
ESTUDIOS EXPERIMENTALES
DE
HIDROLOGÍA AGRÍCOLA

SEGUNDO INFORME
CORRESPONDIENTE AL AÑO AGRÍCOLA
1921-22

CONSIDERACIONES GENERALES Y DATOS
CLIMATOLÓGICOS

Al informar sobre el resultado de las numerosas experiencias planteadas en el año agrícola 1921-22 creemos conveniente agruparlas en tres series, a saber:

Primera serie: Investigaciones sobre el beneficio del riego en general.

Segunda serie: Ensayos sobre el riego subterráneo.

Tercera serie: Determinación del consumo unitario de agua.

Para los estudios relativos a la primera serie de experiencias se realizaron ensayos con varios cultivos, pero expondremos sólo los resultados de algunos de ellos, esperando, para los otros, reunir nuevos datos de control con el objeto de sacar deducciones más interesantes para su práctica aplicación.

Los ensayos relativos al cultivo del tomate se han llevado a cabo también en este año bajo el control del exalumno señor José F. Pereyra, a quien hemos dejado la tarea de hacer conocer los resultados conseguidos por sus investigaciones,

Los ensayos sobre el cultivo del arroz no dieron los resultados deseados, la vegetación sufrió una serie de contratiempos debido a varias circunstancias hasta que se produjo un fenómeno de «reventamiento» de los granos ya formados, fenómeno estudiado por el Ingeniero Marchionatto de nuestro Laboratorio de Fito-Patología Vegetal quien no encontró rastros de enfermedades y atribuye el caso a un defecto de distribución de las aguas de riego con alternativas de sequías y abundancia de agua.

Del mismo modo no pudo llegar a buen término la experimentación sobre el cultivo del maní, debido a la presencia de una enfermedad, fungicida (*Sclerotinia trifoliorum*) también estudiada por el Ingeniero Marchionatto, la que produjo unos claros en los cuadros destruyendo la uniformidad del cultivo y por lo tanto la posibilidad del control indispensable a toda experiencia.

El estudio relativo a los efectos del riego subterráneo en comparación al riego superficial ha sido llevado a cabo en el pequeño campo experimental anexo al laboratorio, donde además de estos ensayos se realizaron otros relativos a los consumos de agua, y en lo sucesivo se establecerán ensayos sobre riego por aspersión y otras investigaciones delicadas que interesan la materia.

Para las determinaciones de los consumos unitarios se utilizarán algunos de los datos ofrecidos por las experiencias en el campo, pero se apreciarán especialmente los datos conseguidos por medio de la *serie de cajones*

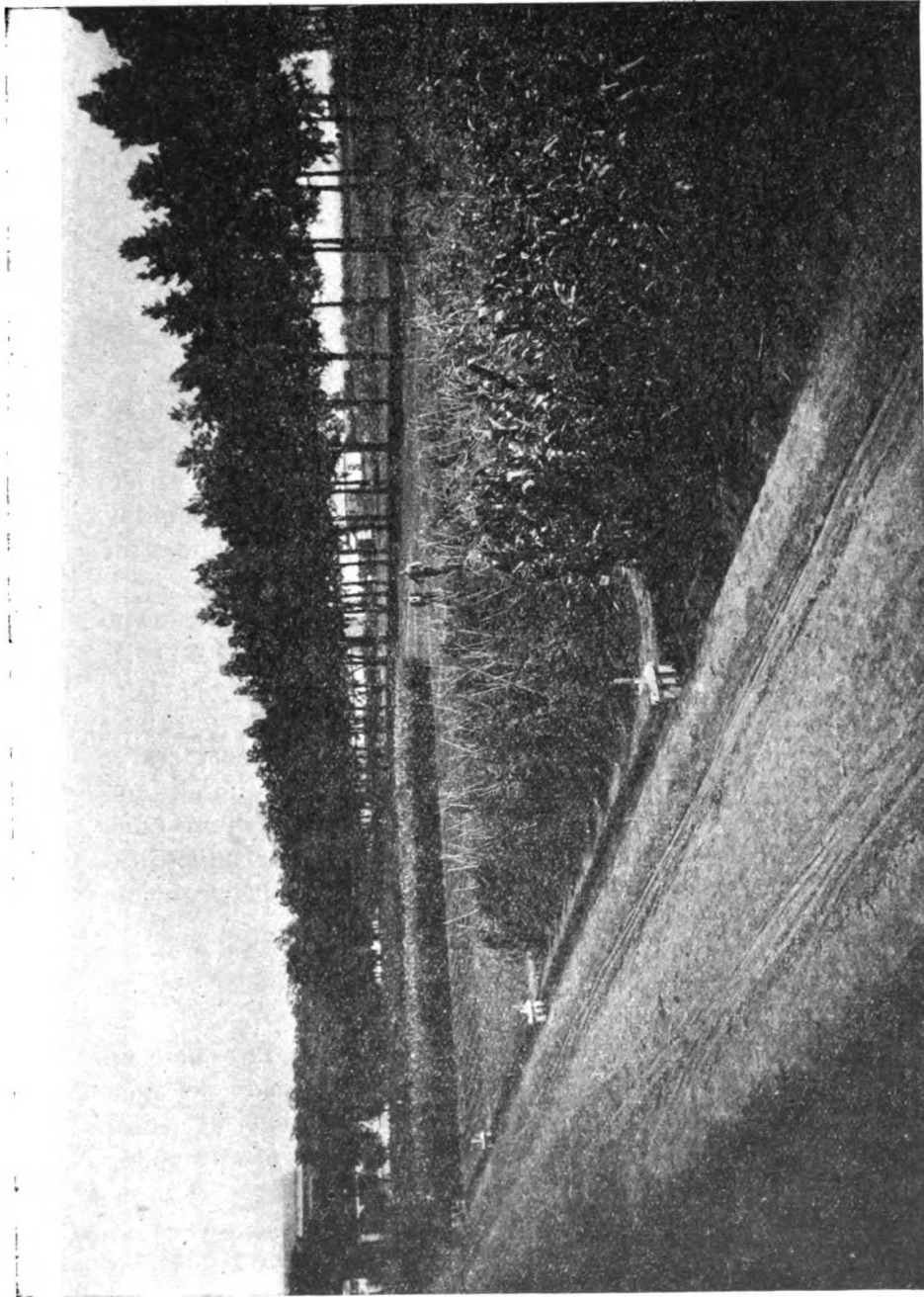


Fig 1. - Vista de conjunto del campo experimental de Hidrología Agrícola

evaporímetros establecidos en una instalación especial del anexo como puede verse en la figura 8 de este informe.

Como complemento, e intercalados a las experiencias, todas las veces que sea necesario, se agregarán los datos relativos a la marcha de la estación deducidos de las observaciones meteorológicas.

Hemos usado en lo posible el método gráfico de exposición bajo formas de diagramas; se ha reducido a lo estrictamente necesario la documentación por medio de cuadros numéricos para no cansar inútilmente al lector, y hemos extractado, de todos los datos conseguidos, sólo aquéllos que nos permitan sacar deducciones de algún interés práctico.

La marcha algo lluviosa de la estación nos ha hecho llegar, para algunos cultivos, a deducciones distintas de las que hemos conseguido en otras circunstancias; pero esto no nos debe sorprender porque mientras enrobustece la tesis de que toda experiencia debe considerarse en relación al medio en que se actúa, nos estimula también a seguir ensayando para poder, después de un buen número de años, tener un cúmulo de datos suficientes para ofrecer opiniones definitivas sobre cada problema sometido a estudio.

Por lo que se refiere a las propiedades del suelo en que se realizaron los ensayos, la composición del agua de riego y demás datos generales, invitamos al lector quiera consultarlo en el informe publicado el año ppdo.: *Revista de la Facultad*, Tomo XIV, núm. 3.

