

0457

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



SISTEMA DE RIEGO POR SURCOS:  
DETERMINACION DE LA CURVA  
DE AVANCE

OPCION: V

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA EL PASANTE:

MANUEL GONZALEZ GUTIERREZ

040.631  
FA9  
1980

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1980

0757

T  
S603  
G652  
C.1

040.631  
FA9  
1980



1080061381

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



SISTEMA DE RIEGO POR SURCOS:  
DETERMINACION DE LA CURVA DE AVANCE

OPCION: V

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA EL PASANTE  
MANUEL GONZALEZ GUTIERREZ

MONTERREY, N.L.

JULIO DE 1980

T  
5603  
9652

040 631  
FA 9  
1980

# I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	14
ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	18
CONCLUSIONES .....	24
RECOMENDACIONES .....	25
BIBLIOGRAFIA .....	26

## INTRODUCCION

El sistema de irrigación por medio de sucros, nació como una solución de diversos factores que limitaron en un principio a la agricultura. Dichos factores fueron un conjunto de labores culturales tales como: aporques, deshierbes, cosecha y en tiempos recientes el trabajo de la maquinaria, aplicación de fertilizantes e insecticidas, etc., pero sobre todo por la ventaja que presenta el riego por surcos en donde existen bajos volúmenes de agua disponibles.

Al paso del tiempo se hizo imperiosa la necesidad de producir más, siendo cada vez menor la superficie que se podía incorporar a la producción, a la vez que se comprendió que no era lógico seguir perdiendo la tierra cultivable como consecuencia de la erosión, que en parte se debía a una pendiente desmedida e incluso al sobrerriego que acarrea al mismo tiempo problemas de salinidad y encharcamientos con una baja en la producción actual y futura.

En México existe inquietud por la falta de información sobre la eficiencia tanto del uso de las obras de irrigación como del uso del agua de riego. Respecto a esta última, mucho se ha especulado, así por ejemplo Orive de Alva hace referencia a un estudio según el cual esta eficiencia solo llega a un 25%, o sea, que de acuerdo a dicho trabajo,

se desperdicia un 75% del agua derivada para riego. (9)

Es imperiosa la necesidad de hacer un uso más racional del agua, tanto de uso agrícola como doméstico e industrial. dados los problemas de construcción de obras de infraestructura, para la captación y distribución, así como la contaminación por el uso indiscriminado de detergentes y agroquímicos. (9)

A través del presente trabajo presentamos la metodología a seguir para determinar las curvas de avance del agua de riego, que constituyen un auxiliar para calcular las expresiones matemáticas útiles en el cálculo de la longitud del surco más adecuada, el tiempo de riego y el gasto óptimo, con el fin de hacer más eficiente el uso del agua.



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

## REVISION DE LITERATURA

I.- Factores que determinan las dimensiones en riego por --  
surcos.

Analicemos brevemente los principios que tomaremos en cuenta para determinar la longitud óptima del surco, el volumen de agua requerido y el tiempo de riego:

### 1.- Fases de riego.

Se desea obtener en el terreno la mejor distribución - posible del agua, ésto nos ha llevado a dividir teóricamente al riego por surcos en dos períodos que son:

a).- El tiempo de mojado.- Comprende la aplicación -- inicial del máximo gasto de agua, procurando no producir -- erosión en el suelo, hasta llegar al final del surco, cuya finalidad es distribuir el agua de riego lo más uniformemente posible.

Por razones prácticas se procura que este período del riego dure una cuarta o quinta parte del tiempo total requerido para el riego, al llevar a capacidad de campo la zona ocupada por las raíces (5), (8).

Según Kostiakov (1962) conviene humedecer el suelo leng

tamente a fin de mantener su estructura, lo que permite regar simultáneamente amplias extensiones de terreno con buena uniformidad de distribución y satisfactoria productividad del trabajo. (5)

El agua avanza mucho más lentamente cuando el surco está seco que cuando ya está húmedo, por lo que permanece normalmente algo más de tiempo en la parte alta, pero si la permeabilidad es uniforme la humedad que el terreno toma varía muy poco.

b).- Tiempo de infiltración.- Una vez que ha llegado el agua a la parte terminal del surco, se reduce el gasto de tal manera que solo se satisfaga la infiltración del suelo a lo largo del surco, comprendiendo este proceso la segunda fase del riego.

