, sino que son las únicas disponibles. Antes de iniciar su explotación, deberá emprenderse un estudio extenso y profundo de su régimen. Una legislación apropiada, ya iniciada en los países progresistas del mundo, ordenará su aprovechamiento. En nuestro país las leyes 5546 y 6546 verdaderos "coryores juris" de colonización, prevén cánones o cuotas anuales con que los usuarios retribuyen el servicio prestado por el estado. Los mismos deben considerarse factores incididos en los costos de explotación.

El consumo de agua ha sido excesivo en los sistemas de riego comunes.

La práctica ha demostrado que suministrando a u

cultivo la cantidad de agua requerida para su crecimiento, esta dotación no alcanza a satisfacer las necesidades. Debe aumentar la 3,4 y hasta 10 veces, según el sistema de riego elegido, la zona de cultivo, el clima y la textura del suelo. Este exceso de agua a suministrar para que la cantidad calculada como dotación esté a disposición de la planta, debe perderse en alguna parte no aprovechada. Distinguiremos dos clases de pérdidas y el exceso requerido por la distribución despareja.-

- |                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| a) Pérdidas en el transporte   |  | per evaporación                             |
|                                |  | per infiltración                            |
| b) Pérdidas en la distribución |  | per riego excesivo (exceso de infiltración) |
|                                |  | per evaporación                             |
| c) Distribución despareja      |  |   |

Pérdidas en el transporte son todas aquellas que ocurren en el largo recorrido desde la toma en el río, arroyo, laguna, etc. hasta su llegada a la parcela a regar. Pueden ser estas pérdidas por infiltración y por evaporación. Las mencionadas en primer término indudablemente las más importantes, varían según la textura de suelo por donde corre el agua, la longitud de los canales, la pendiente y la sección del canal.

Varios autores norteamericanos dan cifras para diversas zonas, distintos tipos de suelos y longitudes de recorrido. Stcheverry y Harding citan pérdidas por transporte en canales, variables de 14% a 48%. En suelos muy sueltos y canales de secciones y longitudes grandes, esta pérdida, de por sí ya notable, puede ser mayor aún. Las pérdidas de transporte en canales, revestidos de concret existentes en California, se reducen a solo 5%

y se deben principalmente a la evaporación. David y Wilson mencionan para Idaho refiriéndose a experiencias hechas por Burk en 1913 pérdidas de hasta 50% por milla. La red total de canales de 287 millas con una capacidad de 1 a 3200 pies cúbicos, tiene término medio una pérdida de 7,48 por milla. En cada caso, siempre que el canal no sea revestido, la mayor parte corresponde a la infiltración.

Con respecto a la Argentina, Genti (op.cit) proporciona datos interesantes:

Pérdidas por filtración:

en terrenos compactos. . . . .	mínimo 1 mm diario
" " medianos . . . . .	" 8 " "
" " arenosos y . . . . .	" hasta 20 " "
canales nuevos . . . . .	" "

La evaporación, también variable según temperatura viento etc. y la longitud del recorrido, sección del canal y protección ofrecida por árboles o arbustos, la estima Genti en 7 mm. diarios. En general, fija las pérdidas de transporte en un 10% a 25%, con casos extremos las pérdidas son enormes y toda el agua evaporada e infiltrada a capas más profundas queda sin provecho directo para los cultivos. Estos inconvenientes pueden subsanarse, revistiendo los canales con material, lo que naturalmente eleva en gran proporción su costo que se calcula en más de mín 1.500.- por ha. para la construcción de una red principal de canales revestidos.

Las pérdidas de distribución no son menos importantes. McCheverry y Harding indican que la pérdida por riego en exceso (regulation waste) puede ser de 3% a 10%. Este exceso es el agua que se escurre superficialmente y se recoge en las partes

bajas de los terrenos, conduciéndose luego hacia los desagües. Si bien se puede decir que en un riego por corrimiento e infiltración bien administrado, esta pérdida no debe existir, la práctica demuestra que en muchas partes se trabaja con dicho exceso. Rio Negro es el caso típico en nuestro país. Dificultan su control excesivas pendientes, suelos arcillosos, etc., pero aún así el agua recogida podría usarse para otros campos adyacentes si el agricultor no se opusiera, considerando esta agua "mala" para sus cultivos.

Resulta intolerable dicha pérdida cuando el propietario sólo tiene a su disposición agua subterránea que, por la circunstancia de su obtención, es cara y escasa.

Las pérdidas por evaporación son máximas en suelos iranícos o rasados por corrimiento debido a la formación de la costra superficial. Menor es la evaporación en la irrigación por surcos, siendo inversamente proporcional a la anchura de éstos.

Secuniento, las pérdidas de distribución pueden reducirse teóricamente, pero en la práctica poco ocurre.

Distribución despareja.- Según se trata de riego por corrimiento o por filtración, ésta se produce en distintas formas. Para el primero, considerando un corte transversal a la dirección de avance del agua, la distribución es aproximadamente uniforme. No así en el corte longitudinal: se asemeja aquí el riego por corrimiento al riego por surcos en el que la distribución no es uniforme en ninguno de los cortes considerados. Analizando únicamente el caso del riego por surcos que, por analo es adaptable al escurrimiento, pero únicamente en el corte longitudinal.

Si el agua se infiltra en el suelo por los surcos,

Experiencias hechas por varios autores han comprobado esta forma de infiltración. En las primeras horas del suministro, la distribución forma una especie de elipse. Prolongando mucho el suministro, la forma de penetración se modifica, infiltrándose a mucho más profundidad debajo de los surcos, quedando entre éstos el suelo seco, menos humedecido. Veamos que el agua no ha llegado al centro de la azoleta y sólo llegará tardíamente si se sigue dando agua, es decir en exceso. Por debajo de la azoleta, la capa de suelo húmedo es justamente la de menor espesor y donde se encuentra la mayor cantidad de raíces. También aquí debe darse agua en exceso para llegar a la profundidad y buena distribución deseada. Es digna de consideración la uniforme distribución de la aspersión sobre el riesgo por filtración. Con aquella, cada gota se infiltra en el lugar donde cae.

Consecuencia indirecta para el crecimiento de la planta será la siguiente: dado que las raíces buscan la humedad su crecimiento no será normal, mientras que, con una distribución uniforme de agua en el suelo, el desarrollo radicular será también uniforme.

Llevando agua al terreno por un exceso del caudal (surcos o sup.libre), al ponerse en contacto con el suelo seco se produce una rápida absorción inicial.

Fase 1) - saturando la parte superficial de la capa del suelo. Cuando el agua llegó al extremo inferior del surco, el extremo superior habrá recibido la absorción inicial más una absorción continuada.

Fase 2) - durante el tiempo que haya tardado el agua para llegar a la parte inferior. Si en ese momento se corta el suministro

de agua en el extremo superior o sea en la cabecera, cesará primero aquí la absorción, mientras que en el extremo inferior continuará en cierto grado hasta que el agua se haya escurrido. Si se continua suministrando agua, la absorción se producirá e igual intensidad en toda la longitud del surco por el tiempo que tarde dicho suministro.

Fase 3)- La absorción residual siempre se produce al final de cada riego, dale el declive del surco.

Fase 4)- Resulta luego que la distribución sobre el largo de un terreno no es uniforme. Esta desigualdad está influenciada y regida por los siguientes factores.-

El caudal que se suministra.- Si dotamos una cantidad de agua que progresará lentamente, la cantidad absorbida en la parte inicial será mucho mayor que en la parte baja, donde llegará poca o nada de agua. Un gran caudal, es decir un exceso, tendrá una mayor fuerza de empuje y llevará el agua rápidamente al final del surco. La fase 2) se reducirá.

La inclinación del terreno, y por ende la velocidad del avance del agua.- Con una inclinación pronunciada producirá un avance rápido del agua. La fase 2) se reducirá, pero a su vez como desventaja, se produciría un aumento del arrastre de este

Es evidente que en un suelo permeable la fase 2) será mucho más aguda que en un suelo pesado.

La longitud de los surcos.- Está en relación directa con la amplitud de la fase 2).

Un ensayo hecho en La Plata subraya la carencia de uniformidad del reparato y la dotación en exceso que consecuentemente se hace necesaria: permite la entrada en un surco

14 l / s midiendo a cada 50 m el agua que llegaba, llegó a establecer el reparato de agua a 10 largos de 150 m, en un suelo franco.

Agua a la entrada del surco . . . . .	14 l/s
" " los 50 m. " " . . . . .	9,5 "
" " los 100 m. " " . . . . .	6 "
" " los 150 m. " " . . . . .	3,5 "

Asimismo determinó en los tres tramos la humedad del suelo:

- 1 er tramo: 25%
- 2 do tramo: 18%
- 3 er tramo: 12%

Es decir que para aproximarse a la máxima uniformidad posible en la distribución del agua, tenemos que manejar este sistema de riego de la siguiente manera:

- a) Los canales o surcos deben ser cortos, adaptados a la textura del suelo. La consecuencia del hecho será que no se permitirá la mecanización ilimitada.
- b) Debemos suministrar en exceso de agua. Evidentemente resulta aquí evidente la desventaja fundamental de todos estos sistemas de riego: El inmenso consumo de agua.

Las pérdidas en el transporte sólo existen si hay necesidad de llevar el agua de lugares más distantes, en conductos abiertos.

Las pérdidas en la distribución se reducen a las producidas por la evaporación. Las pérdidas por escurrimiento sobre el terreno son nulas, si la lluvia es regulada en forma adecuada para que no se produzca un estancamiento.

La evaporación puede ser en ciertos casos algo elevada, como por ejemplo en prados frutales, donde la intercepción de la lluvia por hojas y ramas hace aumentar notablemente dicho factor. El agua caída es retenida por las hojas en forma de gotas, en peléculas sobre la superficie misma de la hoja e grietas de la corteza de ramas y troncos. En cultivos menores, intercepción es naturalmente menor y su efecto (la evaporación de menor duración, Christiansen, en su trabajo "Irrigation by sprinkling", publica ensayos efectuados sobre la evaporación ocurrida durante la trayectoria del agua a través del aire. Los resultados obtenidos varían según la humedad relativa del aire del tipo de pluviómetro usado. Después de consideraciones teóricas aplicando fórmulas para el cálculo exacto, llega a la conclusión que aún teniendo en cuenta la radiación solar, el aumento de la presión de vapor del agua cuando esta tiene forma de pequeñas gotas, las pérdidas por evaporación durante la trayectoria, no sobrepasan el 2%. Una investigación debe comprobar detalladamente el monto de estas pérdidas, principalmente en la zona árida de la República Argentina.

En contraposición a los métodos anteriores, en nebulización la distribución es hoy día completamente uniforme. La distribución uniforme de una perfección absoluta se consigue en los regadores modernos que permiten proveer paralelamente a un sector el agua de riego. Con varias posiciones de los emisores se produce una ligera superposición de los círculos, donde la cantidad de agua proporcionada es teóricamente doble. Sin esto posteriormente al demostrar basta que punto un regador distribuye el agua en forma uniforme sobre la superficie que cubre, y

que justamente en las zonas de superposición llega menos agua, con lo que la uniformidad del reparto queda nuevamente asegurada, razón por la cual no representa en forma una pérdida de agua. Christiansen (op.cit.) basándose en propias experiencias efectuadas, afirma que el gran defecto de la aspersión es la mala distribución del agua. Efectivamente, en los ensayos efectuados con regadores, la irregularidad de distribución es marcada. Pero, como el autor mismo afirma, se debe a la imperfecta construcción de los regadores. La velocidad de giro irregular y construcción deficiente de las válvulas son las principales causas que originan dicho defecto. No sucede esto si se usa un tipo de los regadores utilizados en la experiencia. Sus características demuestran que no son comparables de manera alguna con los modernos regadores de largo alcance que logran la perfecta distribución mediante una esmerada construcción y una serie de mecanismos (molinetes o freno hidráulico) para regular velocidades de giro, una pulverizadora para la perfecta dispersión del chorro de agua etc. La objeción de que el viento no permitiría una buena distribución no es correcta, pues la práctica y ensayos han demostrado que sobre la superficie total no se produce diferencia digna de mencionarse, porque el desplazamiento originado es idéntico para todas las posiciones de los regadores si el viento no cambia continuamente de dirección.

Fartanelli, partiendo en una experiencia con un turno de treinta días, con ocho horas de riego cada uno, es decir con 240 horas en total, determinó la superficie regable con un caudal de 10 l/seg. en el canal principal, equivalente a 16 m<sup>3</sup>/h, en varios sistemas de riego:

inundación.....	5,7	Ha.
corrimiento.....	8,5	"
filtración.....	12,0	"
aspersión.....	20,0	"
subirrigación.....	20,0	"

De estas cifras resulta una relación de 1 : 1,49 : 2,10 : 3,5 :  
A los mismos resultados llega Maximov. Si para asegurar una buena distribución los procedimientos usuales de riego requieren una cantidad de 8 a 10 cm de agua, la aspersión solo requiere 2 a 3 cm.

La práctica ha confirmado también en otros lugares ampliamente dichos resultados mediante casos en que se necesitaban hasta 10 veces más de agua que en aspersión, para regar una misma superficie. Un ejemplo ilustrará estos conceptos: Un productor de alfalfa en La Rioja obtiene con su sistema de riego actual solo 2 a 3 cortes por año en 60 ha. Instalando la aspersión, puede ampliar la superficie hasta 200 ha. si mantiene el mismo turno de riego lo que naturalmente no le conviene, sino que disminuirá el intervalo entre cada suministro y aumentará la dotación, con lo que puede conseguir 6 a 7 cortes al año y aumentar a 85 ha.

Pero conformándonos con la relación 1 a 4, dicha gran ventaja del sistema ya hace recomendable su aplicación y, como ya se ha dicho, principalmente para zonas áridas y utilización de agua subterráneas.

-----

C A P I T U L O III

EL INCREMENTO DE LA EMISIÓN VEGETAL Y EL NINGO

POR ASPERCIÓN

Las diferentes maneras que tienen las fluctuaciones de la producción agrícola de repercutir en el sistema económico en general y en la actividad industrial, salarios reales, inversión y ahorro en especial, han sido objetos de enfoque anticíclico, junto con Pigou, de numerosos economistas, señalando el rol preponderante de la producción vegetal en dichos fenómenos.

La vida vegetal está supeditada a la presencia del agua. Es alimento, solubilizante y medio de transporte a la vez, también regulador de la turgencia de la planta. Pero igualmente influye el agua en forma intensa sobre la planta en sí, sobre el suelo y el clima. Existiendo estos factores en su proporción óptima y armónica, condicionan los rendimientos de la cosecha. El riego por aspersión influye sobre los tres factores: la planta, el clima, y el suelo, que determinan el rendimiento y la producción vegetal.

El valor y la importancia de la aspersión ya han sido reconocidos ampliamente por la práctica. En cambio, la investigación científica, salvo algunas excepciones, ha sido escasa en este campo. Contados son los ensayos realizados hasta el presente por lo que ha sido posible deducir por vía inductiva las ventajas y desventajas de la aspersión con respecto a los demás métodos.