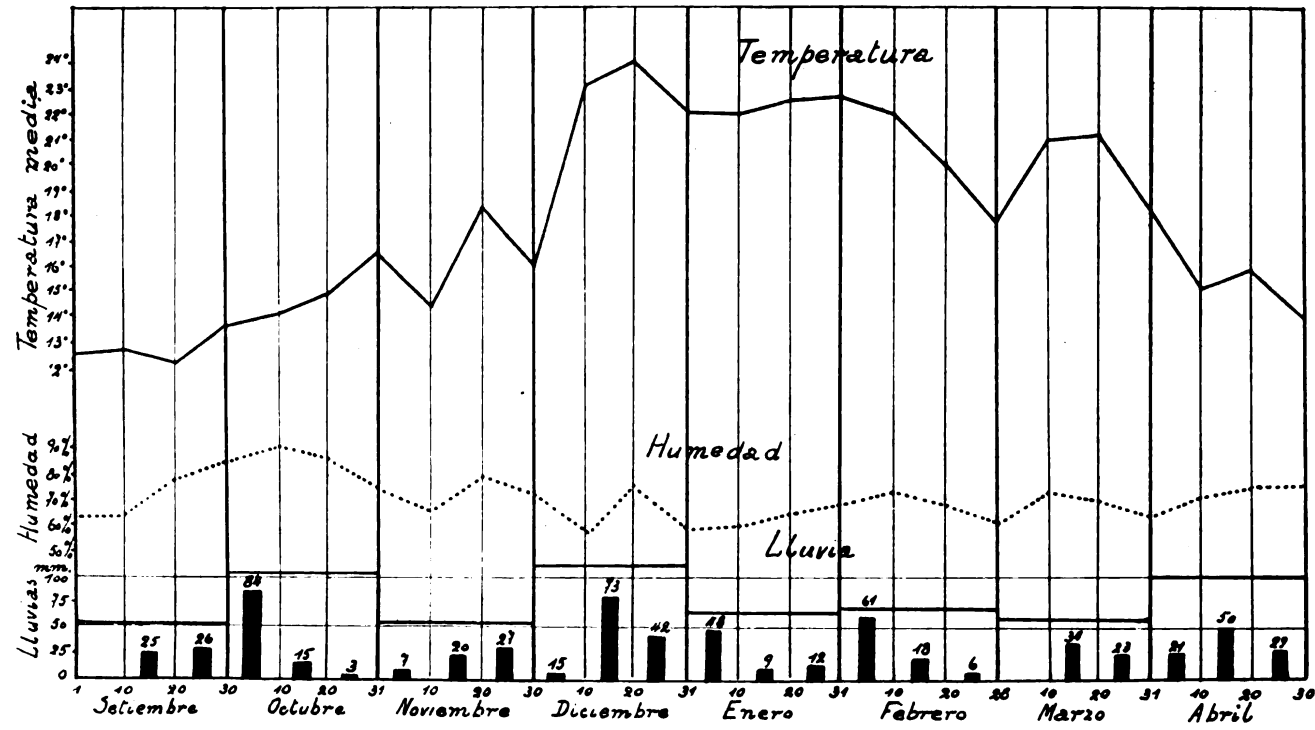


Fig. 2.—Diagrama de los principales fenómenos meteorológicos durante el período septiembre 1921, abril 1922

LLUVIAS DURANTE EL PERIODO DE LA EXPERIMENTACION

AÑO 1921	Total m/m	Días lluviosos	Máxima lluvia en un día
Setiembre	51	7	11.9
Octubre	102.7	11	58.4
Noviembre	54.1	7	18.4
Diciembre	116.5	9	54.0
AÑO 1922			
Enero	69.9	4	36.4
Febrero	85.4	10	25.1
Marzo	57.1	5	32.3
Abril	100.2	6	48.2
	635.2	59	

*
* *

PRIMERA SERIE

INVESTIGACIONES SOBRE EL BENEFICIO DEL RIEGO EN GENERAL

Por las razones expuestas en las páginas anteriores nos limitaremos a referir los resultados conseguidos sobre los siguientes cultivos: *alfalfa*, *sudan grass*, *maíz* y *remolacha*.

ENSAYOS SOBRE ALFALFA

La experimentación sobre esta forrajera tenía los objetos siguientes:

- 1º Demostrar la diferencia entre el riego por corrimiento y el riego por inundación.
- 2º Demostrar la influencia del número de riegos.
- 3º Estudiar la influencia de la siembra en líneas para facilitar las carpidas.

EXPERIENCIAS SOBRE EL CULTIVO DE ALFALFA

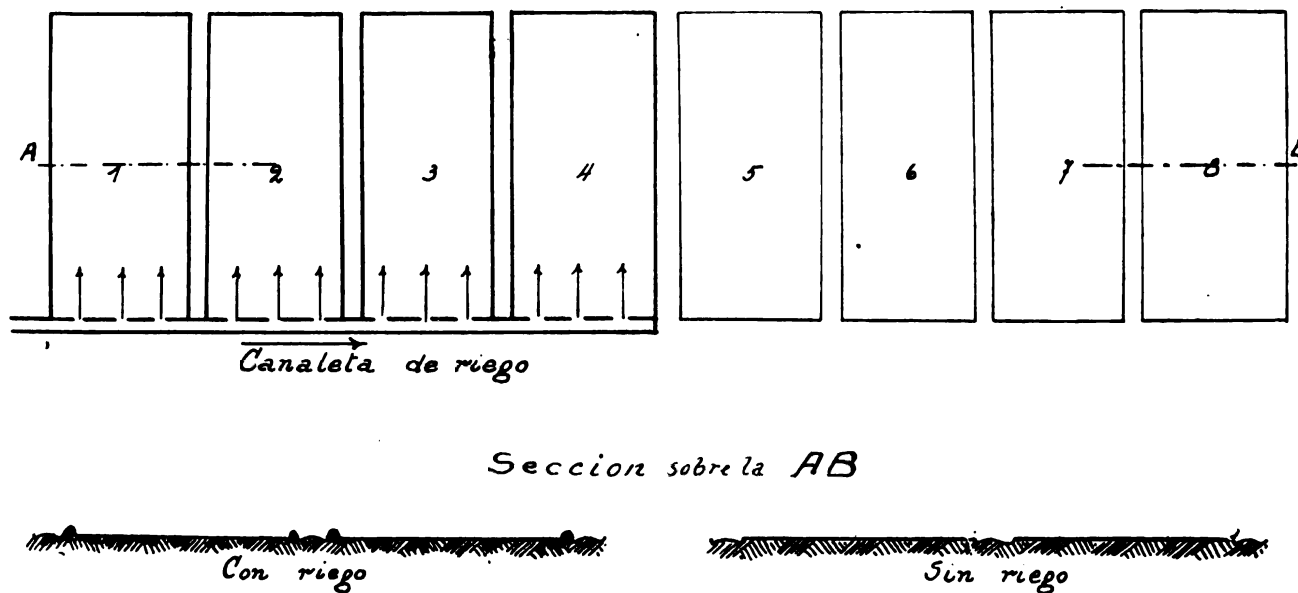


Fig. 3.—Serie de canteros sometidos a riego por manta o inundación.—Los canteros de 1 a 4 son con riego y las flechas indican la marcha del agua. Cada cantero ha sido rodeado por un pequeño borde según indica la sección o corte sobre la AB; los lotes 5 a 8 son sin riego para testigo y siembra en línea para el ensayo sobre el beneficio de las carpidas.

1º Sistema de riego más conveniente

Se prepararon dos grupos de canteros que se regaron así:

PRIMER GRUPO: Riego por manta o inundación: rodeando cada cantero con un pequeño borde. Es este el sistema de riego mayormente usado en la zona de riego del país, es el más sencillo y cómodo pues no se necesita sino aplanar, dividir y rodear los cuadros. El agua se proporciona dándole entrada en los cuadros por medio de boquetes abiertos en varios puntos de los bordes que lo rodean. (Fig. 3).