En contraste con la inundación, el riego por surcos no moja la totalidad de la superficie del suelo. Por lo tanto, la eficiencia del riego por surcos depende del movimiento lateral del agua desde los surcos. Este movimiento es importante no solo en cuanto se refiere al mojado del suelo. Hay que tomar también atención al movimiento de las sales solubles, fertilizantes y herbicidas arrastrados por el agua. (2)

## 2.- Suelo.

a).- Textura.- La textura del suelo nos lleva a pensar en el grado de erosión del suelo al momento del riego, de esta manera tendremos que un suelo de textura pesada es capaz de admitir un primer período de riego con un mayor volumen de agua aplicado y en condiciones de mayor pendiente, dado que por sus características es menos susceptible a la erosión, pero su capacidad de infiltración es menor que la de un suelo de textura ligera, por lo cual el segundo período de riego será con un volumen de agua mucho menor.

Un suelo de textura ligera requerirá de una pendiente más moderada y de un primer período de riego con menor volumen de agua, pues es más susceptible a la erosión; en el segundo período de riego soportará un mayor volumen de agua - respecto a un suelo de textura pesada, por tener una mayor capacidad de infiltración.

b).- Infiltración.- Es el factor decisivo al tomarse en cuenta en el riego por surcos, pues según se le considere, determinará la eficiencia del sistema.

La infiltración es el paso del agua de la superficie del suelo al interior de éste. Normalmente se expresa en lámina de agua infiltrada, y si esta lámina de agua es referida al tiempo, obtendremos la velocidad de infiltración. (10)

La velocidad de infiltración de cualquier suelo particular variará con la cantidad de humedad que tenga éste en el momento de regar y con las prácticas de labranza empleadas antes del riego. Los suelos recién arados tendrán una velocidad de infiltración mayor que aquellos que hayan sedimentado por riegos anteriores. Sin embargo esta diferencia desaparece una vez que se ha regado por 30 min. aproximadamente. Los surcos por los que han pasado los tractores -- tendrán una infiltración más lenta que los surcos intermedios por los que no hayan pasado.

En la mayoría de los suelos, la velocidad de infiltración disminuye durante el lapso en que se riega.

Suele ser relativamente grande al principio y disminuye gradualmente hasta alcanzar una velocidad casi uniforme. Esta circunstancia, cuando los cambios en la velocidad de infiltración son lentos, se suele denominar Coeficiente de infiltración Básica (CIB). Existe una excepción a esta regla general en el caso de algunos suelos que, por tener una elevada proporción de materia orgánica, rechazan el agua -- cuando están secos.

Una vez que se han mojado las partículas de estos suelos, la velocidad de infiltración aumenta gradualmente. Estos suelos se denominan "suelos hidrófobos". (2)

Otros factores que influyen directamente a la velocidad de infiltración, son:

- Condiciones de la superficie del suelo.
- Condiciones internas de la masa del suelo.
- Contenido de humedad del suelo.
- Carga hidrostática.
- Estación del año.
- Temperatura del agua y del suelo.
- Duración de la aplicación.
- La calidad (contenido de sal) del agua y del suelo. (10)

c).- Profundidad efectiva del suelo.- El movimiento lateral del agua desde los surcos en suelos con perfiles uniformes depende principalmente de la textura del suelo; en las arcillas, la imbibición es más alta que en las arenas.