El rendimiento de la cosecha no sólo depende del suelo y del clima, sino aún de las características de la planta, pudiendo estas hasta atenuar algo las influencias negativas de los otros factores. Las características de la planta pueden a su vez influir por la forma de aportar agua. Esta, sin embargo, no puede cambiar el genotipo de la planta, sus características, resistencia a enfermedades, a heladas, altos rendimientos etc., posiblemente recién después de mucho tiempo. Las características exteriores son susceptibles de la influencia del riego o de la aspersión respectivamente.

Con la lluvia excesiva, como también con excesiva

riego por inundación en la época de maduración y cosecha, se presentan cambios en la coloración del producto. Las pajas y la paja de trigo, avena, cebada y centeno, como lo sabe el hombre de la práctica, toman una coloración más oscura, mientras que los granos se vuelven más claros. En el riego por surcos, se presenta una coloración despareja a consecuencia de la saturación irregular ocasionada por la distribución carente de uniformidad del agua sobre la superficie. Los granos no completamente saturados tienen un color verdoso claro. Al inundar los arroyos en forma algo prolongada con una capa de agua de cierta espesor, en ocasiones en partes una coloración blanca del arroz. Las semillas de cebada, avena, legumbres de raíces carnosas etc. pueden sufrir cambios de una lluvia natural y artificial por inundación durante de la madurez, un color a otro.

Sobre la curvatura de la semilla, es lo que se refiere a las semillas exaristas y saleras, la asperidad actúa en forma positiva.

Respecto a la asperidad casi siempre se relaciona un mayor desarrollo en los órganos vegetativos (hojas, tallos etc.) Confirma esta opinión la influencia favorable ejercida por la asperidad sobre herbívoros de la hoja y la caída ocasionada que, en regiones húmedas el desarrollo de los órganos vegetativos es en detrimento de los reproductivos, retardándose la madurez. También el riego cuando influye retardando la madurez, pero sólo en partes aisladas del campo, vale decir en las cercas a los canales, mientras que en la asperidad, la madurez se produce en forma pareja sobre toda la superficie. Los productos obtenidos en campos regados por asperidad casi no presentan diferencias en el grado de madurez, en cambio, si los campos son regados por

otros métodos, dicho grado difiere. Muchas veces se podrá observar que los cultivos todavía se presentan verdes a lo largo de los canales, mientras que en el centro de las azoegas ya han madurado prematuramente. Los productos cosechados sin uniformidad en su madurez presentan varios inconvenientes: escasa conservabilidad y poder germinativo, escaso valor comercial y técnico, etc.

El poder germinativo, como la energía germinativa dependen en primer término del tipo o variedad, pero también intervienen conjuntamente con otros factores, el contenido de agua y oxígeno del suelo, como así también sus características, etc. Cuando favorables sean estos factores, tanto más rápidamente germinará la semilla. También aquí la selección es superior.

Por riego común o aspersión se produce cierta selección natural, pero tan sólo dentro de una población y dentro de una raza. Si se traslada una semilla de razas de una zona clima seco y suelos pobres a una zona de condiciones ambientales favorables o se mejora el clima mediante riego, las razas que logran un mayor aprovechamiento de los mejores factores de crecimiento, desplazarán a las otras que no lo consiguen. Es evidente que la selección logrará a la larga una selección más regular efectiva que el riego común. En varias partes de Italia del Norte por el riego ha actuado intensamente por selección, reduciendo rendimientos. Cultivos densos de semillas, por el riego se volvieron escasos.

Instalando riego, es lógico que la agricultura se independice mucho más, pudiendo diversificarse el cultivo. Pueden cultivarse así aquellas plantas que requieren más humedad de la que la lluvia natural les proporciona. Especialmente ventajosa:

naturalmente una instalación por aspersión. Ella permite realizar más fácilmente los cultivos por riego sobre el mismo terreno.

El riego común o la aspersión también pueden originar modificaciones en la planta, es evidente que siempre dentro de los límites fijados por la gama de variaciones de la raza. Dichas modificaciones nunca son hereditarias por cuanto representan únicamente morfologías, en un clima húmedo dan mayores rendimientos que en clima seco. La influencia de la aspersión es más favorable que la de los demás métodos porque crea condiciones más propicias.

También la hoja de la planta puede sufrir cambios morfológicos. Una capa excesiva de humedad puede provocar un alargamiento de las hojas y una ramificación del tallo. Un ejemplo frecuente puede verse en el arroz.

Si a la planta le es proporcionada en su estado juvenil más agua de la que requiere, sus hojas se modifican de tal manera que le permiten una mayor transpiración a través de los estomas de la cutícula. La planta se acostumbra a un mayor gasto de agua. Tal cosa ocurre en el oeste de la República Argentina, al presentarse días calurosos con humedad relativa baja, la transpiración debido a la modificación de la hoja, es mayor que la absorción del agua. La planta se marchita en un suelo saturado de agua. En caso de riego común, el exceso de agua que debe agregarse para mantener el terreno o suelo del marco, evita las modificaciones mencionadas, por lo menos en los lugares de enraizamiento. Mediante la aspersión, calculando el descaje y turno adecuadamente y modificando estos, según las necesidades, dicho peligro puede ser evitado.

Castroelli menciona con respecto de la aspersión que esta favorece enfermedades parásitarias, subrayando que al

peligro es mayor al regar por la noche que por la mañana. Observando todas las fases de desarrollo de los parásitos, se comprueba alguna en la cual el agua podría actuar en forma perjudicial sobre los mismos. No obstante, ha comprobado la práctica que la aspersión reduce notablemente la difusión de la peronospora, cosa que no se observa con el riego común. En San Justina, Italia, se encuentra funcionando desde 1930, una instalación de riego por aspersión sobre viñedos. Contrariamente a lo que pensaba, la aparición del mildew se ha reducido notablemente. En lugar de las diez o doce pulverizaciones con caldo bordelés normales en las zonas sin aspersión, en San Justina bastan cinco o seis. La calidad de los vinos de la referida región ha mejorado, los costos de producción naturalmente habían disminuido. Pueden darse dos explicaciones para este hecho: La lluvia de la aspersión actúa disminuyendo algo la temperatura y la germinación requiere por lo menos 20°C. Conforme a los datos compilados en las zonas vitícolas, principalmente en Italia del Norte, Estados Unidos, etc. tal como también Pantanelli lo ha observado, la aspersión combate las plagas como ser pulgones etc. Es similar a la acción de la lluvia natural. Parece que el agua actúa mecánicamente lavando las plantas.

Overley ha hecho experiencias respecto a la influencia de la aspersión sobre la "Powder Mildew" en manzanas de la variedad Jonathan y King David. Los resultados fueron:

Riego por filtración . . . .	22,5%	de ataque
" por aspersión con regadores bajos . . . .	25,5%	" "
Riego por aspersión con regadores altos . . . .	10,61%	" "

Utilizando el riego común, existe un continuo peligro de propagación de malezas que se mantienen por sus ca-

características fisiológicas, ocasionando como resultado, disminución de los rendimientos de calidad agrícola y comercial del producto y de semillas.

Las instalaciones de riego cuando constituyen un foco continuo de difusión de estas causas. A lo largo de las acequias, canales etc., crecen malezas y aparecen con perjudiciales en su desarrollo porque todos los trabajos del suelo son difíciles de realizar cerca los canales, por lo que generalmente no se efectúan.

La aspersión funciona sin acequias y canales, por lo que no hay transporte de semillas y ninguna parte del terreno parece sin trabajar. En caso de esparcirse la lancha contra una colina, puede realizarse con igual intensidad y precisión en todos los puntos. Además, pueden separarse las semillas contenidas en suspensión en el agua en riego por filtros etc.

La aspersión y el clima general se extiende bajo el efecto de las ondas laterales que ocurren en el transcurso del día. Los fenómenos cambian continuamente y todo uno depende del otro, no influye en forma global entre la tierra y la vegetación.

En las que es la fuente energética en la fotosíntesis tiene durante el riego artificial como interviene a la planta así con la lluvia natural, durante la cual el cielo cubierto disminuye la intensidad de la luz, y con ello el crecimiento de la planta. Pero que en la aspersión, al formarse una atmósfera húmeda sobre ella, esto impide que el completo aprovechamiento de la luz. El riego inundación puede originarse, por la falta de luz en las partes cubiertas con agua, el crecimiento del vegetal, porque las células, formadas en agua, son poco resistentes.

Dentro de ciertos límites, también la temperatura puede influenciarse por el riego. El agua actúa sobre la temperatura

aire tanto aumentando como disminuyendola, según el caso. Un grado de agua sustrae al aire, al evaporarse a 20°C, 585 gr.cal. Si el agua es más caliente, puede ceder temperatura al aire. Como es sabido, el calor específico se relaciona como la 4.125. El agua es por tanto un regulador de la temperatura. En efecto, el crecimiento en los trópicos sería imposible si la lluvia no actuase como termoregulador.

La aspersión actúa sobre este fenómeno en forma más pronunciada que el riego común y por ello sería especialmente ventajosa en la zona árida de la Argentina, dado que influye sobre la temperatura que muchas veces sobrepasa el óptimum (27 a 34°C aprox.) de la mayoría de las plantas cultivadas.

En Italia del Norte se encuentran los denominados "marcite" (praderas de invierno) en continua vegetación durante los crudos inviernos, merced al riego con agua de temperaturas más elevadas.

En zonas poco templadas, el riego y la aspersión están en ventaja ante la lluvia porque la radiación calórica del sol no se halla dificultada por nubes, neblina etc. Por otra parte en la instalación de riego por aspersión, el agua, al atravesar el aire, se calienta en mayor grado que al ser suministrada por riego común; la baja temperatura del agua puede retrasar el crecimiento. Especialmente delicados para agua fría parecen ser los frutales, maíz, algodón y algunas gramíneas.

Con respecto al calentamiento del agua en la aspersión, Zander ha efectuado en Alemania ensayos interesantes con agua subterránea, He aquí los datos del ensayo:

Temperatura del aire a la sombra . . .	.29° C.
" de la tierra seca al sol . . .	.34° C.
" del agua al salir del rociador . . . . .	.15° C.
" del agua al tocar el suelo	30° C.

Vemos que el agua elevó su temperatura en 15°C y el enfriamiento suelo solo representa 3 C.

Un factor que actúa principalmente sobre las partes aéreas de la planta cuando está en plena vegetación, son las heladas. Las mismas frenan la actividad vital o la destruyen al provocar la salida del agua de las células hacia los espacios intercelulares, originando así en la célula una concentración excesiva de sales que resultan tóxicas.

Contra las heladas invernales tenemos posibilidad de protegerlos mediante medidas culturales (utilización de variedades resistentes, siembras en épocas adecuadas, etc.) De mayor peligro son en cambio las heladas tardías que se producen generalmente en primavera y hasta en verano, o las heladas tempranas del otoño. Actúan a destiempo sobre las partes más importantes de la planta (flor y fruto respectivamente) durante su desarrollo vital.

Contra heladas blancas, originadas por la entrada de una ola fría, carecen de efecto el humo (quemando sustancias humificantes) y el riego. La aspersión puede en ciertos casos, cuando se dispone de suficiente cantidad de agua y la helada es de corta duración, representar una ligera protección, pero solo en superficies reducidas debido a la característica misma de la instalación.

El otro tipo, las heladas negras, se producen por la radiación del calor de la planta y del suelo durante la noche y por aflujo del aire frío sin viento, con cielo despejado.

La temperatura desciende hasta que se condense la humedad contenida en el aire y se deposita sobre las plantas y el suelo. Si la presión de vapor es muy baja y la temperatura

desciende bajo 0 C., entonces el vapor se deposita directamente en escarcha: si la temperatura es superior a 0 C, como rocío. Cuanto más húmedo sea el aire, tanto menos será el enfriamiento por radiación y evaporación. Si el aire es seco, el punto de condensación se encuentra más bajo y hiela. El riego y en mayor grado la inundación y la aspersion, enriquecen el aire en humedad, aumentando con ello el punto de condensación y reduciendo la evaporación; disminuye entonces el peligro de heladas.

Además, la aspersion produce cierta circulación local de aire, con lo cual se evita radiación demasiado intensa y acumulación de masas de aire frias. Con igual cantidad de agua se puede proteger una superficie mayor en la aspersion que con el riego común. Generalmente en invierno, el agua subterránea tiene mayor temperatura que el aire y su empleo por aspersion resulta más beneficioso. Solo cuando se dispone de enormes cantidades de agua, lo que no siempre ocurre, el riego por inundación es más ventajoso que el de la aspersion, es decir en aquellas partes en que se pueden regar al mismo tiempo grandes superficies. Pero una lluvia de media hora basta para dominar con éxito las heladas si la misma es provista con regadores de válvulas pequeñas que despiden una neblina muy fina.

El riego por surcos infiltración contra heladas tiene poca importancia porque el agua es llevada a capas más profundas del suelo.

En otro sentido, aumentada la humedad relativa en mayor grado por aspersion, las oscilaciones térmicas entre dia y noche aumentan la formación de rocío, el cual enriquece el suelo en humedad, significa una fuente de agua directa para la planta. En zonas secas y húmedas se han comprobado valores de 0,2 a 0,4mm por dia respectivamente. Al aumentar la humedad relativa debido a la aspersion, tal como ya se mencionó, y principalmente si se regan

en zonas secas antes de la puesta del sol, esa humedad se condensa durante la noche para formar el rocío al día siguiente.

Con respecto a las influencias mecánicas sobre las partes aéreas de la planta (hojas, tallos, flores, etc.) se podrá afirmar que como la aspersión se asemeja a una lluvia natural de intensidad moderada, dichas influencias son en sus características, iguales en ambos casos. Así como algunas plantas son delicadas para la lluvia natural, lo mismo son para la artificial. Algunos ejemplos ilustran ese concepto: en la época de la madurez, los tomates no admiten riego y menos aspersión. Los frutos se llenan excesivamente de agua, revientan y se desvalorizan. El lino textil prefiere un clima húmedo, pero en su periodo de madurez, para no reducir el rendimiento de la fibra, debe suministrarse poca agua. También la fibra de algodón pierde calidad si llueve poco antes de la floración o antes de la apertura de los capullos. El tabaco prefiere una lluvia liviana, pero únicamente en su estado juvenil. Con tal motivo, en algunas provincias del litoral se utiliza un sistema primitivo para conseguir tal finalidad. Los frutales y las uvas pueden ser regados durante la floración, sin embargo no por aspersión, por cuanto el polen es lavado por la lluvia o bien, al ser muy pesado, no es transportado por los insectos o el viento.

Un riego excesivo favorece el desarrollo vegetativo a detrimento de la fruta y de su conservabilidad, de la formación de ramitas fructíferas y con ello de la cosecha del año siguiente desde el punto de vista fisiológico, químico y climático del suelo. El agua es alimento, es uno de los factores que intervienen en la fotosíntesis y es el solubilizante de las sales nutritivas (solo absorbibles por las plantas en forma soluble). También es el agua el medio de transporte de estos últimos desde el suelo a la planta. Asimismo juega un rol importante en la regulación de la turgencia de las células la cual asegura a los tejidos la rigidez necesaria y mantiene el equilibrio entre la transpiración y la absorción.