SEGUNDO GRUPO: Riego por corrimiento: sistematizando cada cantero con una inclinación según indica el croquis de la figura 4 y suministrando el agua por medio de canaletas en la cabecera de cada cantero. El agua desbordando corre en forma de velo uniformemente a lo largo de la parcela reuniéndose el exceso, si lo hay, en una canaleta de desagüe.

Para demostrar la influencia del sistema de riego sobre la producción, tomamos entre todos los datos recogidos con la experimentación de esta planta, los que consignan la *producción total* conseguida con los 4 cortes en los cuadros que recibieron el mayor número de riegos (4 riegos) en un caso por manta y en otro caso por corrimiento.

Riego por manta.

Producto por Ha. (4 cortes)	verde 66.550 Kg.
	seco 15.000 Kg.
Testigo sin riego producto	verde 39.200 Kg.
	seco 9.680 Kg.

Riego por corrimiento

Producto por Ha. (4 cortes)	verde 56.350 Kg.
	seco 12.800 Kg.
Testigo sin riego producto	verde 39.600 Kg.
	seco 10.600 Kg.

EXPERIENCIAS SOBRE EL RIEGO DEL ALFALFA

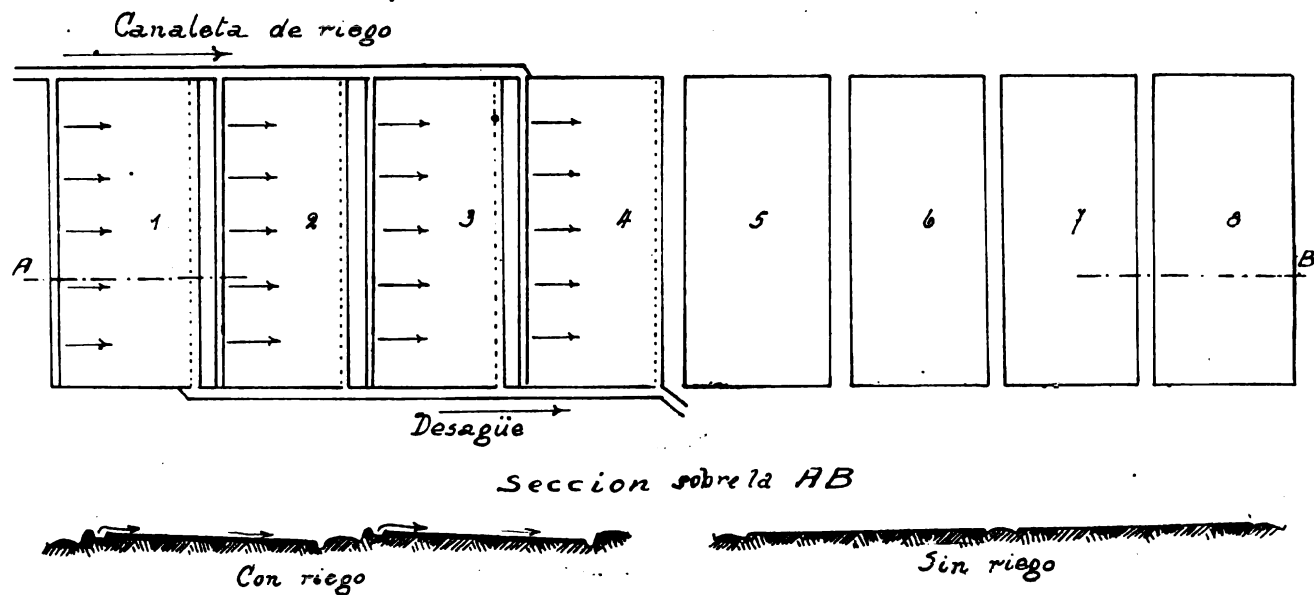


Fig. 4.—Serie de canteros sometidos a riego por corrimiento.—El agua desborda bajo forma de capa delgada de las canaletas trazadas en la cabecera de cada cantero por tener estos cierta pendiente en el sentido que indican las flechas en la planimetría y en la sección o corte AB. Los lotes 5 a 8 son sin riego y se usaron para ensayos sobre beneficios de las carpidas.

Las diferencias son visibles y no pueden ser atribuídas sino al distinto sistema de riego usado en los dos cuadros, desde el momento que los dos testigos ofrecen producciones aproximadamente iguales.

No creemos por eso poder deducir que el sistema de riego por corrimiento sea menos racional que el otro; es que la sistematización para esa clase de riego resulta algo difícil, y a no ser perfecta, la distribución del agua deja de ser uniforme; además influye sobre este sistema de riego la inclinación de las alas para el mejor aprovechamiento del agua y su pendiente para evitar pérdidas en los desagües y si todo eso no es bien previsto y estudiado, la producción se resiente como ha sucedido en este caso.

Pero analizando más a fondo los datos de la experiencia vemos que la diferencia de producción, bastante grande en el producto verde, se hace menos visible en el producto seco: quiere decir que el cambio de sistema solo favorece tal vez una mayor producción de savia o de tejidos mas ricos de agua sin afectar profundamente la producción de la materia orgánica seca que es lo que más interesa bajo el punto de vista práctico.

Como conclusión a este ensayo puede dejarse establecido que, no obstante ser preconizado, por casi todos los autores, el sistema de riego por corrimiento como el más racional y recomendable para praderas; en nuestro caso, para praderas de alfalfas, dicha superioridad no existe. Si además agregamos a esto, las dificultades que el sistema presenta para la perfecta sistematización de la superficie, llegamos a la conclusión que el actual sistema de riego a manta, usado por lo general en nuestra zona de regadio, siendo bien aplicado, se halla en condiciones de ofrecer todos los beneficios que el aporte de agua puede proporcionar al cultivo.

2º Influencia del número de los riegos y de la cantidad de agua sobre la producción

Es creencia general de que cada aporte de agua a un cultivo debe resultar beneficioso, pero nosotros sa-

EXPERIENCIA DE RIEGO SOBRE ALFALFA

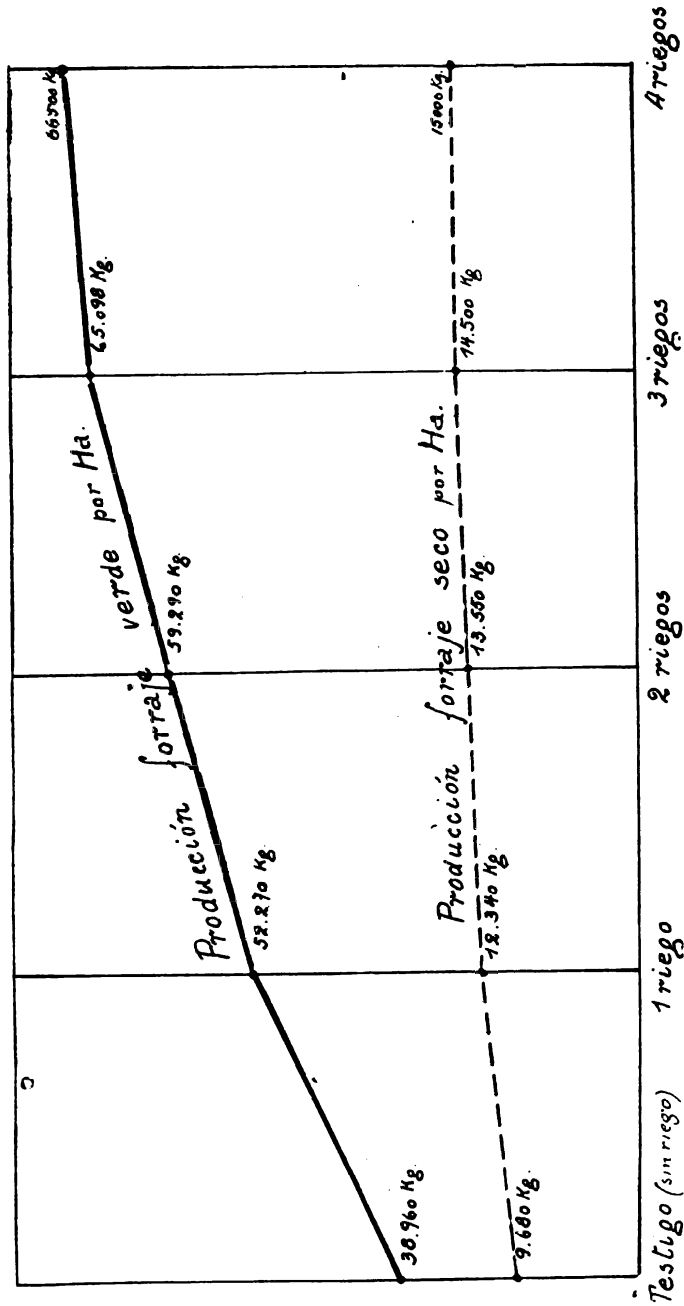


Fig. 5. - Diagrama de la producción del alfalfa con relación al número de riegos

hemos, y la experiencia lo comprueba, que hay un límite, pasando el cual una nueva suministración de agua no produce los efectos en la proporción deseada llegando en algunos casos hasta producir efectos completamente contrarios o negativos.