Para obtener una humectación completa de los suelos arenosos a profundidades de 1.2 a 1.8 mts. los surcos no deben trazarse de ordinario con una separación mayor de 50 cm. En suelos arcillosos uniformes podría conseguirse el mojado completo a iguales profundidades separando los surcos 120 cm. o más. (2)

### 3.- Pendientes del terreno.

El modo más eficaz de aplicar el agua es cuando los -- surcos tienen una pendiente uniforme. Las pendientes no -- uniformes dan lugar generalmente, a profundidades no unifor-- mes de riego a lo largo de los surcos, y pueden traer como consecuencia el acarreo del suelo hacia los lugares más ba-- jos, rompimiento de los surcos y arrastre de semillas.

Si bien el riego por surcos funciona más eficientemen-- te, en terrenos llanos, de menos del 0.2%, puede emplearse este sistema con pendientes mucho mayores: hasta el 3% en -- cultivos en hileras rectas y hasta el 15% en el caso de sur-- cos en contorno. (1)

## II.- Dimensiones de los surcos.

### 1.- Longitud.

Lo ideal es que la longitud del surco sea lo máxima po-- sible y nos permita la aplicación de un mayor volumen de -- agua para que ésta llegue lo más rápidamente posible al fi-- nal del surco asegurando la uniformidad de distribución de humedad a lo largo del surco. (8)

La máxima longitud de surco viene dada por la distan-- cia máxima para la cual la corriente usada proporciona la -

infiltración casi uniforme.

Para fijarla previamente hay que conocer la velocidad de avance de diferentes caudales por surco, fijar el mayor admisible y la duración conveniente del riego. Para mejorar la eficiencia deben emplearse surcos cortos, pero si es algo más larga que la longitud máxima recomendable, por razones de rapidez y comodidad es preferible desperdiciar un poco de agua antes de partirla en dos instalando una nueva acequia. (5)

La longitud de los surcos varía desde 30 mts. o menos incluso en jardines, hasta 400 mts. en cultivos extensivos. Las longitudes más frecuentes están comprendidas entre 90 y 150 mts. Al emplear surcos demasiado largos se producen pérdidas excesivas por percolación profunda y erosión en sus cabeceras. No obstante, la reducción de pérdidas de superficie útil por causa de las acequias y la facilidad de movimiento de la maquinaria son puntos a favor del empleo de surcos largos. (7)

## 2.- Espaciamiento entre surcos.

La máxima separación entre los lomos (surcos) no excederá de la profundidad de las raíces de las plantas cultivadas. Como en cualquier otro método de riego superficial en las primeras fases del desarrollo de un cultivo se pierde mucha

agua por percolación.

Un subsuelo poco permeable, superficial, atravezado -- por las redes radiculares, permite mayor separación entre los surcos, pues cuando el agua llega a aquella capa profunda tiende a extenderse horizontalmente y moja uniformemente la tierra.

Por el contrario si el subsuelo es muy arenoso, en él la humedad se extiende poco horizontalmente y hay qué aproximar los surcos. (5)

El objetivo principal al seleccionar la separación entre surcos es asegurarse de que el movimiento lateral del agua entre los surcos adyacentes mojará la totalidad de la zona radicular de la planta antes de que llegue más allá de las profundidades desde que las raíces pueden extraer agua del suelo.

Los tipos de mojado pueden determinarse fácilmente excavando una trinchera a través de un surco después de que ha sido regado, a condición de que el suelo estuviera seco hasta una profundidad considerable antes de regar. Los exámenes de varios surcos en los que ha circulado el agua, durante diferentes períodos, suele ser el método mejor para elegir separaciones de surco para cada suelo particular. (2)

La separación de los surcos para el riego del maíz, pa

tatas, remolacha azucarera y otros cultivos en hileras, viene determinada por la distancia entre las plantas dentro de cada hilera. (7)

En resumen: para una pendiente, una longitud de surco y un suelo dados, los volúmenes a aportar cada vez pueden alterarse cambiando el espacio de tiempo con que se está regando y la corriente instantánea; una y otra serán mayor y menor en riegos sucesivos, respectivamente, en relación con lo exigido por lo primero, a condición de que la tierra no se haya resecaado. (5)