El agua no sólo es indispensable a los órganos de los vegetales superiores, sino también para la vida de los microorganismos del suelo. Estos paralizan sus funciones cuando el contenido de dicho elemento baja del 20% o excede el 60% o bien si el aire del suelo no se halla saturado de humedad. La descomposición de la materia orgánica no se realiza entonces y a raíz de ello, impide la formación de humus. Para los microorganismos del suelo, un exceso de agua es aún más perjudicial que la ausencia. El riego por filtración, corrimiento etc. no permite distribuir uniformemente el agua sobre toda la superficie. Al principio, las plantas se encuentran en un suelo saturado o sobresaturado, luego se forman nuevamente lugares húmedos, más secos o completamente secos, principalmente si por escasez de agua, rige un turno más espaciado. Primero todas las plantas sufren por exceso, luego sólo las que crecen cerca de surcos y canales y, al final, todas por falta de agua, repitiéndose este proceso en cada nuevo suministro.

Esas desventajas quedan eliminadas con la aspersión o efectúa la distribución correcta y regular del caudal. El crecimiento se retarda o dificulta, prosigue sin interrupción. Un suministro más continuo, es decir un turno más espaciado que es más fácil de conseguir con la aspersión, influye mucho más favorablemente sobre el desarrollo de las plantas.

La circulación y renovación del aire entre las plantas influye favorablemente sobre el desarrollo de las mismas. Sin embargo el movimiento del aire cerca del suelo es mínimo, cualquier depresión y especialmente la cobertura vegetal condicionan una disminución del movimiento del aire.

La aspersión, en oposición al riego común, ocasiona cierto movimiento del aire que, si bien es de corta duración, seguramente no carecerá de influencia sobre el crecimiento de la planta.

La aspersión puede aminorar los efectos de vientos se

y calurosos p.ej. el zonda. Los demás sistemas, en cambio, no causan efectos tan notorios. La aspersión humedece las capas del aire entre las plantas, reduciendo la evaporación superficial y la temperatura demasiado elevada.

La erosión eólica también puede reducirse indirectamente mediante la aspersión. Aquella actúa principalmente sobre suelos secos, lleva tierra fértil, descubre las raíces de plantas que secan etc., el material arrastrado también puede dañar partes delicadas de las plantas. La aspersión, que permite humedecer en intervalos más cortos y en forma pareja toda la superficie, es seguramente una mejor protección contra la erosión que el riego común. Así es posible observar que, a pesar de llevar los canales o zanjas de agua, el viento erosiona los bordes superiores de los mismos.

Está comprobado que una capa de vapor de agua debilita la intensidad de la luz. En forma parecida se comporta la atmósfera con vapor, formada por la aspersión alrededor de las plantas.

Al regar por inundación, el agua quedará estancada durante un determinado tiempo y por eso la mayor parte de las raciones rojas son absorbidas por el agua, y son estas las que tienen la mayor actividad fotosintética.

El suministro de agua también tiene influencia sobre el suelo, especialmente respecto a su estructura. Fuertes lluvias son capaces de modificarlo debido a la acción mecánica sobre la superficie y por el aplazamiento producido también en capas inferiores. Especialmente en suelos de granulación fina se forman aplazamientos después de lluvias o riegos intensos por métodos comunes, a raíz del consiguiente desecamiento, se forma una costra en la superficie. Estas dificultan la germinación, la penetración del agua, el acceso del aire y el trabajo del suelo; la evaporación aumenta y con ello la desecación del suelo. Parece que con la formación de la costra, está relacionada una

Varios ensayos han comprobado, que el clima o el ambiente climático de la planta, es decir el que rige en la capa del suelo atravesada por las raíces y hasta 0,5 m sobre el suelo, puede presentar notables diferencias con el clima general que no son explicables por las influencias del último. Por consiguiente, deben existir otros factores que condicionen el clima del suelo. Uno de los más importantes es la estructura, de la cual dependen la circulación del aire, calor, agua, etc. Es natural que un suelo con buena estructura reaccione frente a estos factores de distinta manera que otro de estructura mala.

Una buena estructura tanto en la capa arable como en el subsuelo, significa una buena agrupación de las partículas muertas ya sea en cantidad como en espacio. Un suelo con buena estructura forma grumos de tierra de tamaño variado, aglomerado por los coloides, de las partículas del suelo, y es por eso poroso, caliente, bien aireado, humedecido, permeable, con regular capacidad de retención del agua. Un suelo de regular estructura, pesado, compacto, forma en cambio una masa densa, con pocos espacios, pocos grumos y aire, es frío, impermeable e inactivo con gran poder de retención de agua. En los suelos sueltos, cuando las partículas se encuentran aisladas, los coloides faltan por completo, el suelo tiene poco poder de retención de agua, es impermeable, seco y poroso, sus sales minerales son fácilmente lavables. Asimismo son desfavorables cuando existen diferencias en los distintos horizontes del suelo, p.e. con intercalación de capas salitrosas o impermeables.

De lo dicho se explica que el clima del suelo es regido principalmente por la estructura de este. Podría decirse que es la resultante de la estructura del suelo y del clima general. Además, los factores del clima del suelo se influyen mutuamente. El elemento más importante del suelo es el agua, es de suma impor-

Dado que la aspersión se asemeja en ciertos aspectos a una lluvia natural, podría pensarse que también favorecería la destrucción de la estructura de los suelos. Algunos ensayos (Freckman) han demostrado en cambio que la aspersión recorta actúa en forma perjudicial cuando se suministra más de 1,5 cm de agua por minuto. Normalmente solo se llega a 0,17 - 0,35 cm.

Si por cualquier causa, las plantas sólo tienen raíces superficiales y poco extendidas, grandes precipitaciones, ante todo si el riego en exceso, pueden ablandar el suelo en tal forma que las plantas pierden su soporte, se inclinan o caen. Esto ocurre especialmente con vientos fuertes. El suelo pierde su consistencia a lo largo de las surcos principalmente y las raíces no se introducen más en forma normal en el suelo. Con la aspersión difícilmente puede ocurrir una inclinación. El humus, un complejo de sustancias orgánicas dispersas de gran importancia para el suelo y el crecimiento de las plantas, también puede ser influenciado por el agua. Estos factores en la temperatura, el aire, contenido de agua etc. A su vez el humus influye la temperatura del suelo por su calor. Lo hace más suelto, permeable aumenta la capacidad hídrica, absorbe sustancias nutritivas y forma sustrato para el desarrollo y la actividad de los microorganismos. Como el agua suministrada por los métodos comunes de riego actúa negativamente sobre los factores precitados, influye así mismo indirectamente sobre el humus.

El tipo de riego también tiene gran influencia en los componentes vivientes del suelo: raíces, flora y fauna. Estos últimos juegan el rol importante en la formación del suelo en la descomposición de sustancias orgánicas a humus y CO<sub>2</sub>, en la transformación de sustancias complejas en simples, asimilables por las plantas, e influye indirectamente sobre la estructura de suelo. Un suelo sin microorganismos es muerto, estéril.

La mayor parte de las bacterias requieren aire y cierto contenido del agua que no debe exceder 60% de la capacidad del suelo. En el riego por inundación, corriente o infiltración especialmente cuando el suelo es poco permeable y el drenaje no funciona...

vitales de los seres vivientes del suelo. Así los alfalfares, a pesar del abundante riego, dan menos rendimiento y desde lejos se aprecia su coloración amarillenta. A raíz del exceso de agua, las bacterias nitrificadoras no pueden cumplir su cometido. De ello se deduce que la aspersión debe actuar beneficiosamente sobre los microorganismos.

El riego no sólo actúa sobre las partes superficiales de la planta, sino también sobre las raíces. Una humedad reducida, pero aún suficiente, obliga a las raíces a desarrollarse con mayor intensidad. Cuanto más amplio sea el sistema radicular tanto mayor será su superficie de absorción y con mayor facilidad resistirá la planta a eventuales sequías. Si la napa freática se encuentra muy alta e las plantas extraen suficiente cantidad de agua de las capas superiores, el sistema radicular se desarrollará superficialmente. El mismo fenómeno se produce cuando en los primeros periodos de crecimiento sólo se humedecen las capas superiores del suelo, no procediéndose luego al riego constante durante el periodo vegetativo y en forma siempre mayor. Las necesidades de agua van aumentando con el desarrollo de la planta. Es claro, que con el agragado de agua se modifica el sistema radicular. Tanto la aspersión como el riego común pueden actuar desventajosamente sobre las raíces; si bien se humedece uniformemente el agua llega a poca profundidad. Sin dicho riego, las raíces se ramificarán en forma más superficial y el espacio de absorción será menor. En el segundo caso, el agua penetra a mayor profundidad, pero no será tan bien distribuida.

En Alemania se ha implantado en el cultivo de alfalfa la siguiente práctica: antes de la siembra y después del nacimiento de la planta se riega por aspersión. Luego se suministra

muy poca agua, aunque las plantas se crezcan como fuera de casa para que formen raíces profundas. De esta manera se consigue que la planta cubra sus necesidades no sólo con el agua del riego, sino también de la capa freática. Con los otros sistemas existe el peligro que las plantas, al no desarrollar raíces profundas por recibir excesiva cantidad de agua en el estado de plantula, crecen en forma despareja. Las raíces cuya función es la de proveer la planta de agua, materia nutritiva y fijarlas en el substrato, reaccionan fuertemente ante el contenido de aire, calor, estructura

La aspersión desde el punto de vista del rendimiento bruto, puede ser considerada como la forma más perfecta de riego. No sólo tiene las ventajas de la lluvia natural, sino permite "hacer llover" cuando el agricultor lo crea necesario. Para la vida de la planta, la distribución de agua durante su desarrollo es tan importante como el monto del suministro. La aspersión permite un suministro que responda a las necesidades fisiológicas de la planta, las características del suelo y del clima del año respectivo.

La experiencia y la ciencia han comprobado que la aspersión es superior a cualquier método común en uso. En Italia se han instalado en los últimos años miles de equipos para aspersión de todo tamaño. Ensayos practicados en los EE.UU han dado como resultado la aspersión aumentos de rendimiento, en remolacha azucarera de 17 a 30 toneladas, en zanahorias de 3,5 a 9 toneladas, en alfalfa de 2,5 a 4 toneladas, por acre respectivamente. Haber alcanzado en plantas comunes aumentos de 100%, en hortalizas hasta 300%. Freckman obtuvo en años muy lluviosos aumentos de 60% a 100%. No es necesario añadir argumentos en favor del riego.

Visto e expuesto podría creerse que el riego en el Mediterráneo prehistórico y el riego milenario en el Lejano Ori

hayan producido graves daños al suelo. Pero a este respecto hay que decir que en el Mediterráneo, los rendimientos eran mucho menores de lo que los antiguos escritores citan en general. La población era además mucho menos densa que actualmente. A raíz de la riqueza forestal el clima era más húmedo. El riego era entonces en aquella época nada más que un suplemento de la lluvia natural. En el lejano Oriente, la India etc. muchas desventajas fueron reducidas por la rotación de los cultivos y una intensa ganadería, productora de un buen abono natural. La India, regando grandes superficies, trabaja desde tiempos inmemoriales con un fuerte abono verde. Además, la humedad y los vientos que soplan antes de la entrada de los monzones, influyen en forma favorable sobre la estructura del suelo. Es de suponer que los antiguos países, agricultores del riego, se practicaban su agricultura en forma de rotación, sino que mantenían una especie de rotación combinada casi con producción de forraje, ganadería y como consecuencia, producción del estiércol natural.

Sólo más recientemente se han presentado en muchas zonas los efectos nocivos del suministro excesivo del agua. Grandes superficies, por ejemplo del Egipto, California y extensiones menores en Italia, como también en nuestro país, se han transformado, debido al riego excesivo y en parte por la incorporación de sales, en campos inútiles para la agricultura. En Europa, se han regado hasta ahora principalmente suelos que eran más pobres, mejor aireados, más permeables, livianos y que conservan más fácilmente por mayor tiempo su estructura. Suelos pesados fueron mejor regados ya que, como tienen un mayor poder de retención, es decir también son más ricos en períodos de sequía no muestran con tanta evidencia los síntomas de producción por efecto del riego.

como los suelos livianos.

Hace ya mucho tiempo que se concieron los efectos negativos del exceso del agua en suelos pesados. En principio en estos casos se debería instalar el riego sin construir los desagües correspondientes. Por haberse realizado hasta ahora las principales investigaciones en zonas donde el riego no es condición indispensable para el crecimiento vegetal, sino un complemento del riego natural, no han aparecido en forma evidente los inconvenientes precitados. Puede afirmarse entonces que la aspersión representa la forma ideal del riego.

Resumiendo resultan, de lo expuesto en los cuatro capítulos precedentes, las siguientes ventajas fundamentales de la aspersión, ordenadas de acuerdo al su importancia:

- 1) Ahorro de aguas; las pérdidas se reducen al mínimo y la distribución es lo más uniforme posible, aumenta por consiguiente la superficie cultivable y se puede reducir la sequedad del turno, eliminando el común período de sequía entre un suministro y otro.
- 2) Utilización de aguas subterráneas; Por razones económicas, esta era antes poco menos que prohibitiva para el riego.
- 3) No se requiere la nivelación del terreno, que incide en forma preponderante sobre el costo.
- 4) La mecanización se hace posible sin limitaciones; No se requiere canales ni acequias.
- 5) Aumento del rendimiento por razones fisiológicas.
- 6) El dosaje puede calcularse al az, según necesidades de la planta.
- 7) Aprovechamiento integral de la superficie cultivada (supresión de canales, surcos etc.)
- 8) Irrigación fertilizante lucha contra plagas y heladas (como aplicación adicional)

C A P I T U L O   I V

ASPECTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DEL RIEGO

POR ASPERSIÓN

El desarrollo reciente del riego por aspersión ha seguido dos caminos regidos por puntos de vista diferentes que, reunidos luego, dieron como resultado el riego por aspersión moderno.

Por un lado, se ha tratado de encausar el agua en los canales y surcos en cañerías, para evitar las grandes pérdidas.

A este fin sirvió la cañería usada en Italia que con el propósito mencionado transportó el agua al terreno en caños. El suelo, sin embargo, sigue recibiendo la agua que antes, es decir escurriéndose por la superficie. El segundo camino era tratar en lo posible de imitar la lluvia natural, aprovechando sus ventajas. La distribución de abonos orgánicos por medio de tubos de goma con picos pulverizadores bajo presión resultó ser la primera aplicación en mayor escala del referido principio. Por primera vez alrededor del año 1900, la ciudad Pörmann utilizó sus desagües para distribuirlos a presión en mangueras y caños como irrigación fertilizante. En el transcurso del primer decenio, se comprobó que la utilización de caños era más ventajosa que la de mangueras y accionamientos angulables.

Desde aquella época, el principio del sistema ha variado, pero el perfeccionamiento técnico, en lo que respecta a cañería y surtidores, ha llegado al máximo. Este desarrollo tuvo lugar preponderantemente en Alemania. Más tarde siguieron en el mismo sentido otros países europeos, especialmente Italia, basándose casi siempre en las instalaciones tipo, construidas por varias casas alemanas. En los Estados Unidos, la aspersión se inició alrededor del año 1920, en California, llegando a tener gran importancia en los montes frutales, los viñedos, hortalizas, tabaco, algodón, etc. A pesar de tener en este país ya un gran desarrollo, los regadores y caños aún utilizados son del tipo

muy anticuada, de escaso rendimiento, eficiencia y manejo poco práctico. También Sudáfrica, Africa Oriental (para el café), Colonias francesas en Africa (para bananos) y Australia, están desarrollando desde hace unos veinte años intensamente el riego por aspersión.