Esto no ha pasado en forma muy marcada para la alfalfa, cultivo eminentemente herbáceo, pero para otros cultivos como por ejemplo, el maíz veremos muy claramente cómo, debido al año relativamente lluvioso, la multiplicación de los riegos no ha surtido en todos los casos el efecto deseado.

La experiencia realizada con este fin sobre la alfalfa fué planteada en el modo como aparece en el cuadro adjunto que resume las producciones de los 4 cortes que se practicaron de Enero a Mayo del corriente año.

Los datos que se apuntan han sido deducidos de la primera serie de parcelas (con riego a manta).

RESUMEN DE LAS EXPERIENCIAS SOBRE ALFALFA

NÚMERO DE RIEGOS	AGUA RECIBIDA m. ³ p. Ha.		PRODUCCION TOTAL por Ha.	
	Riego	Lluvia	Verde	Seca
Con 4 riegos.	2500	2900	66.550 kg.	15.000 kg.
„ 3 „	2000	2900	65.098 „	14.500 „
„ 2 „	1400	2900	59.290 „	13.550 „
„ 1 „	800	2900	52.290 „	12.340 „
Testigo sin riego	—	2900	38.960 „	9.686 „

Conviene hacer notar que de la cantidad de agua llovida en el período experimental, (635 mm.,) se considera aprovechada para el cultivo un 45 % más o menos, o sea 290 mm. que corresponden a 2900 m³ por hectárea; el resto se considera perdido por corrimiento y evaporación inmediata.

La reproducción del diagrama de la página 15 nos facilita los comentarios a estas experiencias. En efecto,

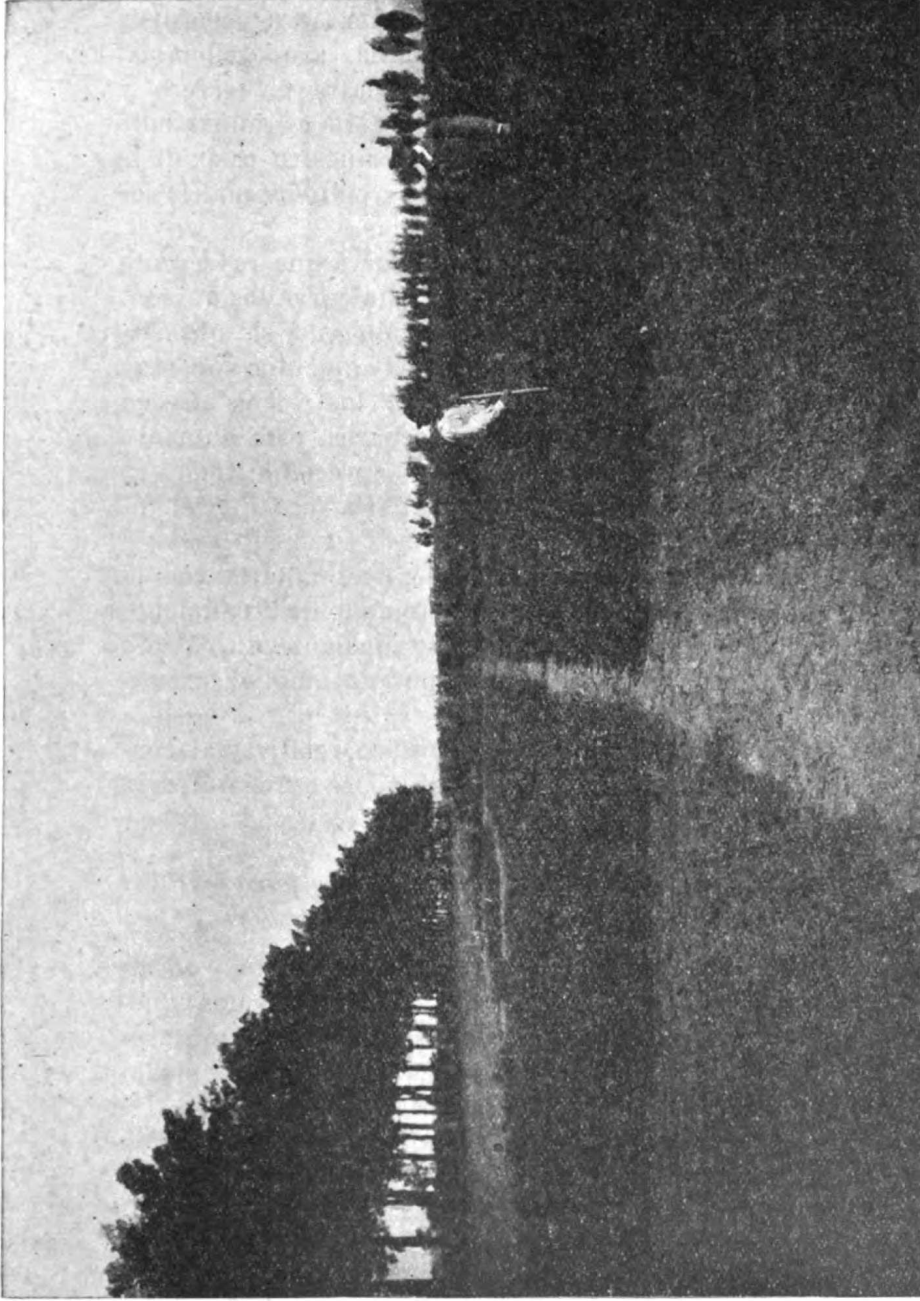


Fig 6 -- Alfalfa sembrada en líneas para la experimentación sobre carpida

salta a la vista que el beneficio de los riegos sucesivos no es siempre, como decíamos arriba, proporcional al aporte de agua, tan es cierto que entre el tercero y cuarto riego el aumento de producción es sumamente reducido: esto depende sin duda, en nuestro caso, de la marcha de las lluvias, pero en otros cultivos podría ser debido también a otras circunstancias.

Muy interesante es por cierto la curva que representa la producción de forraje seco; en esta curva los aumentos no guardan la misma proporción que se observa en la curva del forraje verde; dichos aumentos son muy pequeños y esto indica que, si bien los riegos ofrecen mayor aumento de producción herbácea, este aumento de producción es menos sensible y apreciable toda vez que se considere la cantidad de materia seca que el forraje contiene.

De todos modos, el aumento existe, faltaría ver la faz económica del problema, relacionando dicho aumento con los gastos que implica el riego mediante un cálculo fácil a realizar y que omitimos por no ampliar excesivamente este informe.

Otras deducciones de orden científico, relativas al consumo unitario de agua, en este cultivo, se agregarán más adelante.

3º Influencia del sistema de siembra en línea para facilitar las carpidas o rastreos después de cada corte

Es este el sistema preconizado para el cultivo de alfalfa en regiones áridas o semi-áridas; lo hemos querido ensayar sabiendo que solamente en años muy secos habría podido hacer resaltar sus ventajas en el medio ambiente de nuestro campo experimental.