### III.- Ventajas y desventajas del riego por surcos.

#### 1.- Ventajas.

a).- Al permanecer seca la tierra entre los surcos, el riego no interrumpe las demás labores; de aquí que se emplee este sistema en cultivos intensivos que requieren frecuentes cuidados.

b).- Las plantas de porte rastrero no se mojan, lo que evita enfermedades (por ejemplo, las cucurbitáceas).

c).- El asentamiento de la superficie del suelo es menos acusado. La tierra no forma costra y solo se agrieta parcialmente, por lo que es muy interesante este sistema en tierras arcillosas (reducción de las pérdidas por evapora-

ción).

d).- El uso de caudales reducidos disminuye el peligro de erosión, cosa que permite la utilización de pendientes relativamente acusadas, así como el riego de siembras y plantaciones recientes, por limitar los riesgos de arrastre de semillas y de descalzado de plántones.

e).- Prescindiendo del riego por aspersión, el riego por infiltración lateral es obligado en aquellos cultivos en líneas que precisan de aporcados (patata) y de difícil reemplazo en numerosas especies plantadas en líneas poco separadas entre sí, como ocurre con muchas legumbres.

f).- Aún en pendientes relativamente acentuadas, pueden reducirse los gastos de nivelación si se siguen las curvas de nivel. En este caso los surcos son particularmente adecuados. (6)

## 2.- Desventajas del riego por surcos.

a).- Sin una buena capacitación de personal, se obtiene mala eficiencia.

b).- Es necesario un estudio de campo para dar dimensiones adecuadas al caudal y a la longitud de surco, a la permeabilidad, tipo de suelo y sistematización de las tierras.

c).- Solo es posible trabajar con la maquinaria en el sentido del trazado de los caballones.

d).- Hay protección contra la erosión siempre y cuando se trace con buen nivel y con escaso caudal.

e).- Exige más mano de obra que otros métodos de superdicie (grandes tablares y estanques) pero menos que la aspersión.

f).- El riego es lento.

g).- Si el terreno es salino o el agua de mala calidad la sal se concentra en los caballones.

h).- No se adecúa en irrigación de campos muy permeables con vegetación de raíces superficiales, ni para aplicar pequeñas dosis de agua para facilitar la germinación de las semillas, excepto en la modalidad de pequeños surcos. -

(5)



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en la carretera Marín-Zuazua Km. 17 Lat. Nte.:  $25^{\circ} 31'$  y Long. W  $100^{\circ} 03'$ , con una altura sobre el nivel del mar de 367.3 mts.

Dos días antes a la realización del presente trabajo, se llevó a cabo la preparación del terreno, dándose una ras tra con el fin de desmoronar los terrones. Inmediatamente después se llevó a cabo la nivelación del terreno con el -- fin de trazar la surquería adecuadamente.

Para la evaluación de los dos caudales utilizados: -- 0.58 lts/seg. y 1.10 lts/seg. se utilizó el siguiente material:

- 1.- Sifones de 1" y 2"
- 2.- Aforadores Parshall
- 3.- Palas
- 4.- Nivel de precisión
- 5.- Cinta métrica
- 6.- Nivel de burbuja
- 7.- Cronómetro
- 8.- Estacas
- 9.- Barrena para suelos.

Para la realización de este ensayo se procederá de la siguiente manera:

a).- Antes de aplicar agua a los surcos.

- 1.- Construcción de los surcos.
- 2.- Construcción de un canal uniformado.
- 3.- Colocación de un sifón en cada surco.
- 4.- Colocación de uno o dos sifones de derivación entre el canal de abastecimiento y el canal unidominador.
- 5.- Colocación de estacas cada 20 mts. a lo largo del surco central.
- 6.- Determinación de la cota del terreno.
- 7.- Determinación del contenido de humedad del suelo para estimar la cantidad de agua necesaria para llevarlo hasta capacidad de campo.

b).- Al aplicar el agua de los surcos.