Si bien la técnica ha alcanzado casi el más alto grado de perfección, hasta ahora se dispone de escasos ensayos científicos que hayan estudiado las causas de la influencia ventajosa de la aspersión sobre suelo y la planta en general. Abrese aquí un extenso campo para los investigadores, principalmente en la Argentina. Pero lo que la práctica ha demostrado, es que dichas influencias son favorables.

Una vez comprobada la bondad del sistema, los técnicos se han dedicado a su perfeccionamiento, aumentando la eficiencia del equipo, de los regadores y de la cañería. Se puede decir que los regadores rotativos de giro rápido son los antecesores de los regadores modernos de largo alcance. Su aplicación, a igual que todos los tipos arriba citados, se limitó a los jardines y parques. El más conocido, la Cupla de Agua, tiene un radio de acción de maximalmente de 20 m. pero de una distribución de agua muy desuniforme.

Estos no tienen aplicación en la agricultura y por consiguiente interés económico, debido a las mismas razones dadas para los caños y picos rociadores.

Los surtidores rotativos para superficies grandes de giro lento solucionaron el problema económico que se presentaba en la aspersión. Se debe a Horten quién, en 1925, manifestó por primera vez la idea de construir regadores de máximo alcance

y con giro automático. Todas las fábricas especializadas iniciaron desde entonces una actividad intensa, produciendo los más variados tipos. Los problemas que se presentaban a los constructores eran en primer lugar, como producir el giro automático lento y constante. En lo sucesivo, para todo nuevo regador que se quiere desarrollar, deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Giro automático.
- b) Distribución uniforme del agua.
- c) Alcance máximo.
- d) Regulación de velocidad sencilla, y
- e) Absoluta sencillez en la parte constructiva y su manejo.

Llenando el regador estas condiciones, tenemos la garantía de funcionamiento absolutamente correcto y seguro.

**Cañones regadores.-**

Si se dispone de caudales de agua muy escasos, los surtidores rotativos de acción continua no son utilizables, pero su alcance no llega a ser lo suficientemente grande para hacer la aspersión económica, limitándose su uso a caudales mayores de 10 a 12 m<sup>3</sup>. Además, para ciertos cultivos, la densidad de lluvia caída es excesiva. Como ya habíamos mencionado, la cantidad precipitada por los regadores giratorios varía de 6 a 12 mm/h.

Bajo muchos puntos de vista, se idearon los cañones regadores que reúnan una serie de posibilidades de aplicación. El principio del cañón consiste en un regador rotativo que lanza el agua en forma pausada, precedido de un depósito de agua o de un tanque de compresión donde - a medida que el agua va llegando - el aire contenido se comprime hasta que la presión en el tanque sea igual a la disponible en la cañería.

- a) Su aplicación está dada preferentemente para caudales pequeños.
- b) Como consecuencia, la cañería, la bomba, el motor y su potencia exigidas, son de dimensiones pequeñas, reduciéndose notablemente el costo de toda la instalación.

- c) Uso especial para cultivos que requieren lluvias finas y escasas (p.ej. almecigos). La cantidad de agua suministrada puede reducirse a  $1 \text{ mm/hora}$ , equivalente a una llovizna fina.
- d) Ideal para el riego nocturno. Graduando la bomba fácilmente se puede dejar durante toda la noche trabajando sola en un lugar.
- e) Es posible utilizar el cañon como pulverizador para combatir las enfermedades de las plantas (viveros, frutales, etc.). De esta forma, el tiempo requerido para estos trabajos se reduce en forma notable, y en algunos casos comprobados hasta un 80%

En la instalación moderna, podemos diferenciar tres tipos de instalaciones: la móvil, la semifija y la fija.

a) Instalación móvil.- Se compone: 1) de un equipo tubonda que recorre la fuente de agua (canal, río, lago, acequia, etc) extrayendo en diferentes puntos el agua o de un tractor con bomba centrífuga montada.

2) de la cañería móvil: unida directamente a la bomba. Su longitud está determinada por las dimensiones del terreno. El principio fundamental que rige este sistema es cubrir una superficie máxima posible con un equipo reducido, trasladándolo de una posición a la otra, ahorrándose mucha cañería. Pero, condición previa para poder aprovechar dicho sistema, es la existencia de una fuente de agua extendida a lo largo del campo considerado.

La limitación de su uso está dada por la extensión del campo. Sea la superficie grande o chica, el turno siempre será el mismo, es decir si queremos regar  $\sphericalangle$  la superficie, debemos aumentar las dimensiones de la cañería en diámetro y longitud y el tamaño de la bomba, elevando notablemente el gasto de trabajo.

Llega entonces el momento en que este equipo se ve anti-económico. Las superficies máximas que se riegan con esta instalación oscilan entre 40 y 60 ha, lo que representa un caudal

de hasta 150 m<sup>3</sup>/h aproximadamente.

Casos en que se recomienda:

- a) Para extensiones pequeñas.
- b) Cuando la fuente de agua es extendida.

Es poco conveniente para cultivos intensivos (huertas, viveros, etc.) donde los continuos traslados de la cañería puedan producir daños en las plantas.

b) Instalación fija:- La motobomba se encuentra fija sobre una fuente de agua, generalmente en una casilla. La distribución del agua se realiza por cañería subterránea sobre la cual, a distancias calculadas previamente, se encuentran las tomas o hidrantes para acoplar directamente el regador. El trabajo se reduce aquí al traslado de los regadores y a la apertura y cierre de las llaves exclusas. Es el sistema con el menor gasto de trabajo. La densidad de la cañería está en relación indirecta al radio de acción de los surtidores. Conviene por esto surtidores de máximo alcance. Pero aún así, la cantidad de cañería exigida es <sup>tan</sup> elevada que, juntamente con los hidrantes, tan caros como los caños subterráneos, eleva el costo a sumas prohibitivas para la mayoría de los cultivos en nuestro país. El escaso trabajo que ocasiona la instalación mencionada disminuye dicha desventaja. Sólo en cultivos muy valiosos como almácigos, campos experimentales etc., es tolerable ese gasto.

c) Instalación semifija: Demuestra ser la óptima. Reune en un sólo sistema, en parte la cañería fija y móvil. Posee las ventajas de ambos métodos anteriores en la forma más aceptable, eliminando al máximo posible los defectos. Podría

llamarlo un híbrido entre ambos.

La motobomba fija distribuye el agua por la cañería subterránea hacia puntos estratégicos de toda la superficie, desde donde la móvil se encarga de llevar el agua sobre el terreno. Se ahorra una gran cantidad de cañería fija del sistema anterior (40% a 80%). El trabajo de cañería móvil sólo representa el 8% del tiempo del riego. La presión de trabajo necesaria y el gasto de trabajo son algo mayores, pero no guardan ninguna relación con el ahorro de cañería.

El ahorro en longitud de cañería subterráneas del sistema fijo al semi-fijo, representa un 75%. La disminución de cañería móvil es del 57% de la instalación móvil a la semi-fija.

A la notable reducción del costo que representa la disminución de la cañería subterránea en una instalación semi-fija, se agrega el ahorro de trabajo en la parte móvil, por menores longitudes y diámetros de caños transportables.

Los costos de instalación entre los tres sistemas guardan la siguiente relación promedio, tomando por base datos extranjeros, por falta de aquellos en nuestro país:-

Instalación móvil	Instalación semifija	Instalación fija
1	1,7	3

En una instalación semifija, la cañería subterránea representa aproximadamente el 60 al 70% del costo total.

Por estas razones, la instalación semifija es el mejor sistema para superficies grandes y el indicado para nuestro país.

En la elección de la cañería deben reunirse las condiciones hidráulicas y económicas óptimas. Desde el primer punto de vista, los grandes diámetros son los más convenientes,

a lo que, sin embargo, se enfrenta el costo del material y su manejo dificultoso debido al excesivo peso que representa p.ej. un caño de 6 m. de longitud, de 155 mm = 47 kg. La pérdida de presión p.ej. para 70 m<sup>3</sup>/h en un caño de 155 mm. es de 0,5 m. y en uno de 105 mm. de 4,5 m. por cada cien metros lineales de cañería. Pero el peso también ha aumentado de 26,5 kg a 47 kg.

A pesar de ser la pérdida de carga por fricción casi diez veces mayor por 105 mm, su incidencia ínfima en el costo la hacen desaparecer ante el sorprendente aumento de 20, kg. de peso por 6 m. de caño.

En la elección de la bomba se calculan las fórmulas comunes y las características que debe tener la bomba a usarse. Conociendo las particularidades de cada tipo, sea centrifuga de eje vertical, horizontal sumergible o a pistón, lo cual también depende de la clase de energía disponible, hay que adaptarlas al caso en discusión.

En la elección del motor influye la clase de energía disponible. La eléctrica siempre es preferible. Su manejo es más sencillo y seguro, no hay trabajo con el combustible (compra, transporte etc.) y la manutención es más barata y sencilla. Al usar corriente eléctrica como fuerza motriz, hay que cerciorarse antes de instalarla, que se disponga de una tensión constante para evitar calentamientos excesivos. La transmisión del motor a la bomba es generalmente directa.

Si no se dispone de energía eléctrica, el substituto debe ser el combustible líquido, usando preferentemente motores Diesel. Por lo general, en este caso la transmisión no puede ser directa y se hará con correas de variado tipo.

Resulta aquí interesante el uso del tractor como fuente de energía. La bomba centrífuga puede montarse sobre un tractor, con transmisión mediante correas hacia la polea o directamente si las revoluciones corresponden a las de la polea. Se crea aquí la posibilidad de usar el tractor mientras no sea aprovechado para los cultivos, e de servirse de tractores adicionales.

Si el equipo es fijo, debe asegurarse una buena base (fundación de hormigón armado) y protegerlo de la intemperie con una casilla.

El manejo del riego por aspersión es sencillo y rápido. Cualquiera peón con un poco de práctica puede transformarse en un perfecto encargado de su manejo, pero siempre bajo cierto control para no excederse en las dotaciones. La rapidez es evidente: si por inundación se riega p.ej 1 ha por día, con la aspersión en las mismas condiciones, se llega fácilmente a 2 ha.

Es innecesario que el encargado de la instalación dedique toda su jornada diaria a la atención de aquella. Debería adjuntarsele otra persona a fin de que trabajen en turnos. Este aumento de personal no significa de manera alguna un recargo por el establecimiento. El tiempo necesario para el traslado de la cañería varía de 15 a 12% del tiempo de riego total. Tomando el tiempo de una posición de cuatro regaderas de cualquier tipo, que funcionen conjuntamente p.ej. 2h.30', el tiempo que debe dedicarse al traslado son (12%) 18 minutos. En un día de trabajo de 16 horas, son casi 2 horas. Para mayor seguridad tomemos 4 horas. Cada peón encargado tendría entonces seis horas disponibles para cualquier otro trabajo.

Una vez que el personal haya adquirido la práctica, el manejo no presentará ninguna clase de dificultades debidas

a su absoluta sencillez y rapidez.

Antes de instalar riego en una zona, es fundamental como en toda empresa, realizar un estudio económico. A tal efecto siempre será necesario, una vez calculado el costo de la instalación, determinar el valor de la mayor producción obtenida. Esta debe ser de una magnitud suficiente para amortizar las inversiones en un plazo no muy largo y cubrir los gastos que ocasiona el equipo.

Pero <sup>no</sup> es suficiente tener asegurada la economía por el mayor rendimiento: una instalación de riego por aspersión debe proyectarse con todo el conocimiento científico y técnico que tenga a disposición.

El proyectista deberá tener en cuenta toda una serie de factores fundamentales y darle al agricultor todas las instrucciones necesarias que deberá cumplir en su propio provecho. Más aún, debemos dejar prevalecer todas las cuidados posibles en el proyecto de riego, teniendo en cuenta con que valioso elemento estamos trabajando, principalmente en las zonas áridas.

Por consiguiente, cada proyecto debe contener dos partes, ambas estudiadas y confeccionadas por el técnico: una que abarca los cálculos para obtener la instalación económicamente óptima equilibrando todos los factores que influyen, y otra destinada al agricultor, en la cual el técnico le debe enseñar cómo manejar en forma racional su equipo para obtener con absoluta seguridad los mejores rendimientos. La completa sencillez del sistema en un manejo práctico no le ocasionará ninguna clase de dificultad al hombre del campo para su aplicación.

Para el técnico, pueden presentarse tres casos

completamente diferentes en los que el riego por aspersión puede encontrar su aplicación:

1.- **Caso más ventajoso:**- Cuando es imposible realizar cultivos sin riego. En estas zonas, se suma generalmente a las pocas precipitaciones, la escasez de aguas superficiales y subterráneas. Es pues el terreno indicado para implantar por aspersión sustituir además los antiguos sistemas desperdiciadores de agua existentes. Entra aquí también el caso de zonas, donde el aprovechamiento del agua con riego por filtración o corriente ha llegado al máximo y se quiere aumentar la superficie regada, lo que sólo se consigue ahorrando agua.

2.- Cuando la humedad de la zona considerada permite cultivar sin riego, pero sin llegar a un rendimiento económico alto. La aspersión puede producir este aumento, pagándose en pocos años la inversión.

3.- En el caso en que en la mayoría de los años la producción es normal, pero uno de sequía intensa aún parcial, puede originar pérdida de la cosecha. Puede suceder que una instalación resulte económicamente favorable por el sólo hecho de salvar la cosecha del año en cuestión.

La instalación debe responder en cada momento y para todas las posibilidades que se presenten a las necesidades del establecimiento. Si no ocurre esto, el capital invertido no aportará la utilidad económica. El equipo no llena su fin si se calcula una dotación baja, creyendo que junto con lluvia es suficiente y en un año esta no se presenta en forma normal. El equipo no podrá rendir más que para la dotación calculada. Están y muchas otras fallas pueden ocurrir si no se tienen debidamente en cuenta todos los factores.

Dictamen sobre las fuentes de agua y su disponibilidad es el punto de partida. El perfecto conocimiento de la fuente es decisivo para el cálculo y puede poner en cuestión la posibilidad de colocar la instalación en forma normal.

Con respecto al régimen legal del agua, pueden suscitarse algunas dificultades por el turno y tiempo autorizado para extraer cierta cantidad de agua. Pero, de todas maneras, la instalación debe someterse por el momento a las disposiciones legales.

Luego la dotación y turno de riego o sea la cantidad de agua que se suministrará periódicamente en turnos al terreno, pudiendo expresarse la misma en mm, m<sup>3</sup>/h o l/seg. por hectárea para reponer lo desaparecido.

Las horas de trabajo son función de la superficie a regar, de las necesidades de los cultivos y del capital que se pueda invertir.

Referente al tipo y número de regadores el problema principal que se presenta es la forma de llevar el agua al campo en la forma más económica con el mínimo gasto de trabajo, longitud y diámetros de cañería y con la mínima fuerza motriz.

---

CAPITULO V.

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

EN LA ARGENTINA

La solución del problema del riego en nuestro país no solo atañe a la obtención de agua, sino que es condición indispensable encontrar el sistema de riego que provea de tan valioso líquido en la forma más racional a aquellas regiones cuyas precipitaciones son recuidas y anormalmente distribuidas.