No obstante eso, alguna enseñanza podrá sacarse de esta experiencia por cuyo motivo, resumimos los datos conseguidos. Ellos se refieren a la producción de los últimos dos cortes, en los cuales la alfalfa se halló en mejores condiciones para ofrecer las diferencias debidas al distinto tratamiento.

RESUMEN DE LAS EXPERIENCIAS SOBRE ALFALFA SEMBRADA EN LINEA

		Producto por Ha. en dos cortes	
		Pasto verde	Pasto seco
<i>Siembra en líneas.</i>			
a 40 ctms.	Carpida	22.264 kg.	7.453 kg.
	No carpida	19.844 „	6.776 „
a 20 ctms.	Carpida	21.683 „	6.195 „
	No carpida	20.618 „	5.914 „
<i>Siembra al voleo</i>			
Testigo.		18.876 „	5.469 „

Aunque no muy pronunciados, los aumentos conseguidos con las siembras en líneas y sobre todo con las carpidas, revelan que estas prácticas culturales benefician al cultivo, aún en años relativamente lluviosos. En localidades menos favorecidas por las lluvias las diferencias deberán ser sin duda notables. Esto explica la razón de la extensa aplicación de dicho sistema en las regiones típicas del Dry-farming de los Estados Unidos de Norte América.

SUDAN GRASS O YERBA DEL SUDAN (1)

Con nuestros ensayos no nos proponíamos poner de manifiesto las cualidades de este sorgo forrajero, lo que ya ha sido hecho por varios agrónomos en distintas ocasiones y en los últimos años.

Quedando dentro de las finalidades perseguidas en nuestro campo experimental, al ensayar este cultivo, teníamos los objetos siguientes:

1º Demostrar el beneficio de las carpidas después de cada corte.

2º Estudiar el efecto de los riegos con o sin carpidas sucesivas.

(1) *Andropogon Sorguni* variedad *Sudanensis*.

1° Efecto de las carpidas después de cada corte

La siembra se realizó en Octubre, los cortes se efectuaron en Enero 7, Febrero 8 y Marzo 27; las carpidas se practicaron entre las líneas después de cada corte.

Las producciones totales de estos tres cortes fueron las siguientes:

Total forrage verde en los tres cortes por hectárea.	}	sin carpidas . . . Kg. 62.500
		con carpidas 66.000

La diferencia en favor de los lotes carpidos es muy pequeña sin duda, y podría resultar dudosa la utilidad económica de esta mejora. La razón de eso debería buscarse a nuestro modo de ver, por un lado en la marcha relativamente lluviosa de la estación (635, mm. de lluvia en el período de la experiencia) y por otro lado quizás a la reconocida rusticidad de esta planta.

2° Efecto de los riegos con y sin carpidas

Para este ensayo, la mitad de cada lote se sometió a carpidas después de cada riego, dejando la otra mitad sin carpir. La cantidad de agua suministrada con los riegos y las producciones de los distintos lotes van resumidas el cuadro de la pág. 22.

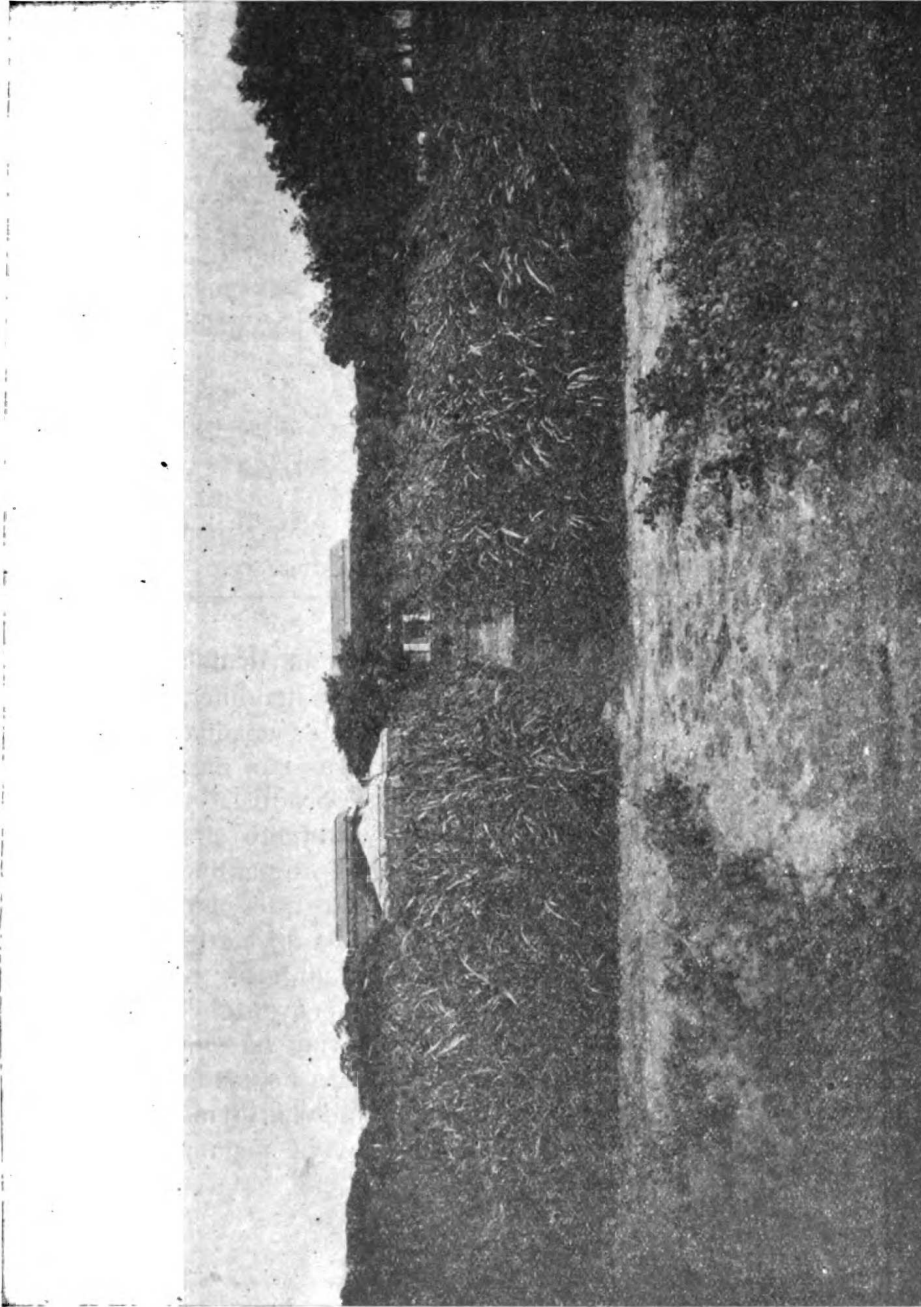


Fig. 7.—Lotes con sudan grass o yerba del Sedan para ensayos de riegos y carpidas

RESUMEN DE LOS ENSAYOS SOBRE SUDAN GRASS

TRATAMIENTOS		Agua recibida por hectárea		Producción en los tres cortes	
		riego	lluvia (1)	verde	seca
Con 3 riegos	con carpida .	1200 m ³	2900 m ³	63.000	25.000
	sin carpida .	1200 „	2900 „	65.000	25.000
Con 2 riegos	con carpida .	800 „	2900 „	64.000	24.000
	sin carpida .	800 „	2900 „	64.000	24.000
Con 1 riego	con carpida .	400 „	2900 „	66.000	24.000
	sin carpida .	400 „	2900 „	64.000	23.000
Testigo sin tratamiento. . .		—	2900 „	62.000	25.000

Se repite también para esta segunda parte de la experiencia sobre esta forrajera el mismo fenómeno que hemos señalado en el caso anterior de las carpidas. Las diferencias debidas a los distintos riegos son muy poco sensibles si se toma en consideración la producción verde y desaparecen por completo en el producto el estado seco signo evidente que los pequeños aumentos debidos al riego no han surtido más efecto que el de elevar el contenido de agua en los tejidos de las plantas.