1.- Fijación de gastos diferentes en cada uno de los surcos por medio de los sifones de aplicación. Esto se hace aforando con un recipiente adecuado el gasto correspondiente. En un surco lateral se tratará de poner un gasto máximo que produzca erosión del suelo en tanto que en el otro surco lateral se colocará un gasto mínimo que apenas satisfaga el grado de infiltración del suelo en una longi-

tud inferior a los 60 mts. En los demás surcos se ponen -- gastos intermedios escalonados entre los gastos mínimo y máximo indicados.

El gasto promedio requerido puede estimarse por medio de la siguiente relación:

$$Q = 38/S$$

Q = Gasto medio en lts./min.

S = Pendiente en %.

2.- Se toma la hora en que el agua empieza a fluir en cada surco y se determinará luego la hora en que el agua de cada surco llega a cada una de las estaciones marcadas con las estacas.

3.- Uno de los surcos se usará para medir el grado de infiltración del suelo.

Se afora el agua en la estación 0 de dicho surco y en la tercera estación colocada a los 60 mts. de la primera. - Los factores deben realizarse en forma periódica hasta que el gasto de la tercera estación se haga constante .

4.- Durante el curso del ensayo se observarán todos -- los surcos para establecer en cuáles no ocurre erosión objetable del suelo. El agua produce siempre un poco de ero---sión, especialmente durante la etapa inicial de riego. Es-

to no debe objetarse, pero después de 5 min. no debe ocurrir erosión en las paredes ni en el fondo del surco.

5.- Dos días después de completados los trabajos anteriores, se cortará una zanja para observar la distribución del agua en el suelo.



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

## ANALISIS DE LOS RESULTADOS

a).- Determinación del gasto promedio requerido.

Evaluamos dos gastos que son:

0.25 lts/seg. y 1.10 lts/seg.

La pendiente del terreno es del 0.2%

$Q = 38/S$  Fórmula del gasto promedio requerido

$$Q = 38/0.2 = 190 \text{ lts/min.} = 3.16 \text{ lts/seg.}$$

Por lo tanto, estimamos que el gasto de 1.10 es el que más se acerca a este valor.

b).- Determinación del tiempo de riego para la lámina recomendada.

Consultando la gráfica de la velocidad de infiltración podemos calcular el tiempo de riego a partir del valor que ésta toma cuando es constante, esto ocurre cuando la curva toma una posición horizontal y proyectando hacia la izquierda tomamos ese valor. Con esa información y por medio de la siguiente relación calculamos el tiempo de riego.

$$T = Da/I$$

en donde:

T = Tiempo de riego (min.)

Da = Lámina de riego por aplicar (cm)

I = Valor de la velocidad de inf.  
cuando es constante. (cm/h)

Cuando queremos aplicar una lámina de 10 cms:

- Para el gasto de 1.10 lts/seg. el tiempo de riego es:

$$T = \frac{10 \text{ cm.}}{1.01 \text{ cm/hora}} = 9.9 \text{ horas.} = 9 \text{ hrs. } 54 \text{ min.}$$

- Para el gasto de 0.58 lts/seg. el tiempo de riego es:

$$T = \frac{10 \text{ cm.}}{0.81 \text{ cm/hora}} = 12.34 \text{ horas} = 12 \text{ hrs. } 20 \text{ min.}$$

El primer período del riego llamado tiempo de mojado -  
dura una cuarta parte del tiempo total, de esta manera tenem  
mos:

- Para 1.10 lts/seg.:

$$\frac{T}{4} = 2.47 \text{ horas} = 2 \text{ horas } 28 \text{ min.}$$

- Para 0.58 lts/seg:

$$\frac{T}{4} = 3.08 \text{ horas} = 3 \text{ horas } 48 \text{ min.}$$

c).- Determinación de la longitud máxima del surco.

Tomando el tiempo de mojado, y consultando con este dato la gráfica de las curvas de avance del riego en surcos - se obtuvo:

- Para 1.10 lts/seg. .... 264 mts.

- Para 0.58 lts/seg. .... 207 mts.

Datos de Campo.

Velocidad de avance del agua en los surcos.