Las únicas fuentes aprovechables para el suministro adicional de esas zonas serían: la lluvia artificial, las aguas superficiales de los ríos, embalses etc. y las aguas subterráneas.

La "lluvia artificial" la que no se llegó a producir en forma útil y en caso de lograrse resultados positivos, tendrá pocas probabilidades para lograrse resultados positivos, tendrá también escasas probabilidades para su aplicación en nuestro país.

Las aguas superficiales disponibles ya se están utilizando en sumo grado sin embargo, de ninguna manera son suficientes, por lo que deberá recurrirse a la captación de las aguas subterráneas con fin de aumentar la superficie cultivada.

En cuanto a los métodos de distribución y aplicación del agua de riego, ya se ha tratado extensamente sobre sistemas comunes de actual aplicación en nuestro país, por todos conocidos y sobre la aspersión. El riego por filtración subterránea que, a primera vista, parecería ser un método muy ventajoso. Este no es sino el sistema por filtración común con la substitución de los surcos en la parcela por conductos tubulares subterráneos, manteniéndose los canales distribuidores de agua.

Si bien este sistema ofrece ventajas (eliminación de pérdidas, no hay encrustamiento superficial etc.) las dificultades que presenta no lo hacen aplicable en gran escala en nuestro país. Si se utilizan conductos subterráneos de diversos materiales (a cada 1 a 2 m) se eleva enormemente el costo. Construyendo en

cambio los conductos en el suelo mismo por medio del arado topero, no hay seguridad en la distribución, además de ser solo aplicable a suelos de textura determinada. Ambas formas de riego por filtración subterránea presentan otra serie de inconvenientes cuyo detalle no es el objeto del presente trabajo.

Queda entonces, como unico método que podría emplearse con éxito en la Argentina, el riego por aspersión cuyas características ya conocemos. Escaso número de instalaciones del sistema han pasado aquí hasta hace pocos años de su aplicación reducida en parques, jardines y canchas de golf polo etc. Por lo general, ellas responden al tipo fijo, pero con rociadores de un radio de acción nunca mayor de 20 m y con caudales máximos de 10 a 3/H. En la agricultura y en gran escala, poco ha sido aplicado, excepción hecha de algunas casos aislados.

Si bien se trata de un sistema en principio conocido, la forma amplia como puede realizarse hoy es completamente nueva. El primer caso de su aplicación sobre cultivos de que tengo noticias es la instalación efectuada en 1941 en la Estación Experimental de La Banda (Stgo. del Estero) para riego de guayule. En aquella oportunidad se utilizaron rociadores del tipo arriba mencionado y caneria móvil de fibrocemento con juntas Gibault y Simplex, con todos los inconvenientes conocidos como ser fragilidad de los caños, traslado lento debido al peso de estos y al tipo de juntas, etc. Las dificultades existentes para impotar el material adecuando durante la guerra hicieron necesaria dicha solución.

En general puede decirse que la aplicación del sistema de riego no debe regirse unicamente por el costo, sino por el balance entre las cantidades de agua necesarias y disponibles. Si la inversión se amortiza dentro de un plazo aceptable, es aconsejable cualquier gasto en las zonas necesitadas. Es así como en California, Sud-Africa

Europa y otros países se realizan grandes inversiones para explotar los campos fértiles sin suficientes precipitaciones naturales o tal solo para intensificar la producción.

Su aplicación será económica en todas aquellas regiones donde escasea el agua superficial, para aprovechar aguas subterráneas, para regar terrenos accidentados y complementariamente para cultivos valiosos de cualquier lugar.

La aspersión nunca tendrá su aplicación sobre cultivos extensivos (p.ej. cereales, lino, etc.) en las regiones de clima húmedo de nuestro país con índice hídrico positivo (25) que correspondería más o menos limitada al este por la línea de los 50 mm de deficiencia de agua. Solo resulta interesante en esta zona aplicar el riego por aspersión sobre cultivos valiosos y allí donde el valor de la tierra cultivada permita una alta inversión (huertas, floricultura, etc.) en los alrededores de las ciudades). Aquí el riego tendría por función asegurar un rendimiento elevado en períodos secos, aun en los de corta duración. Todos los años se conoce el problema que nos presenta el abastecimiento de hortalizas de Buenos Aires por ejemplo. Este cultivo pagará con creces la implicación de una instalación de riego, asegurando en cada momento el normal consumo de tal elemento nutritivo.

Burgos y Vidal ha confeccionado un mapa de las zonas de deficiencia de aguas con la nueva clasificación climática de Thornthwaite. La zona comprendida entre las líneas de deficiencia de 50 mm y 100 mm en la Argentina se podrá denominar de transición. La agricultura ya no obtiene allí con regularidad los buenos rendimientos, prevaleciendo más bien la ganadería.

Hasta la línea de 300 mm corresponde aproximadamente el clima que Thornthwaite denomina "tipo subhúmedo a seco". La deficiencia de agua ya es marcada siendo necesaria la aplicación del riego

la agricultura para obtener buenos rendimientos económicos. Resultaría interesante aquí la aplicación del riego por aspersión a cultivos regionales, principalmente porque es una zona de poca agua superficial disponible, debiéndose ahorrar la existencia al máximo (Cordoba, Chaco, San Luis, etc.).

Siguen hacia el este las zonas climáticas semiárida y árida, donde el riego es indispensable para poder efectuar una agricultura, rendidora. Dentro de este inmenso territorio que comprende - aproximadamente el 60 a 65 % de la superficie de la República Argentina, por ahora el riego por aspersión tendrá aplicación solo en ciertas partes. No se puede pensar en regar tierras en la Patagonia, a excepción de los valles, primero porque no hay necesidad y luego por el factor clima (vientos intensos) y la gran distancia a centros de consumo.

Las regiones donde más económica sería su aplicación, son las actuales de regadío. Me refiero aquí especialmente a las provincias con muy escasas aguas superficiales como ser Catamarca, La Rioja, Salta, Jujuy, Santiago del Estero, etc. y aquellas donde el aprovechamiento de estas ya ha llegado al máximo, como p.ej. Mendoza y San Juan, donde ha quedado estancada la extensión de superficies de cultivo por falta de agua. Se podía aumentar la superficie cultivable - por el notable ahorro de agua que significa el riego por aspersión y por otra parte, por la inclusión del agua subterránea en el régimen de regadío. Además se aumentarían los rendimientos unitarios debido a las buenas características de este sistema de riego, ya expuestas ampliamente.

En Tucumán, a pesar de las grandes precipitaciones, por su distribución inadecuada, es decir la falta de correlación con el crecimiento de los cultivos y por ser estos últimos muy exigentes,

también se hace necesaria la aplicación del riego adicional. Pero los grandes caudales de agua disponibles en esta provincia no pueden ser desperdiciados; Santiago del Estero, la provincia vecina con gran escasez de agua, debe recibir parte de esa agua. Por lo tanto, también aquí la aplicación de la aspersión es de gran interés.

En Río Negro ofreciese el caso poco frecuente de grandes cantidades de agua superficial disponibles. Resultarían pues aquí los métodos comunes de riego posiblemente más ventajosos.

Con el ahorro de agua obtenido al regar por aspersión, se puede aumentar notablemente la superficie regada en el país, que es actualmente de unas 1.184.000 Ha (27), apenas el 0,6 % de la superficie arable total de nuestro país; la solución para aumentar dicho porcentaje está en el aprovechamiento del agua subterránea como fuente adicional en gran escala y en el riego por aspersión como método de riego ahorrativo.

La utilización de aguas subterráneas se limita en nuestro agro actualmente al uso doméstico, para bebida de los animales y en la agricultura únicamente al riego de quintas y huertas cerca de las ciudades y para algunos otros cultivos de mayor valor. La poca utilización que ha tenido hasta ahora, se debe a varios factores. Su obtención es relativamente costosa si no es precisamente surgente o semisurgente; el caudal de un pozo es siempre reducido, no llegando nunca a tener las magnitudes de los caudales disponibles en una fuente superficial y si en algún momento llega a rendir un caudal elevado, difícilmente se mantendrá constante, más aun cuando en las vecindades se inician igualmente perforaciones. Dada la exigencia de excesivas cantidades de agua para cubrir una determinada superficie con los métodos usuales de riego, es por aquellas causas que no se puede regar económicamente superficies mayores.

Su aprovechamiento económico en gran escala solo lo podrá realizar un sistema de riego que utilice íntegramente el caudal, si

desperdiciarlo, regando la mayor superficie posible.

Nuestro país afortunadamente está dotado en abundancia de aguas subterráneas. Se debe esta riqueza a que gran parte de nuestras ríos se infiltran en el suelo o desembocan en lagunas o bañados para formar las napas subterráneas.

Tenemos así también en La Argentina zonas con agua artesiana (surgente y semisurgente) con muy buenos caudales (p.ej. Mendoza 120 m<sup>3</sup>/h; sud de la provincia de Buenos Aires: hasta 360 m<sup>3</sup>/h. etc.).

La importancia que van adquiriendo las aguas subterráneas en las regiones áridas hoy se refleja en el incremento que alcanzó el riego por medio de pozos en otros países. En EE.UU., Méjico, India, etc. se han instalado ya verdaderas redes de veinte, treinta y más pozos. No hay razón pues que, siendo nuestro país en su mayor parte árido o semi-árido, quede este fuente de agua sin aprovechar.

En el momento de iniciarse una explotación en gran escala se modifica naturalmente el régimen de las aguas subterráneas. Existe el peligro no solo de privar de agua a los vecinos, sino también cuando se realiza en gran escala a provincias enteras.

Por ello, un aprovechamiento de aguas subterráneas sobre una base sana presupone un estudio previo minucioso de <sup>su</sup> régimen con el consiguiente control de su explotación, fundado en un código de aguas. Como ya se mencionó en la primera parte, debe iniciarse desde ya el estudio precitado antes que la explotación irracional y desmedida produzca los perjuicios arriba señalados que pueden tener graves consecuencias regionales.

CAPITULO VI.

ENFOQUE MICROECONOMICO

DEL PROBLEMA

Los costos, que representan el límite económico de la implantación del sistema, podrán ser objetos de estudio en cuanto:

- 1) Costos de instalación
- 2) Costos de explotación.

Entre los costos de explotación se distinguen: fijos y variables. Los costos fijos son los cuales se incurre independientemente del volumen aplicado en el sistema. Incluyen depreciación debida a obsolescencia, intereses, impuestos, almacenaje, gastos de mantenimiento. En algunos casos deben incluirse los cánones pagados por el agua. Debe tenerse en cuenta que dichos costos persisten aun aquellos años en los cuales no se da uso al sistema. Es necesario cubrirlos por consiguiente por los mayores retiros cuando el sistema está en uso. Por ejemplo un sistema de vida probable de 10 años cuyos costos fijos ascienden a \$ 15.00 anuales solo se usará durante 8 años. En este caso los costos a cubrirse por los mayores retiros cuando el sistema está en uso llegarán alrededor de \$ 20.000 anuales. Analizando las erogaciones de los proyectos realizados así como los citados por los tradadistas se podrá afirmar que los gastos de depreciación son los mayores gastos fijos de los usuarios del sistema. Ascienden en general al 35 % de los gastos totales de la irrigación y al 55 % de los gastos fijos. El interés de la inversión es el segundo en magnitud. Los gastos de depreciación junto con los cargos en concepto de intereses llegan a alcanzar la mitad de los costos totales y la nueve décima parte de los costos fijos. Los demás costos fijos solo representan una mínima parte entre los costos totales y fijos de irrigación. Los cargos de depreciación e interés varían directamente con el monto total de la inversión. Dado que estos costos representan una parte tan significativa del total de la inversión del capital, deben reducirse a un mínimo con respecto a la renta bruta del capital. Las relaciones promedio entre los diferentes gastos fijos y totales son las siguientes:

	Porcentaje de costos fijos	Porcentaje de costos totales
Depreciación	55	35
Intereses	36	23
Almacenaje	45	6
Seguro	2	1
Varios	8	5

Los costos variables de irrigación son gastos que dependen del volumen aplicado al sistema. Así por ejemplo cuanto mayor es el número de la unidad de fuerza motriz, de las horas durante las cuales se mantiene en uso el sistema, tanto mayores serán los gastos de fuel oil. Cuando el sistema está fuera de uso, estos gastos se evitan. Los gastos variables incluyen mano de obra, trabajo del tractor, trabajo de los camiones, costos unitarios (fuel oil, filtros de aceite, etc.) y reparaciones menores. Junto con los gastos fijos forman los gastos totales de explotación. La mano de obra representa la mitad de los costos variables y casi la quinta parte de los costos totales. Los costos unitarios de operación ocupan el segundo lugar. Representan el 35 y 13 por ciento de gastos variables y totales respectivamente. Es factible de establecer gastos variables promedio en base de una cierta unidad de suministro de agua sobre una determinada unidad de superficie.

En función de estos datos se pueden determinar los porcentajes de gastos variables y totales

	Porcentaje de gastos variables	Porcentaje de costos totales
Mano de obra	51	19
Gastos unitarios de operación	49	13
Trabajo de 1 tractor	47	12
Trabajo del camión	19	5
Menores reparaciones y varios	9	3

Entre los factores variantes de los costos de explotación influyen el tiempo de funcionamiento del sistema, la extensión de la superficie a irrigarse, la inversión para el suministro del agua, el precio del mercado en el día de la adquisición del equipo, la distancia de la fuente del agua de los campos a regar, y la variación de volumen por minuto en un sistema determinado. El uso de la cantidad mínima de agua resulta un costo comparado por unidad de superficie mucho más elevado que la aplicación de la cantidad máxima. Esto es debido a una distribución de los costos fijos sobre volúmenes mayores de agua. Los costos variables también descienden con el mayor incremento en el volumen, pero llegan a representar una proporción más grande de los costos totales.

El costo de irrigación será también mayor para varios pequeños parcelas de forma irregular en comparación de una parcela de forma regular de la misma superficie.

La variación de la distancia de la fuente de agua incide considerablemente sobre los gastos de fuerza motriz requeridas de bombas a las pérdidas de presión por rozamiento en la cañería por longitud de la misma.

La extensión de la superficie a irrigar incide sobre ambas clases de costos. Los gastos fijos al aumentar con la mayor superficie experimentan un decrecimiento en cuanto se refiere a costos unitarios. Esta tendencia tiene un límite técnico-económico determinado por la longitud de la cañería, que para superficies muy grandes requiere una nueva conducta principal debida a la disminución de la presión en las bocas. Estudios realizados en Europa en base de "grandes números" señalan las superficies de 250 ha. como tal límite. Sobre superficies mayores ya no es posible la realización de instalaciones nuevas con descenso de costo unitario apreciable. Aparte de los gastos de instalación estos inciden en las amortizaciones e i

tereses.

Los mismos estudios señalan la tendencia decreciente de los gastos de consumo después de las 150 has. Es ahí cuando se aprovecha con la máxima utilidad la longitud mínima. La política crediticia es capaz de alterar las sumas de los gastos de instalación y explotación aumentando ligeramente los segundos en favor de los primeros.