Esto enrobustece nuestra afirmación anterior relativa a la rusticidad de este cultivo: quiere decir entonces que el agua recibida por medio de las lluvias ha sido más que suficiente para conseguir el máximo de producción dentro de las condiciones impuestas por los demás elementos que constituían el medio de vida de la planta.

(1) Tomamos la lluvia de Octubre a Marzo y consideramos, como se hizo para la alfalfa, que un 45 % de esta sea aprovechada por el cultivo, perdiéndose lo demás por corrimiento y evaporación inmediata.

MAÍZ

En este segundo año de experimentación sobre maíz se han conseguido también datos interesantes que, si bien no concuerdan exactamente con los del año anterior debido a la marcha distinta de la estación, revisiten igualmente suma importancia en cuanto demuestran una vez más que los beneficios del riego se hallan íntimamente ligados con la marcha del año y que para su estudio definitivo son necesarias numerosas y repetidas experiencias.

No detallamos los resultados conseguidos con el nuevo ensayo por no ampliar demasiado este informe; pero, aun sintetizándolos ellos resultan igualmente útiles y de gran enseñanza práctica.

Los resultados relacionados por hectárea fueron los siguientes:

TRATAMIENTOS	Agua recibida por hectárea		PRODUCTOS		Relación entre planta y espiga
	riego	lluvia	plantas	espigas	
Con 3 riegos . . .	1.200 m ³	2.900 m ³	22.000 kg.	2.875 kg.	13 %
Con 2 riegos . . .	800 „	2.900 „	22.500 „	3.550 „	16 %
Con 1 riego . . .	400 „	2.900 „	25.500 „	3.925 „	16 %
Testigo			16.200 „	3.000 „	18.8 %

Un solo riego, dado en momento oportuno, permitió alcanzar el máximo de producción; la estación relativamente lluviosa no sólo no ha permitido se manifestara un aumento proporcional de producción con un segundo y un tercer aporte de agua sino que dió lugar a que se manifestara *un perjuicio real en el lote que ha recibido tres riegos.*

El perjuicio no es tan visible en la producción total desde el momento que el peso de las plantas en con-

junto de ese lote es poco distinto del que ofrece el lote contiguo y bastante superior al del testigo; la menor producción se revela en las espigas lo que indica que *el exceso de agua resulta sobre todo perjudicial en la producción de los granos*. Mientras en el testigo la relación entre espigas y plantas es de un 18 % esta relación baja a un 13 % en el lote con 3 riegos.

REMOLACHA AZUCARERA

Como el ensayo sobre esta planta se amplió con el estudio comparativo del riego por filtración superficial y subterránea, pasamos a la segunda parte de este informe los datos que se han obtenido, para resumir en un conjunto únicos las observaciones y deducciones que de ellos pueden desprenderse.

*
* *

SEGUNDA SERIE

ENSAYOS COMPARATIVOS SOBRE EL RIEGO SUBTERRÁNEO

Son contados los experimentadores que realizaron ensayos sobre este sistema de riego; pero todos los que se ocuparon de la cosa concuerdan con llamar la atención sobre las ventajas que dicho sistema reporta sobre todo para ciertos cultivos (hortalizas especialmente) en ciertas condiciones de suelo y clima y para los casos en que escaseando o resultando cara el agua, se quiera economizar este elemento para repartirlo sobre una superficie lo más grande posible.

El sistema presenta sin duda el grave inconveniente de requerir un gasto notable de instalación, pero creemos que en pocos años estos gastos serían compensados ampliamente sobre todo cuando se presentan las condiciones expuestas en el párrafo anterior. No detallamos

VISTA GENERAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL ANEXO CON INSTALACION PARA EVAPORIMETROS
Y RIEGO SUBTERRANEO

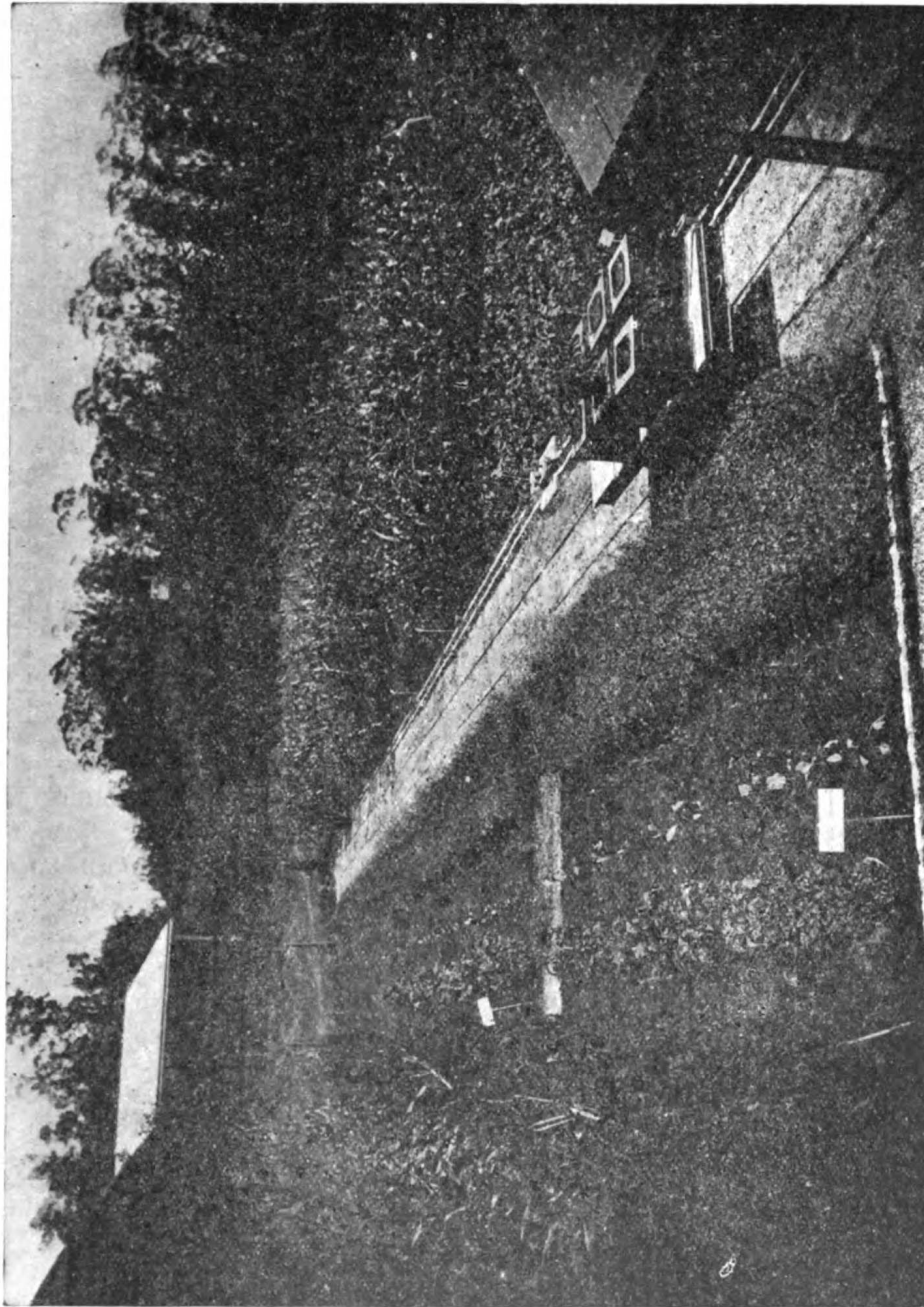


Figura 8

las formas distintas que pueden adoptarse en la instalación del riego subterráneo para lo cual pueden consultarse tratados sobre la materia; sólo diremos que se trata en todos los casos de construir conductos permeables a cierta profundidad (caños de barro, ladrillos en seco, cascotes, etc.) volviendo a rellenar las zanjas.