Para el gasto de 0.58 lts/seg.

Para el gasto de 1.10 lts./seg.

Hora	T. Ac. Min.	Estación mts.	Hora	T. Ac. min.	Estació mts.
8:24	0	0	8:27	0	0
8:31	7	30	8:32	5	30
8:39	15	60	8:37	10	60
8:50	26	90	8:44	17	90
9:03	39	120	8:53	26	120
9:22	58	150	9:03	36	150
9:46	82	180	9:15	48	180
10:03	99	210	9:22	55	210

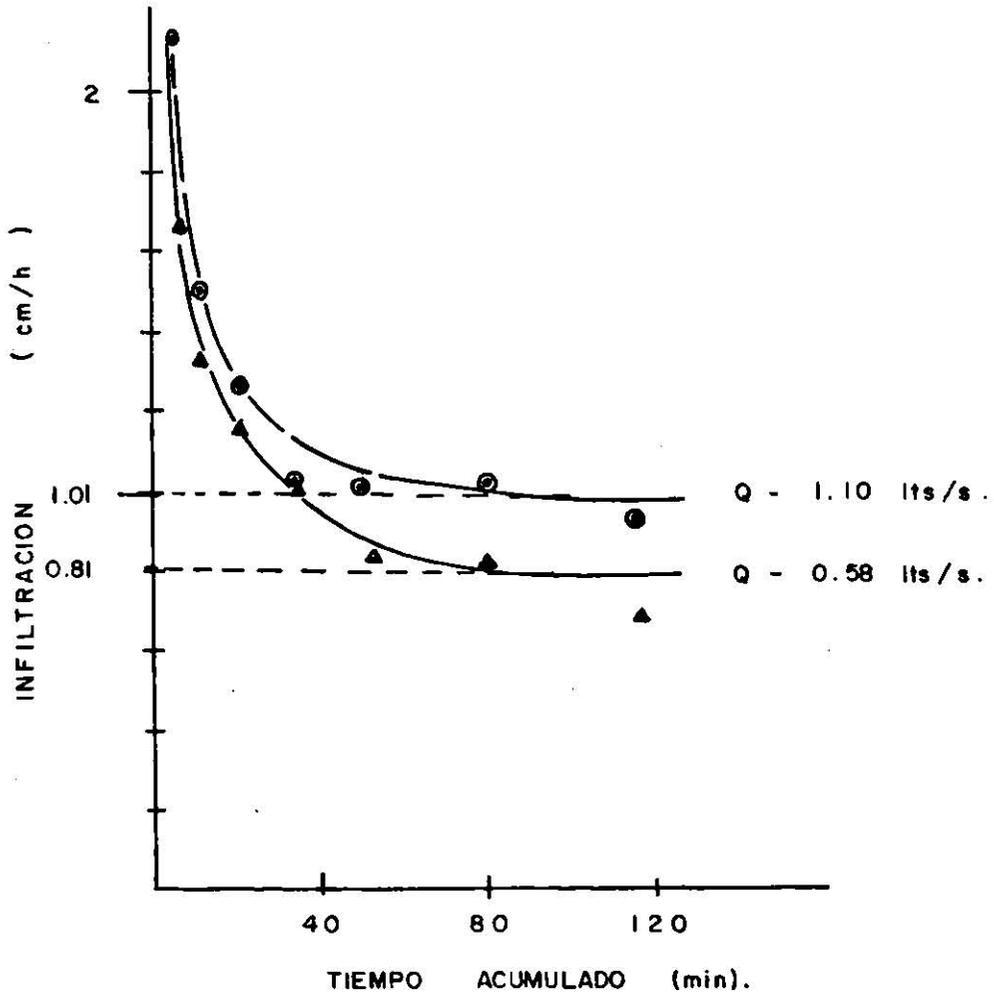
Infiltración  
Para el gasto de 0.58 lts/seg.