Se podría obtener aproximadamente las siguientes relaciones:

	<u>Gastos de Instalación</u> <u>Gastos de funcionamiento</u>
Sin auxilio crediticio	1,26
Con auxilio crediticio	0,94

Los estudios de los costos comparados de los dos sistemas de irrigación demuestran la preferencia definitiva en algunos casos por los métodos de superficie considerando en otros dicho método totalmente inaplicable. En vista de lo antedicho el problema económico del riego por aspersión se divide en dos categorías. En una la aspersión es el único método de irrigación factible y el problema es simplemente aquel de la posibilidad económica del riego por aspersión. En el otro ambos métodos son posibles y el problema se dobla. Se trata de aclarar si la irrigación es factible económicamente y cual de los dos métodos es el más ventajoso teniendo en cuenta los costos.

Cualquiera consideración sobre costos comparados debe basarse en el costo total anual, cuyos componentes, ya mencionados se deben investigar analíticamente. Así para las reservas por el interés del monto total de la inversión y para la depreciación se debe considerar una tasa igual para ambos sistemas. Para la determinación de la tasa de depreciación es necesario considerar los siguientes factores: Horas de uso por temporada, número de movimientos laterales por temporada, características del agua y comúnmente aun de mayor potencia el elemento humano. Ejemplo ilustrativo es el estudio real

zado por el departamento del Interior de los Estados Unidos demostrando que mientras en algunos estados de los grandes litorales se usó el equipo 2 o 3 veces por año en el Sudoeste se llegó a usarlo hasta 20 veces provocando una variación regional apreciable en la tasa de depreciación. En una instalación portable es presumible que los caños laterales tendrán una vida útil de aproximadamente 15 años. Partes de los regadores se gastaran naturalmente con mayor rapidez que el resto del equipo. La vida probable de la instalación subterránea se podrá estimar en 40 años. Una tasa de interes de 5% sería adecuada para la inversión inicial. El departamento del Interior completó estas consideraciones aplicandos para casos concreto en la irrigación de 80 acres en los estados del Noroeste del pacifico con condiciones climáticas similares a regiones del Cen<sup>tro</sup> argentino.

Estimo la Mano de Obra en "\$" 1— por hora serian necesarios "\$" 660.— en concepto de Mano de Obra para mover las laterales en las 80 acres lo que resultaria un promedio de  $\frac{660}{80} = "$" 8,25$  para cada acre de aplicación. La Mano de Obra es reductible a un minimo por la aplicación de los caños extralivianos con acoplamiento "Cardan". En una linea de 40 pies de largo el costo estimado de la energia seria de 1,25 por kilowattio hora, luego el costo para la temporada es igual a  $30 \times 746 \times 1760 \times 0,125$  u\$s. 492.—. Esto asciende a \$ 6.15 por acre. Los escasos datos disponibles hacen suponer que los gastos de mantenimiento y reparación no excederian el 20% de la Mano de Obra para el traslado de los laterales. Eso equivaldria a \$ 132.— para las 80 has. o sea a 1,35 por acre. De lo antedicho resulta el siguiente costo anual de riego por aspersión:

	Costo anual por acre	Costo total anual
Interes y depreciación	u\$s 13.50	u\$s 1.080
Mano de Obra	" 8.25	" 660

Fuerza Motriz	u\$s 6.15	u\$s 492.--
Manutención	" 1.65	" 132.--
	<hr/>	<hr/>
	u\$s 29.55	u\$s 2364.--

El costo anual del riego por metodos de superficie se estimo para los 80 acres en comparación con la descripta. No se estimo depreciación para la nivelación de la tierra y preparación de surcos. La vida de la estructura concreta se calcule en 30 años y se estimo una duración promedio de 30 años.

	Costo total	Tasa porcentual	Costo anual
Nivelación	5.280.--	5	26.400.--
Surcos	1.256.--	5	6.280.--
Estructura	452.--	8	3.616.--

La Mano de Obra para el suministro de agua se estimo en 1.75 horas acre. Esto a \$ 1.-- por hora asciende a 17.00 por acre o sea a 1.400.-- para la parcela por temporada. La manutención anual de los surcos y estructuras esta estimada en \$ 2.25 por acre o sea \$ 180.-- por la parcela. Se estima que un derrumbe anual y pequeños trabajos ocasionales de nivelación costarán un promedio de \$ 2.-- por acre por año o sea \$ 1.60 en total. Así se llega a los siguientes resultados:

	Costo anual de riego por acre	por superficie total
Interes y depreciación	4.85	388.--
Mano de Obra y suministro de agua	17.80	1.400.--
Manutención	4.25	340.--
Total	<hr/> 26.60	<hr/> 2.128.--

Finalmente la tabulación de los costos comparados de ambos sistemas será la siguiente:

	Riego por superficie	Aspersión
Interes y depreciación	13.50	4.85
Mano de Obra	8.25	17.50

Fuerza motriz	6.15	---
Mantenimiento	1.65	4.25
	<u>29.55</u>	<u>26.60</u>

En una zona subhúmeda los costos serán los siguientes:

Aspersión	Riego por superficie
18.75	19.60

La relación aquí fué 0,9 desfavorable para el riego por aspersión.

Comparaciones efectuadas entre el riego por filtración y de riego por aspersión en Italia arrojaron para zona de Affi y Rivoli las siguientes cifras:

		Infiltración	Aspersión
Superficie regada	ha	600	600
Caudal absorbido de la toma	l/sec	600	200
Presión Media	m	55	85
Potencia instalada	kW	510	260
Consumo anual de energía	kWh	1.280.000	650.000
Red de distribución	m	29.200 (canales)	11.100 (caños)
Caudal de la red capilar	l/seg	200	5,5
Costo red de distribución	millones	131	60
Costo: equipo regadores y cañería movil de bombeo		---	18
" Maquinaria eléctrica	millones	27	12
" total de instalación	"	171	104
" de nivelación	"	38	---
Costo total de inversión	millones	<u>209</u>	<u>104</u>
Costo anual de energía		10,3	5,2

Extracto de "Studi e Atti", revista tecn.ofic.ital.agosto 1950)

En vista de los escasos proyectos realizados hasta la fecha en nuestro país, la variabilidad de los costos en función de la oscilación del poder adquisitivo del peso argentino, y de la fluctuación cambiaria solo es posible obtener costos estimados, para las instalaciones de riego por aspersión en la Argentina. Entre las instalaciones móviles que

emplean aguas subterráneas se realizó estudios para hortalizas cerca de la ciudad de Mendoza calculando una inversión por ha. de \$ 4.000.-- Un segundo proyecto para el riego de frutales en el dpto. de San Rafael arrojó una cifra igual.

Los costos de instalación móvil de los proyectos basados en el aprovechamiento de rios, canales y acequias existentes, con equipos portátiles varían según los casos entre \$ 1.500.-- a 4.00.-- por hectáreas. La extensión de las superficies así como las clases de cultivo varían considerablemente cada proyecto. Pero considerando la dotación requerida, las clases de fuente de agua y la longitud de la cañería en función de las características regionales y de los cultivos se podrá obtener para los mismos un costo promedio por hectáreas que desviaría poco de los que se detallan a continuación:

Lugar	Clase de cultivo y Superficie a irrigar	Costo por Ha.
Pedro Luro (Pcia. Bs. As.)	64 ha. de alfalfa	\$ 1.800.--
Mendoza (Corcemar)	50 " de forestales	" 1.650.--
Baradero (Pcia. Bs. As.)	21 " de hortalizas	" 3.200.--
Moreno "	50 " de "	" 2.500.--
Formosa	4 " de bananeros	" 4.800.--
Villa Alberdi (Tucuman)	84 " de alfalfa	" 1.900.--
Monteros (Tucuman)	20 " de hortalizas	" 1.600.--
Coronda (Sta. Fé)	30 " de frutillas	" 3.500.--
Colonia Santa Rosa (Ruta N° 3 Bs. As.)	15 " de hortalizas	" 1.600.--
Las instalaciones semifijas basadas en las condiciones anteriores costarían entre \$ 3.000.-- a \$ 7.000.-- por hectárea:		
Km 74 (Pcia. Bs. As.)	10 ha hortalizas	\$ 5.400.--
Burzaco "	7 " "	" 3.000.--
Moron "	54 " frutales	" 5.500.--
San Martín (Pcia. Bs. As.) riego y protección contra heladas de 1 ha. de hortalizas y riego de otras 3 ha. de hortalizas \$ 4.700.--		

La composición analítica del costo total primer término de la razón que represente el rendimiento por hectarea resultaría para un caso típico de 50 ha. de alfalfa en la provincia de Buenos Aires alimentada con aguas subterráneas:

- 1) Tubería de aspiración (compuesta de: manguera, válvula de pie, bulones y bridas) 2.500.--
- 2) Motobomba (motor Diesel de aprox. 50 HP-Bomba centrífuga horizontal Q: 143 m<sup>3</sup>/h H= 45 m) 90.000.--
- 3) Accesorios de elevación (Tees, llaves esclusas, piezas de unión, codos, bulones y juntas) 2.5000.--
- 4) Cañería y regadores (aprox. 150 caños de fleje de acero de 105 mm, Tees, 4 regadores 22 mm tripodes, tapones) 25.000.--

Los estudios analíticos de los costos arrojaron las siguientes cifras para proyectos realizados en los últimos 5 años en la Argentina:

Para un equipo proyectado en base de datos existentes para una superficie de 8 ha en la forma más conveniente y económica, calculando un turno de 8 días de riego, con 15 horas de trabajo diario y una dotación de 40 mm por turno con las características abajo mencionadas para el departamento de Frías Santiago del Estero:

Una motobomba fija colocada al costado del tanque extrayendo el agua por intermedio de una manguera con una válvula de pie, que se compone de motobomba, una bomba centrífuga horizontal de  $Q = 26,6 \text{ m}^3/\text{h}$  y  $H = 32 \text{ m}$  y un motor Diesel de 8/HP, todo montado sobre una base de cemento armado.

De la motobomba parte un ramal principal de cañería, con una longitud de 186 m dividiendo el campo longitudinalmente. Desde el ramal principal parte hacia ambos lados una ala con una longitud de 84 m c/ sobre cada ala trabajan 4 regadores al mismo tiempo, los que requieren una presión de ejercicio de 2,5 atm. = 25 mts, obteniéndose un radio de proyección de 20 m. El consumo de agua por regador es de  $3,3 \text{ m}^3/\text{h}$ . Cada regador suministra una lluvia de 4,6 mm/h, es decir, que para regar 40 mm deberán trabajar los 8 regadores 7 horas 30 minutos. En estas condiciones la superficie regada por día es de 1 ha.

Como el equipo consumirá durante una hora 26.000 lts. de agua, se vacía el tanque en 5 horas 40 minutos, por lo siguiente deberá trabajar la motobomba del tanque 16 horas/día para poder suministrar el agua necesaria.

El presupuesto para el mismo era:

Accesorios de aspiración: . . . . . mts 1.062'--

Motobomba:

1 motor Diesel de 5 HP

1 bomba centrífuga horizontal,

Q = 26,6 m<sup>3</sup>/h y H = 32 m

acoplada al motor con poleas y correas en "V" mín 22.340,--

Accesorios de elevación: " 1.570,--

Galería de Riego y Regadores:

36 x 6 = 216 mts. caños de fleje de acero, soldados a fuego, extralivianos, resistentes a 20 atm.

de presión, de 6 m de longitud con sus acoplamientos angulares sistema "Cardan" macho y hembra con sus arcos de goma,  $\varnothing$  interior 68 mm,  $\varnothing$  exterior 70 mm

15 x 6 = 90 mts. caños idem,  $\varnothing$  interior 87 mm,  $\varnothing$  exterior 89 mm

8 x 6 = 48 mts. caños idem,  $\varnothing$  68 mm con derivaciones soldadas para colocación de regadores

2 Te de acoplamiento rápido con llave esclusa  $\varnothing$  70 x 70 x 70 mm

3 Tapones macho con acoplamiento rápido,  $\varnothing$  mm

1 Pieza de reducción H  $\varnothing$  89 H  $\varnothing$  70 de acoplamiento rápido

4 Regadores de riego lente circular de rotación automática, tipo LR 30, tobera  $\varnothing$  8 mm, intercambiable, radio de proyección 20 mts, consumo de agua 3,30 m<sup>3</sup>/h. mín. 20.875,--

Total.....mín. 45.847,--

Para un equipo de riego por aspersión integral de 25 h en Mayor Buratarch (Prov. Bs.As.) se proyectó en base de un terreno atravesado por acequias paralelas, cada una a 160 m.

Para el período de máximas necesidades fue fijada una

detención de 20 m a proporcionarse en 205 horas de un turno de 20,5 horas diarias.

La motobomba deberá recorrer el canal, extrayendo el agua a cada 24 m, partiendo dos ramales de cañería en forma móvil perpendicularmente al canal, sobre los cuales trabajará un total seis regadores al mismo tiempo. La cañería estará formada por un total de 24 caños de 6 m de largo de fleje de acero liviano con acoplamiento rápido sistema "Gardan" macho y hembra, resistentes a 20 atm. y de un diámetro de 70 mm.

Los regadores de giro lento con dos toberas intercambiables de 6 mm, dispersando 4 m<sup>3</sup> de agua o/u. por hora, proyectando el chorro un radio de 17,5 m con una presión de ejercicio de 2,5 atm en la boca.

Del precio total del equipo de que resultó una inversión de aprox. m.n. 1800,- por ha.

Para un proyecto cerca de la ciudad de Formosa se aprovechó una embalsadura sobre la cual se ha contado un regador. Este ha sido un caso típico de las múltiples posibilidades que ofrecen las más distintas circunstancias especiales de cada lugar en cuanto a la reducción del equipo con el respectivo incidencia en los costos de importancia económica decisiva. Se consideró suficiente una lluvia adicional de 25 mm cada 6 días que representó por día 188 m<sup>3</sup> de agua que debía ser distribuido en 4 1/2 horas para una precipitación adicional mayor, se lo dejará estacionado durante más tiempo en una posición.

Los costos de aspiración se redujeron al mínimo ya que se realizó en forma directa. La elevación varió según el caudal del río y la longitud de cañería era sólo de 126 m.

El costo total se elevó a m.n. 37.289,- correspondiendo a aspiración motobomba...

Para la Argentina se podría hacer la siguiente comparación de costos, bajo las reservas ya mencionadas entre el riego por aspersión y el riego por filtración.

Para un caso de cultivos de viñedos y hortalizas en la Provincia de Mendoza, con un caudal disponible en el pozo de 120 m<sup>3</sup>/h. resultaría

Superficie regable	Riego por aspersión 60 ha.	Riego por filtración 20 ha.
Precio del campo bruto (\$ 400.- p/ha)	24.000.---	8.000.---
Perforación e/motobomba	60.000.---	60.000.---
Equipo de riego por aspersión	140.000.---	
Canal principal	10.000.---	
Nivelación, acequias, canaletas, etc.		50.000.---
	234.000.---	118.000.---
Inversión por ha.	3.900.---	5.900.---

Los costos de explotación para un superficie de 70 ha. de hortalizas en la Provincia de Mendoza serían los siguientes.