Para nuestro campo hemos empleado caños de barro que se enterraron a 35 cm. de profundidad formando líneas a distancia de m. 0,70, 0,90 y 1,10 respectivamente.

Este dispositivo de ensayo nos permitió deducir también la influencia de la distancia de las líneas de los caños sobre la producción de las plantas para poder establecer la distancia que más conviene entre las líneas en esa clase de suelo.

Los cultivos que se ensayaron en el cuadro preparado para riego subterráneo fueron los siguientes: *remolacha, cebollas, porotos, tomates, coliflores, alfalfa.*

Aunque el alfalfa no resulta ser un cultivo económicamente apto para este sistema de riego, lo hemos querido experimentar solo con el objeto de ver hasta donde puede beneficiarse con este sistema un vegetal de desarrollo casi continuo como esta forrajera. Los resultados han sido en efecto muy interesantes como podrá verse a continuación.

En todos los cultivos citados los ensayos son comparativos entre el riego superficial (sistema común) y el subterráneo, habiendo en todo caso un testigo para el control.

La cantidad de agua suministrada ha sido:

Para riego subterráneo: 3 riegos con un total de agua correspondiente a 340 m³ por hectárea.

Para el riego superficial por surcos: 3 riegos con un total de 600 m³ por hectárea.

Los resultados conseguidos han sido los siguientes:

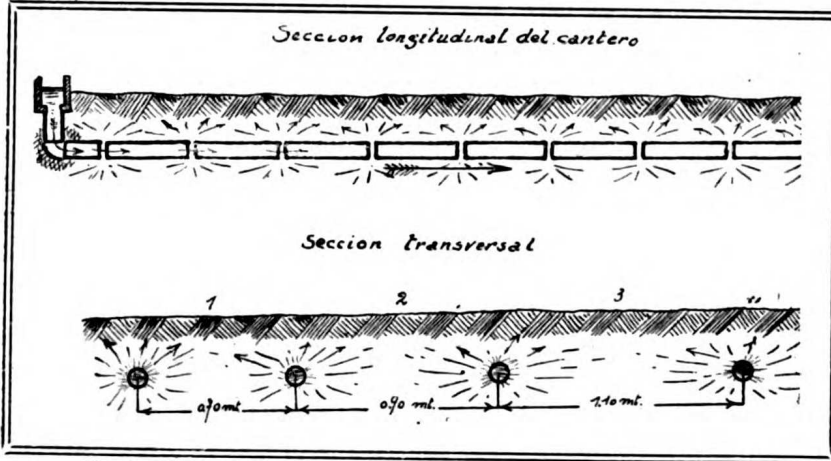


Fig. 9.—Dibujo esquemático de la disposición de los tubos para el ensayo de riego subterráneo



Fig. 10.—Coliflor conseguido con riego subterráneo. Reproducimos esta fotografía con el solo objeto de demostrar hasta donde puede llegar el beneficio de riegos apropiados en el cultivo de hortalizas.

ALFALFA

La producción es calculada por hectárea y corresponde a los *cinco cortes* realizados desde Diciembre hasta fines de Mayo:

Con riego subterráneo, forraje verde	Kg.	119.000
Con riego superficial, " " "		92.600
Sin riego " " "		70.000

Otra faz de la experiencia: en el tablón correspondiente al riego subterráneo se pesaron por separado, en tres lotes, las porciones de pasto cortadas sobre los intervalos comprendidos entre las líneas de los tubos *con el objeto de comprobar la influencia de la distancia de las líneas sobre la producción*. Esto se hizo por un solo corte obteniéndose por hectárea:

Fracción del lote con caños a 0.70;	pasto verde	Kg.	27.800
" " " " " " "	0.90;	" " "	27.600
" " " " " " "	1.10;	" " "	23.800

Quedaría así demostrado que para esta clase de suelo no deberían colocarse los conductos a distancias mayores de un metro para no reducir demasiado la producción.

REMOLACHA AZUCARERA

Ofrecemos ahora conforme habíamos establecido, todos los datos relativos a los distintos ensayos realizados sobre este importante cultivo industrial.

No ha sido nuestro objeto establecer la posibilidad y la conveniencia económica de este cultivo, solo deseábamos iniciar su experimentación con relación al riego y otros procedimientos culturales con el objeto de ir reuniendo antecedentes y datos aptos a servir de guía a su explotación que es de desear se inicie en un futuro no lejano.

Reunimos en forma sintética los numerosos datos que se han obtenidos en las distintas experiencias:

ENSAYOS SOBRE REMOLACHA	RIEGO		Sin riego
	Subterráneo	Superficial	
Agua suministrada en tres riegos por Ha.	340 m ³	600 m ³	—
Lluvia en el periodo Octubre-Marzo . .	484 mm.	484 mm.	484 mm.
Peso medio de cada raíz	1.350 kg.	0.900 kg.	0.480 kg.
Producción por Ha. calculando 20.000 plantas	27.000 kg.	18.000 kg.	9.600 kg.
Contenido en azúcar (1)	9.4 %	9.7 %	11.00 %
Cantidad de azúcar producida por Ha. .	2.538 kg.	1.747 kg.	1.104 kg.

El riego subterráneo según puede desprenderse de estos datos, más que el riego superficial ha favorecido el desarrollo de las raíces de remolacha siendo el peso medio unitario de las mismas bastante superior con el primer sistema, consiguiéndose esa ventaja con un consumo de agua mucho más reducido.

Como era de preveer el análisis químico ha revelado para las remolachas obtenidas con riego un porcentaje más bajo de azúcar siendo dicho porcentaje menor en las con riego subterráneo por tratarse de raíces más desarrolladas. Es cierto que debido al notable aumento de la producción, provocado por el riego la cantidad de azúcar por hectárea resultaría ser siempre mayor para las remolachas regadas, pero este dato no basta para dictaminar sobre la conveniencia de esta mejora bajo el punto de vista industrial, porque convendría conocer otros datos que interesan el proceso de manipulación del producto.

(1) Los análisis fueron practicados por el señor Ingeniero Agrónomo C. Ferri de nuestra Estación Agronómica.

CEBOLLAS

Este cultivo, eminentemente hortícola, se ha beneficiado bastante por el riego habiéndose conseguido diferencias apreciables entre los dos sistemas ensayados:

- Con riego subterráneo; peso cada cien cabezas Kg. 13.150
- Agua usada: (340 m³. p. ha.)
- Con riego superficial; peso cada cien cabezas Kg. 11.800
- Agua usada: (600 m³. p. ha.)
- Sin riego; peso cada cien cabezas Kg. 9.950

La diferencia entre riego superficial y subterráneo es menos marcada que en otros cultivos, debido quizás al modo de vegetar de esta planta; pero no debemos olvidar que con el riego subterráneo se suministró una cantidad de agua mucho menor evitándose al mismo tiempo la formación de costra superficial después de cada riego lo que, como es sabido, implica la necesidad de carpidas para evitar el excesivo y rápido desecamiento del suelo.

POROTOS

Los efectos del riego sobre este cultivo resultan muy marcados siendo también grande la diferencia de producción entre el riego subterráneo y el superficial, como puede apreciarse de los datos que consignamos a continuación y que resumen las experiencias.

Ofrecemos la producción de cien plantas lo que guarda la misma relación que la producción por hectárea.

- Con riego subterráneo (340 m³ por hectárea) Kg. 9.900
- Con riego superficial (600 m³ por hectárea) Kg. 6.590
- Sin riego Kg. 5.120

Los pesos totales de las 100 plantas secas arrancadas en las tres amelgas resultó ser de 29 kg., 19 kg. y 12 kg. respectivamente. Estos datos podría ser utilizados para los cálculos de consumo de agua, por cada

kilogramos de materia seca formada, teniendo en cuenta que deben calcularse 8 plantas por metro cuadrado de terreno.