Estación 0		Estación 60 mts.		Infiltración	
Hora	T. Ac. Min.	Gasto 1/seg.	Gasto 1/seg.	lts/min.	cm/h
8:27	0	0.59	0	0.00	0.00
8:33	6	0.56	0.32	15.160	1.647
8:38	11	0.59	0.37	12.128	1.318
8:49	22	0.59	0.40	10.612	1.153
9:03	36	0.56	0.42	9.096	0.988
9:20	53	0.56	0.45	7.580	0.823
9:47	80	0.59	0.45	7.580	0.823
10:24	117	0.59	0.47	6.064	0.659

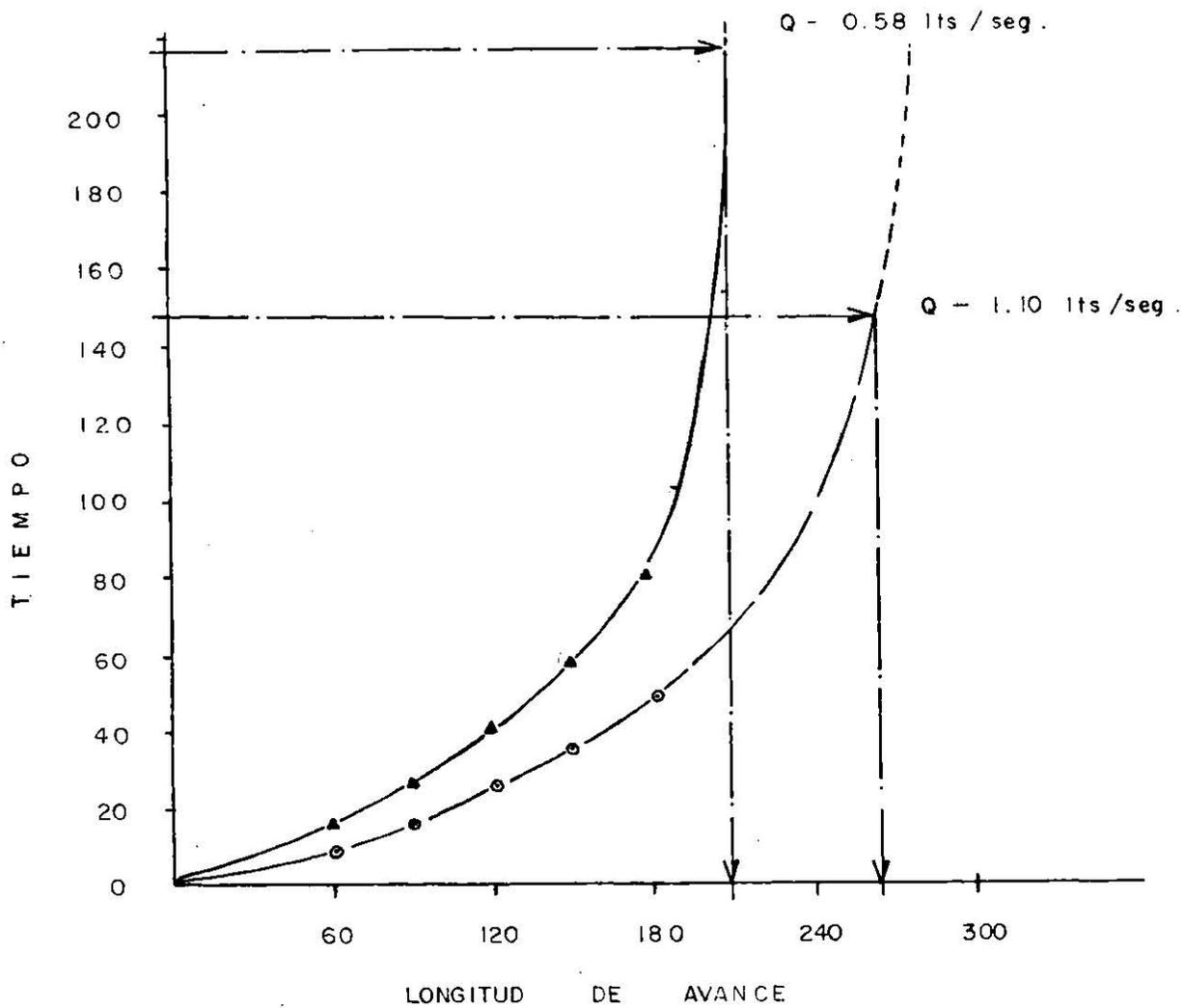
Infiltración  
Para el gasto de 1.10 lts/seg.