	Riego por aspersión	Riego por filtración
Superficie a regar	ha 70	70
Caudal necesario	m <sup>3</sup> /h 130	450
Profundidad de agua	m 50	50
Número de pozos	c/a 1	3
Altura manométrica total	m 90	50
Potencia instalada	HP 78	152
Consumo anual de energía (combustible según horas de trabajo, p.e. 3600 hs)	kg. 46.800	91.200

Se deduce claramente que el consumo de combustibles en este ejemplo, regado por filtración, es un 100 % mayor que regado por aspersión.

Es interesante la comparación de las inversiones en los sistemas de riego por aspersión y filtración utilizando aguas subterráneas

Tomemos por ejemplo una determinada superficie para la que se necesita 480.000 l/h para regar por filtración. Pero un poseo con semejante rendimiento raramente existe, por lo que debería construirse posiblemente cuatro. Se necesitarán pues también cuatro perforaciones de elevadísimo costo y cuatro equipos motobomba. En cambio, distribuyendo el agua por aspersión, alcanzará un solo poseo con 120 m<sup>3</sup> para la misma superficie. Para este último caso se requiere un motor de 78 caballos, mientras que para los cuatro poseos se necesitan 39 HP cada uno.

Las relaciones entre los costos de instalación serán entonces aproximadamente las siguientes:

	Riego por Aspersión	Riego por Filtración
Costos perforaciones	1	4
Costos motobomba	1	2
Entre los gastos conservación y explotación	1	2

Solamente casos especiales pueden ocasionar resultados desfavorables para el riego por aspersión. Bajo circunstancias normales las relaciones oscilan entre 2:1 y 0,9:1.-

Tanto en Europa como en la Argentina, debido a la continua elevación del costo de la mano de obra, los gastos que ocasiona una instalación de riego por aspersión, son menores que un sistema común, de la mano de obra necesaria para los trabajos de conservación y explotación es mayor. Los trabajos de conservación y mantención, como reconstrucción y limpieza de marcos, canales etc. etc. no existen en la instalación de riego mecánico. Las tareas son en este de otra índole, de mucha menor cuantía, reduciéndose a los trabajos de engrase de los regadores a realizar de vez en cuando y la conservación del equipo motobomba para el que rigen los mismos preceptos que para cualquier motor.

Los gastos más elevados en aspersión, son los de explotación;

tible o electricidad.

También los gastos de explotación para riego por aspersión y por filtración con agua subterránea guardan una relación de 1 a 2 es decir que se gasta casi el doble cantidad de combustible para regar la misma superficie.

La implantación de un nuevo sistema de irrigación para una explotación agrícola representa una mayor inversión de capital. Esta es en función de la magnitud del programa de irrigación proyectada de las condiciones topográficas de la explotación en cuestión y de nivel de los precios del equipo en el momento de su realización. La amortización de dicha inversión adicional se realiza en la cantidad de años que resultarán de la proporción del monto de la inversión a la renta bruta adicional

$$\text{Años de amortización} = \frac{\text{costo inicial}}{\text{rendimiento adicional}}$$

A este aumento de la renta bruta adicional se debe que en Florida, no de los principales centros de producción de citrus de Norteamérica, el 60 % de las plantaciones se riega por aspersión. En Sao Paulo se han instalado últimamente grandes equipos sobre plantaciones de café para aumentar los rendimientos que se logra en un 200 %. En Guatemala la United Fruits Co. posee 10000 hectáreas de plantaciones de bananas irrigadas por aspersión, obteniéndose productos de mayor peso y superior calidad. De los aumentos de rendimiento que se ha logrado en E.U., los datos que siguen comprueban la razón del desarrollo que experimenta el riego por aspersión. En Virginia se citan en cultivos de papa aumentos del 150 % frente a una cosecha normal y 200 % comparando con una mala cosecha. En Carolina del Sur región de grandes plantaciones de tabaco, se verificó un 25 % de aumento además de una importante mejora en la calidad, por ser la hoja además de grande, de menor espesor. La proporción de tabaco de cigarrillo en el producto elaborado aumenta del 50 % a un 75 %.

sumento su rendimiento de 17 a 30 toneladas, la manohoria de 3,5 a 9 toneladas y el maiz dulce de 2,5 a 4 toneladas por hectare respectivamente. Aumentos similares se han logrado en otras clases de cultivos hortícolas y frutales, especialmente manzanas, citrus y duraznos.

Habiendo obtenido tan favorables resultados en diferentes partes del mundo en zonas similares a las de la Argentina (EE.UU., Mexico, Guatemala, Chile, Brasil, Uruguay, Sud Africa, Australia etc.) es de prever que este sistema de irrigación tendria tambien su éxito en nuestras zonas de regadio, donde la acentuada escasez de agua se ha hecho sentir en los ultimos tiempos desagradablemente en los montes frutales, viñedos y demás cultivos.

De las experiencias reunidas hasta ahora en Europa, Africa, America se pueden deducir las siguientes CONCLUSIONES y CONSTATA-  
CIONES:

1) El riego por aspersión es una inversión agraria relativa-  
mente elevada pero que por aumentar extraordinariamente el rendimien-  
to, se amortiza más rápidamente que cualquier otra inversión en agri-  
cultura.

2) La aspersión es solo recomendable y económicamente venta-  
josa allí donde estan dadas las condiciones para una explotación in-  
tensiva, aprovechando las posibilidades de aumento de rendimiento.

3) La aspersión es superior a cualquier sistema de riego, no  
solo técnicamente sino también económicamente;

a) Allí donde las condiciones topográficas y geológicas o la  
necesidad de extensos trabajos de sistematización de terrenos encor-  
reden o hasta imposibilitan los métodos usuales de riego.

b) Donde sea necesario economizar agua porque la demanda de  
riego es mayor que el agua disponible, representando el sistema normal  
una triple o cuadruple pérdida de superficie.

c) Donde no solo escasee el agua, sino que además de las amortizaciones se producen continuos gastos de explotación, motivados por los equipos de bombas etc. lo que representa un aumento de los gastos totales. Riego esto especialmente en la utilización de aguas subterráneas.

En cultivos de gran valor explotados intensivamente, donde el comprobado aumento de la superficie regada en las zonas pobres de agua y de aprovechamiento de aguas subterráneas, ha traído como consecuencia el extraordinario desarrollo del riego por aspersión especialmente en la postguerra, y ha provocado el fomento oficial por medio de subvenciones, principalmente en Italia, en perjuicio de los demás métodos.

Los cálculos exactos de los proyectos elaborados comprueban que también en la Argentina en esos casos se mantienen dichas circunstancias económicas. Así resulta, que para un proyecto en el departamento de Pedro Luro, mencionado anteriormente, la instalación de riego móvil representa una inversión de más 1.380.-- por ha. amortizable en menos de 4 años.

Estos resultaron de los siguientes cálculos:

Equipo completo instalado . . . . .	88.350.--
Gastos de conservación y explotación (incluyendo maldos y jornales para personal de atención) . . . . .	21.000.--

Costo de producción de mil toneladas de alfalfa en el establecimiento

Beneficio fundario . . . . .	1.920.--
Amortizaciones . . . . .	9.300.--
Gastos . . . . .	49.600.--
Beneficio industrial . . . . .	9.270.--
	<u>70.090.--</u>

Así el costo de venta de 1000 toneladas de alfalfa ascende-  
rá a \$ 91.000.—

El costo por tonelada en establecimiento oscilará entre  
\$ 91.— y 100.—

Generancia neta anual:

Precio de venta de 1 tonelada alfalfa en establecimiento  
\$ 120.—

Generancia neta será de \$ 14.000.— a 22.000.—

Es oportuno recordar que el cultivo respectivo es justamente uno de los cultivos de regadío de menor valor y se encuentra en una zona poco propicia. Puede admitirse que para otros cultivos y en otras zonas, esta amortización sera aun más rápida como p.ej. el mismo cultivo en Santiago del Estero o La Rioja, donde se obtendrán rendimientos dobles y triples.

En una instalación semifija por la incidencia de la caltería subterránea, el costo se eleva aproximadamente a más 3000.— por ha., es decir a más del doble, obteniéndose en cambio una reducción de trabajo pero relativamente pequeña. No obstante, aun en este caso, la inversión es tolerable y de fácil amortización.

El valor de la tierra con derecho a riego de \$ 600.— a 700.— por hectarea se eleva a un valor de renta de casi \$ 7.000.— por ha. cultivando alfalfa mediante el riego por aspersión.

Comparando estos costos de instalación con los de sistemas de riego comunes, por cierto muy variables según ubicación y circunstancias de \$ 1000.—/ha y hasta 5.000.—/ha con amplios trabajos de nivelación (En Rio Negro estos llegaban en un caso a 3.000.—/ha.) resulta que la aspersión puede competir también en nuestro país con cualquier sistema de riego en lo que respecta a los costos de instalación, máxi-

rio en serie, facilitando su adquisición y abaratándolo.

Las instalaciones fijas sobrepasarán la suma de \$ 5.000.-- para los costos de instalación, por lo que solo serán de interes para establecimientos muy especiales que permitan semejante inversión.

Concluyendo cabe observar que la aplicabilidad económica de una instalación no es determinable en forma general, sino que tiene que ser calculada para cada caso, ya que depende de una serie de factores como la fuente de agua, costos de energía, clase de terreno y cultivo, organización del establecimiento etc. Decisivo para su amortización es, como para toda inversión, el aumento de rendimiento logrado. Pero, como lo han comprobado la práctica y ensayos experimentales, la aspersión obtiene valores mucho mayores que cualquier otra adquisición destinada a producir un aumento de rendimiento, lo cual confirmará su aplicabilidad económica.

CAPITULO VII.

ENFOQUE MACROECONOMICO

DEL PROBLEMA

El desarrollo económico es el proceso por el cual se aumentan la productividad del trabajo nacional, en una economía por medio de cada vez mayores capitales que hacen posible la introducción y difusión de las técnicas de la producción más desarrolladas. Según el enfoque moderno se produce el desarrollo con respecto a ciertas áreas de la economía capitalista que comprenden los países subdesarrollados, periféricos, de bajos ingresos per capita, una proporción extraordinaria de la población en actividades primarias y sufren además las consecuencias de una inflación crónica etc. Con intensidad de trabajo bajo y de capital mediano, formando una estructura neocapitalista, es objetivo de la política económica nacional el desenvolvimiento hacia la estructura plencapitalística con intensidad de capital alto y trabajo mediano. La industrialización no debe ser el medio exclusivo para el logro de dicho fin, ya que sólo es posible de llevarla a cabo en forma lenta dado que obstáculos como el desequilibrio permanente en el balance de pagos, menor demanda de materias primas etc. continuamente llaman a una política de expansión industrial razonable

La diversificación de las exportaciones será otro medio para atenuar la vulnerabilidad de los países subdesarrollados con factores externos. Los países agrícolas antes bien por costumbre que por las condiciones peculiares del suelo y del clima locales, concentran su comercio de exportación en uno o pocos productos. En tales condiciones de elevada dependencia de la economía a uno o dos productos, la posición monetaria se ve afectada por los cambios en las producciones, en los precios etc.

La Argentina, que aumentó su producción como consecuencia de las dos Guerras mundiales, sufrió luego la falta de ellas

cidad de la demanda.

La economía argentina, además de la influencia de las alternativas de la situación internacional sufre las consecuencias de las variaciones de las cosechas.

Estas son las alternativas propias de todo país dedicado extensivamente a la explotación agropecuaria por las meras de cosechas por prolongadas sequías, plagas, factores climáticos etc.

Disminuye el poder de compra de la población, se reduce la demanda de artículos y servicios, así como de mercaderías de importación. El equilibrio se busca con la salida de oro y la reducción de divisas monetarias.

La dispersión, debido a su actuación sobre estos factores como medio de la técnica moderna de producción de acuerdo a lo expuesto en los capítulos anteriores, atenúa sus efectos depresivos y al posibilitar su aplicación a la diversificación de los cultivos, representa un medio del desarrollo económico.

Otra causa de los movimientos cíclicos en una macroeconomía expansiva es el aumento de la densidad de la población que pasa por estados alternativos o sea su desodinámica.

Un estado de superpoblación se salda con hambre, emigraciones, desempleo y por enormes dificultades para abastecer a la población. Este estado de superpoblación puede existir con ínfimas densidades. El estado de infrapoblación no es lo opuesto a ambos tienen en común la miseria y ambos son desviaciones de la línea recta de la población óptima.

Si lo enfocamos considerando las relaciones entre la industria, la agricultura en la primera fase permite la expansión

tación de alimentos y materias primas, lo que a su vez hace por la importación de maquinarias, con cuyo empleo la agricultura logra aumentar sus rendimientos. En la segunda fase aumenta el consumo de las fuerzas productoras del suelo, desaparecen los saldos exportables y la intensidad de los cultivos se debilita. En la tercera fase hay más población y ello permite desarrollar las industrias y los bienes de producción de uso durable aplicadas a la agricultura, creándose así las condiciones necesarias para poder intensificar la producción agrícola. Este movimiento de tercera se repite.

Por aspersión, como un mejor medio de producción se podrá lograr en la primera fase un rendimiento incrementado, que llega a atenuar los efectos producidos en la segunda fase. Efectos similares producirá en las tercera y cuarta fase.

Si lo enfocamos vinculándolo al suelo disponible podemos concluir:

En la primera fase la abundancia de tierras agrícolas salva la necesidad de recurrir a especiales medios de producción. En la segunda fase hay escasez de tierra de cultivo en las partes céntricas, y se extiende a la periferia hasta emplear totalmente el ecumene.

En la tercera fase la introducción de nuevos métodos como la aspersión hace una mejor técnica agrícola, aumenta la productividad, ampliando así el margen alimenticio.

El producto nacional bruto se incrementará por el valor de los equipos y el rendimiento adicional. El incremento del producto nacional neto obtendremos restándole los gravámenes impositivos (impuestos a los réditos, beneficios extraordinarios),

cañones de riego etc. descontando los seguros correspondientes obtendremos el valor incrementado del ingreso nacional. Finalmente el ingreso personal estará formado por los jornales devengados, por el personal involucrado en la instalación y proyección y explotación del equipo, ingresos de los empresarios individuales, sociedades agrarias, hidráulicas, dividendos, intereses netos etc.

La desventaja económica de una inversión relativamente elevada se aminora también por los efectos del multiplicador Keynesiano que se hará sentir, en el aumento del ingreso de las industrias subsidiarias y así se acercaría a otro fin también recomendado por la Comisión Económica Para América Latina: la capitalización paulatina.

Con la colaboración del Instituto de Economía Agraria en Venesia, han sido calculados los resultados económicos del sistema en seis establecimientos de la provincia de Verona. Se trató de empresas de condiciones agrarias distintas que dispusieron de suelo e instalaciones diferentes. A pesar que no es posible generalizar los resultados finales de la investigación, se obtienen por medio de ellos experiencias fundamentadas en los ingresos de las tierras que anteriormente carecían de riego artificial, eran las siguientes:-

TIPOS DE EMPRESAS	PRODUCTO BRUTO	CAPITAL REAL	ADELANTOS POR PAGO DE MATERIALES Y SERVICIOS	PROD. NETO	INGRESO SOCIAL Laboral
Pequeño arrendamiento	52	90	63	49	73
Propietarios y Jornaleros	62	71	39	69	90
" " " "	32	59	25	31	15
Sistema semi-arendatario	113	44	78	128	206
Propietarios y Jornaleros	62	59	107	57	75
" " " "	115	360	172	105	211

Son también considerables las consecuencias sociales de la explotación del sistema debido a la elevada remuneración de la mano de obra.

En base de lo expuesto se concluye que el riesgo por aspe puede contribuir al:

- 1.- Desarrollo económico
- 2.- Atenuación de los efectos de la ley demodinámica
- 3.- Incremento del producto nacional.
- 4.- Estabilización del balance de pagos.

El primer paso hacia el desenvolvimiento del sistema en mayor escala sería una intensificación de la selección cualitativa del crédito agrario dirigido hacia la adquisición de equipos. De esta manera, usando la terminología Hayekiana en la estructura de la producción las etapas "lejanas" de la producción serían favorecidas, facilitando la instalación de equipos, que representaría hasta un factor psicológico importante en la primera época de su difusión para la adquisición por los agricultores.

El sistema crediticio ha hecho su extraordinaria evolución en los Estados Unidos que llegó a alcanzar en esta forma una red de 4.000.000 de metros. Otro proceso ilustrativo se cumplió en Italia, al aumentar las superficies regadas por dicho sistema en Venecia en los últimos seis meses del año 1952 de 63.800 ha a 90.000 ha. Este resultado se debía principalmente a la promulgación de la ley No. 949 del 25 de julio de 1952 que otorgó créditos para el riego por aspersión al 3% de intereses anuales hasta el 75%.

El Banco de la Nación debería facilitar, tal como lo está haciendo actualmente en amplia forma para adquisición de equipos de bombas, construcción de pilotes, represas etc. para la agricultura, un crédito también para estos equipos de riego mecánico.

Otro de los problemas está comprendido en la dificultad de adquirir en el país parte del material necesario.

Para la cañería subterránea se se presentan inconvenientes. Existen fábricas suficientemente equipadas para producir caños de presión y de diámetros variados. Por ahora se fabrican de 1 y 7 atm. y hasta 500 mm de diámetro que, para ciertos casos, ya son suficientes. Además se dispone en el país de los elementos para la producción de caños de más de 10 atm de presión y de diámetros superiores a 500 mm, que corresponderían a la principal demanda. La práctica ha comprobado la absoluta perfección de la cañería de fibrocemento del sistema Sternit, Fortalit, etc., elaborada en el país. Lo mismo puede decirse en lo que se refiere a los accesorios, como ser juntas, válvulas, llaves exclusas etc., se refiere.

El aspecto cambia fundamentalmente al tratarse de la cañería móvil. Por algún tiempo será imposible producirla en nuestro país, por cuanto el material necesario es exclusivo de algunos países (cinta de acero o aleaciones livianas especiales).

Lo mismo sucede con los accesorios respectivos, -To, Cables, etc.  
 Su importancia será más por ahora indispensable. Se podría solucionar  
 par parcialmente este inconveniente, fabricando los cables en el país  
 con materia prima importada. Como la cañería móvil sólo representa  
 el 10% al 20% del costo total de una instalación, los gastos en divi-  
 sas partes relativamente reducidas.

Con el solo fin conceptual daré a continuación un  
 cálculo teórico y estimado de los divisos que el país por capacidad  
 podría exportar anualmente al país. Supongamos 10,000 ha que se instala-  
 rían anualmente, y un promedio de 10 m de cable móvil por ha regada.  
 El precio aproximado por metro de cañería especial para riego es, \$1.00  
 por metro europeo aproximadamente de \$12 2,50 e con un total de \$250.00

Fijando el valor producido por ha. en \$100.00,- de  
 carne exportable por año, significa que una hectárea de divisos de  
 \$1,000,000,- de divisos que equilibra exactamente el costo ocasionado  
 durante el primer cálculo sobre fruta desecada para exportación,  
 obteniendo la cifra de \$100,000,000 ingresados al país en forma de  
 divisos. Similiteramente puede hacerse el cálculo para fruta fresca.

Con respecto a los regadores, el problema disminuye.  
 Si bien los primeros años habría que importarlos, con el tiempo se  
 podrían producir en la Argentina. Un calificado taller de producción  
 podría en condiciones de fabricarlos después de haber adquirido los  
 conocimientos técnicos y de práctica necesarios. Deberían desarrollarse  
 entonces preferentemente los regadores de alcances mayores en base a  
 las experiencias juntadas en los primeros años con los regadores los  
 cables.

Los bombas centrífugas ya se construyen de toda clase en  
 el país, solo habría falta una mayor orientación hacia los tipos pro-  
 ferentemente usados en la aspersión, en lo que respecta a presión y  
 caudal. Lo que debería iniciarse como completamente nuevo, es la fa-

Los motores necesarios, de los cuales la mayoría sería por ahora a combustibles líquidos (Diesel), debería importarse, pero en un futuro no muy lejano, estos podrían construirse también en el país, como ya los son, y en gran escala, los motores eléctricos.

Para este riego mecánico es indispensable la fuerza motriz. Ya queda dicho en la parte técnica cuáles son las fuentes de energía de preferible utilización. Con estos los factores que, por ahora, limitarían en ciertas regiones la amplia implantación del riego por aspiración.

Como la energía más preferible, es decir la eléctrica, se encuentra a disposición sólo en algunas partes de nuestro país por ejemplo en las vegas con plantas eléctricas, las que pueden utilizarse para riego en el período estival ya que la vivificación en esta época se halla paralizada, será por el momento el combustible líquido la fuente para la mayoría de los casos. Es notorio que este no es precisamente un elemento que abunda, siendo indispensable tener asegurada durante toda la temporada de riego la provisión de combustible para obtener la eficiencia normal de los equipos.

Para el futuro en cambio, el panorama se presenta con grandes posibilidades. Quedan en nuestro país aún sin aprovechar las grandes fuerzas naturales que podrían transformarse en energía eléctrica. Primero, en primer lugar, cordilleras ricas en las provincias del Sur Cuyo y la Patagonia andina, con grandes posibilidades de acumulación para la producción de electricidad.

Otra fuerza natural de que disponemos en el país, y que no es aprovechada en forma industrial, es el viento. Precedentemente ya se mencionó la forma de explotar dicha energía para explotación en el riego. Además de poder producir electricidad con inversiones relativamente bajas, no surge problema alguno con respecto al transporte de la energía a lugares distantes, ya que se puede producir en el mismo sitio del consumo.

Para encauzar la captación de aguas subterráneas hacia una explotación racional, debería emprenderse un estudio extenso y detallado de su régimen. Tendrían que conocerse nuestros depósitos y corrientes subterráneas para legislar y administrar en debida forma por parte de las autoridades oficiales sobre la materia. No se producirán entonces los casos hoy día frecuentes en algunas zonas del país - en que un agricultor pierde el caudal de su pozo - por tener vecinos potentes que instalan grandes equipos de bombeo, sustrayéndole el agua.

En el orden legal y administrativo la actual forma de concesión de agua presenta ciertas dificultades.

Nuestra legislación trata el agua como materia de fondo en el Código Civil. Expresa que las aguas son de dominio privado si nacen y mueren dentro de la misma propiedad, y de dominio público si salen de ella. Sobre el uso de estas últimas legislan los códigos rurales y las leyes complementarias.

Si se deseara aplicar en el futuro el riego por aspersión en gran escala deberían adoptarse algunas modificaciones que tengan en cuenta las características de este sistema. De tal manera podrían reducirse las dotaciones y adaptar los turnos a la exigencias de las instalaciones, es decir que se entregara al agricultor menos agua pero en forma continua o por lo menos en turnos muy cortos según las necesidades.

Con respecto a las aguas subterráneas dice nuestro código civil que son de dominio privado pero pueden ser expropiadas - cuando fuesen "el principal alimento de un río o fuesen necesarias a algún pueblo." Facilmente se comprende en necesidad de una intervención estatal en alguna forma para regular la explotación, asegurando para todos un rendimiento constante y evitar así un posible aprovechamiento exhaustivo.

Por consiguiente, por el momento, el programa a desarrollar en nuestro país sería el siguiente:

1) Autorización por parte del estado de importar en mayor medida el material indispensable durante algunos años e inclusión de los equipos en los convenios comerciales, celebrados con los países productores de aquellos.

2) Fomento de la adquisición de los equipos mediante créditos oficiales.

3) Iniciación de los estudios sobre:

El aprovechamiento de aguas subterráneas para el riego  
la utilización de la energía eólica en las zonas de regadío.

4) Intensificación del aprovechamiento de nuestros ríos mediante obras hidráulicas con fines de producción de energía y riego y consideración en la planificación de las obras hidráulicas, del riego por aspersión.

5) Fomento de la fabricación nacional del material hasta entonces importado.

6) Modificar para las respectivas zonas la legislación actual y formar una legislación sobre aguas subterráneas.

BIBLIOGRAFIA

- G.H. BLISSNER, 1946. Conservation Demonstrations. Washington Irrigation Series N° 6a, Washington Agricultural Extension Service. Mimeo 374.
- G.H. BLISSNER, 1946. Sprinkler Irrigation. Washington Agricultural Experiment Station Bulletin 336.
- HERRERA J.J. y De Fina A.h.; Las experiencias estadounidenses de laboratorio y en la atmosfera tendientes a provocar lluvia. M.A.B. 1948.
- CASTRO RINNY H.; Riego Poblacion y Riqueza.- Inciol. Agrop. Argentina Buenos Aires.
- CLARK Cecil, Orchard Sprinkling. Proceedings. Washington State Horticultural Association 1946.
- CHRISTIANSEN J.E. Irrigation by Sprinkling. California Agricultural Experiment Station Bulletin 670.
- CONTI Marcelo; Hidrologia Argentina Buenos Aires.
- CLAWSON C.F.; Twenty Years of Orchard Sprinkling. Proceedings, Washington State Horticultural Association, 1946.
- DAVID y WILSON; Irrigation Engineering, New-York.
- DAVIS R.H. Irrigate for more profits. Georgia Agricultural Extension Service Bulletin 542.
- DAVIDSON A.E.; Economical Advantages of Sprinkling Irrigation. 1949. New-York.
- De FINA "Los Elementos Climaticos y los Cultivos." Buenos Aires.
- FRISCHMAN Künstlicher Regen und seine Wirkung auf Boden und Pflanze. B 1937.
- FURRIMAN W. Walter, Donald J. STREET, 1943. Types of Farming, Prohles 2 Columbia Basin Joint Investigations. Bureau of Reclamation United States Department of the Interior.

- GUIA LOZANO, Riego por Aspersión, Editorial Ponset S.A. Madrid.
- HECKER W.J., wirtschaftliche Auswirkungen der künstlichen Beregnung, Stuttgart 1952.
- LENNAR Aldert, 1948. Design of Sprinkler Irrigation Systems. State College of Washington.
- RENN F.L., 1946. Sprinkler Irrigation in Orchards. Proceedings, Washington State Horticultural Association, 1946.
- REMY H., 1945. Supplemental Irrigation for Missouri and Regions of Similar Rainfall. Missouri Engineering Experiment Station Bulletin 33:1 - 75, illus.
- REINENDECKER W., Consideraciones acerca de la compensación global de la precipitación anual, en relación con el problema de la producción artificial de lluvias Meteoros N° 2-3 1951. Buenos Aires.

FUENTES DOCUMENTALES

- 1) Fontanelli M.: Conversione, irrigazione, subirrigazione ed asper-  
sione in Puglia. Atti Cons. Naz. delle Acque - Bari 1940.
- 2) 2° Convegno internazionale per l'irrigazione a pioggia - Verona  
11 - 12 agosto 1953. Atti Verona - La Tipografia veronese 1954
- 3) U.S. States Dep. of Ind. - Bureau of reclamation.  
Sprinkler Irrigation - Dec. 1949.  
Sprinkling Irrigation on Vegetable Farms in New-Yersey.
- 4) Memoria de la III. Reunion de Tecnicos de Bancos Centrales de la  
Habana, 1952.
- 5) Precios Internacionales y Desarrollo Economico Integral. - Minis-  
terio de Relaciones Exteriores y Culto, Buenos Aires 1953.
- 6) Sociedad de las Naciones. Experiencia Monetaria Internacional,  
Ginebra, 1946.

# INTRODUCCION

## TITULO I.

LA ASPERSION COMO "MEJOR MEDIO DE PRODUCCION"/

Estudio comparativo - La aspersión como medio de transporte - Conclusiones. .... 4 ..

## TITULO II.

LA ECONOMIA DEL AGUA Y LA ASPERSION

La escasez del agua y la demanda en bienes de consumo de uso único - El consumo excesivo de agua en los sistemas de riego comunes - El consumo de agua en la aspersión. .... 13 ..

## TITULO III.

EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION VEGETAL Y EL RENDIMIENTO POR ASPERSION

La aspersión y la planta - La aspersión y el clima general - La influencia sobre los factores del clima edáfico - La aspersión y el viento - Los materiales y la vida en el suelo. .... 24 ..

## TITULO IV.

ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO DEL SISTEMA

Evolución - Soluciones especiales - La instalación moderna - Criterio técnico-económico para su cálculo. .... 42 ..

## TITULO V.

IMPLANTACION DEL SISTEMA EN LA ARGENTINA

Estado actual - Zonas de aplicación futura - Aguas subterráneas. .... 54 ..

## TITULO VI.

ENFOQUE MICROECONOMICO DEL PROBLEMA

División y clasificación de los costos - Estudio de los costos comparados - Los costos en la Argentina - Rentabilidad - Conclusiones y consideraciones .... 61 ..

## TITULO VII.

ENFOQUE MACROECONOMICO DEL PROBLEMA

Medio contribuyente a la estabilidad económica y al aumento del producto nacional - Conclusiones - Funciones de la Política Agrícola

Las consideraciones doctrinarias y experiencias prácticas confirman que es necesario recurrir a los modernos perfeccionamientos técnicos para dilatar el límite donde el rendimiento de la tierra no resulta más proporcionado a la población. El riego por aspersión hace factible esta extensión de la superficie.

Con la aspersión los productores se benefician con una casi rta al lograr la aplicación de un mejor medio de producción.

Recibiendo el cultivo la misma cantidad de agua por lluvia natural o riego artificial, en el primer caso la producción es mayor y la cantidad de agua necesaria para producir 1 kg. materia seca es diez veces menor. La instalación es también utilizable como medio de transporte de abonos naturales y lucha contra plagas.

La dinámica demográfica ocasiona el aumento desproporcional de los bienes de uso provocando la intensificación de los cultivos en las tierras donde no se hizo sentir aun la ley de rendimiento no proporcional y buscan la solución para las zonas áridas.

Las pérdidas en el transporte y distribución son intolerables en el caso de que solo haya a disposición agua subterránea, o se trata de regiones áridas.

Un estudio comparativo de varios métodos de riego demuestra la reducción de ambos defectos a un mínimo.

La relación entre las superficies regables con un caudal determinado con diversos sistemas es de aproximado 1 : 4 a favor de la aspersión.

Es preponderante el rol de la producción vegetal en las fluctuaciones cíclicas de causas agrícolas.

La aspersión aumenta el rendimiento por razones fisiológicas al permitir la regulación de la dotación actuando favorablemente sobre los siguientes factores: Clima general, materiales del suelo, humedad de suelo, vida en el suelo y por sus aplicaciones accesorias como fertili