Estación 0		Estación 60 mts.		Infiltración	
Hora	T. Ac. Min.	Gasto 1/seg.	Gasto 1/seg.	lts/min	cm/h
8:29	0	1.10	0	0	0
8:34	5	1.07	0.77	19.70	2.14
8:40	11	1.07	0.87	14.02	1.52
8:49	20	1.07	0.90	11.74	1.27
9:03	34	1.13	0.94	9.85	1.07
9:20	51	1.13	0.94	9.85	1.07
9:47	78	1.13	0.94	9.85	1.07
10:24	115	1.13	0.97	7.58	0.82

NOTA: Los gastos de entrada fueron promediados y se tomó - dicho promedio como constante al hacer los cálculos.



GRAFICA No. 1. CURVA DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACION EN SURCOS



GRAFICA No. 2. GRAFICA DE LAS CURVAS DE AVANCE DEL AGUA EN LOS SURCOS

## CONCLUSIONES

1.- Para determinar la longitud de un surco empíricamente, basta consultar la gráfica de las curvas de avance para cada gasto sin necesidad de realizar operaciones matemáticas.

2.- La longitud óptima de un surco, deberá obtenerse considerando la eficiencia del trabajo de la maquinaria agrícola.

3.- Los gastos evaluados, están por abajo del gasto máximo que puede soportar el terreno sin erosionarse.

## RECOMENDACIONES

1.- Cuando se va a evaluar cualquier gasto, hay que vigilar constantemente que no se desborden los surcos para obtener datos confiables.

2.- Es necesario asegurarse de que el gasto que va a - evaluarse sea constante, teniendo un control de la toma de agua.

3.- Es recomendable evaluar gastos mayores con valores cercanos al máximo permitido con el fin de obtener mayor -- eficiencia en cuanto al tiempo de riego.

4.- Para fines didácticos, es interesante observar las consecuencias erosivas de un gasto grande y la ineficiencia en cuanto a tiempo de un gasto pequeño.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Apuntes del riego por surcos. Facultad de Agronomía.  
UANL.
- 2.- Booher, L.J. "El riego superficial". Consultor Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. Especialista en extensión del riego, Universidad de California, Davis. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1974.
- 3.- De la Peña Idelfonso. "El buen uso y manejo del agua de riego". Boletín técnico #8 del Comité Directivo del Distrito de riego #R-28-41 Oficina de Riego y Drenaje Cd. Obregón Sonora. Diciembre, 1977.
- 4.- García Arellano David. "Diseño del riego por surcos". Seminario. Colegio de Graduados, Especialidad - - Irrigación. UAAAN. Buenavista, Coah. 1978.
- 5.- Hidalgo Granados Antonio. "Métodos modernos del riego de superficie". Ed. Aguilar, 1971.
- 6.- H. Rebour, M. Deloge. "El Riego". Traducción. Rafael Cervera Alvarez, 2a. Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1971.

- 7.- Israelsen, O.W. y Hansen V.E., "Principios y aplicaciones del riego". Traducción. Ed. Reverte, S. A. Barcelona España, 1965.
- 8.- Ingeniería de sistemas de riego. "Riego de superficie" Colegio de graduados. Especialidad Irrigación. UAAAN. Buenavista, Coah. México, 1976.
- 9.- Palacios V. Enrique. "Productividad, ingreso y eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego en México". Colegio de posgraduados. Chapingo, México, 1975.
- 10.→ Pissani, J.Z. "Apuntes de uso y conservación del suelo". Facultad de Agronomía, UANL.