TOMATES

Hemos manifestado en las primeras páginas de este informe que el estudio completo de los efectos del riego sobre el cultivo del tomate, que se viene experimentando desde hace dos años, será hecho en otra oportunidad. Lo que vamos a exponer por ahora es solamente la experiencia especial realizada en el pequeño campo anexo, planteada con el único objeto de comparar los dos sistemas de riego superficial y subterráneo.

Los lotes tenían 64 plantas cada uno, la producción que relacionamos a 100 plantas, fué la siguiente:

Con riego subterráneo (340 m ³ . por hectárea)	Kg. 234
Con riego superficial (600 m ³ . por hectárea)	Kg. 214
Sin riego	Kg. 172

Cada tres plantas ocupaban un metro cuadrado lo que corresponde a 30 mil plantas por hectárea.

Aunque no en forma tan marcada, como para otros cultivos, también en este se nota una ventaja con el uso del riego subterráneo siendo en cambio bastante fuerte la diferencia entre los lotes con riego el lote sin riego.

*
* *

TERCERA SERIE

CONSUMOS UNITARIOS DE AGUA PARA ALGUNOS CULTIVOS

La determinación exacta del consumo de agua por parte de las plantas comprende una serie de investigaciones cuyo control largo y minucioso debe abarcar todo el ciclo vegetativo de las mismas.

El carácter científico de nuestra enseñanza superior agronómica exige que se eleve el nivel de esta a la misma

altura a la que supieron colocarla los más conocidos experimentadores de otros países.

Creemos necesario por lo tanto insistir sobre la necesidad de extender y llevar con método racional y científico los estudios de esta naturaleza para conseguir datos que sirvan de base y de guía para la introducción racional del riego en distintas regiones del país; ya hemos aportado en otras oportunidades nuestra contribución sobre tan importante asunto; agregamos ahora los datos deducidos en el actual período de experimentación proponiéndonos seguir en lo sucesivo estos ensayo con el deseo de que se multipliquen pronto estos datos tan interesantes.

ENSAYOS POR MEDIO DE CAJONES EVAPORÍMETROS

Se construyeron seis sajones con lata en su interior, capa aisladora de aserrín y forro de madera, aptos a ser pesados con facilidad y medir las pérdidas diarias de agua debidas a la evaporación del suelo o a la transpiración de las plantas.

Los seis cajones dispuesto sobre una zorra de Deconville para poderlos retirar durante la noche y los días lluviosos, contenían lo siguiente:

Cajón N° 1 agua para conocer su evaporación.

Cajón N° 2 tierra humedecida de arriba.

Cajón N° 3 tierra humedecida de abajo. (1)

Cajón N° 4 tierra humedecida de abajo.

Cajón N° 5 tierra humedecida de abajo.

Cajón N° 6 tierra humedecida de abajo.

} Con cultivo
(plantas de maíz)

Las pérdidas de peso del cajón 2 permiten apreciar lo que evapora el suelo con costra superficial; las diferencias entre el cajón dos y el tres nos permiten apreciar la economía de evaporación conseguida por efecto

(1) Se consiguió por medio de un cañito lateral para la suministración del agua la que llegaba al fondo y subía por capilaridad conservándose así la capa mullida a la superficie.

Y CONSUMO DE AGUA DE LAS PLANTAS

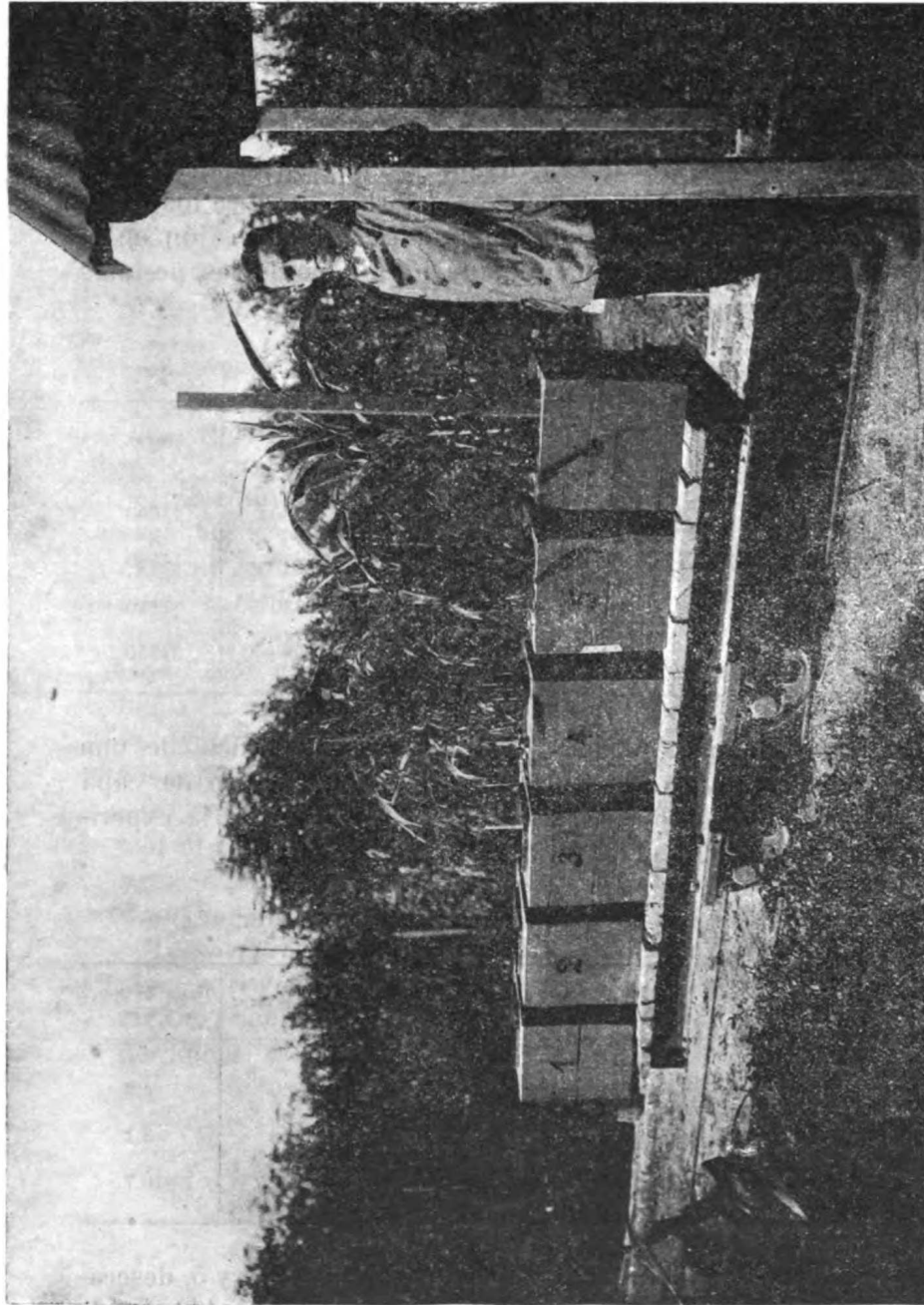


Figura 11

de la capa mullida a la superficie. Los cajones 4, 5 y 6, evaporando más del cajón 3 por efecto del cultivo, permiten establecer lo que las plantas consumen por transpiración, siendo en tal modo posible establecer un *balance hídrico* de las pérdidas de agua en el suelo.

Reproducimos sin más y en forma sintética los datos relativos a las pérdidas apuntadas en cada cajón en el transcurso de la experimentación sumando las pesadas correspondientes a cada mes.

PERDIDA DE AGUA EN GRAMOS EN CADA CAJON

	ENERO 10 días	FEBRERO 28 días	MARZO 8 días	TOTAL
Cajón N° 1	3700	8380	2500	14500
Cajón N° 2	4400	7820	2440	14660
Cajón N° 3.	2700	3600	840	7140
Cajs. N° 4-5 y 6 } Termino Medio . }	2850	14000	7900	24750

Relacionando estas pérdidas a la superficie de una hectárea y expresandolas también bajo forma de capa en mm. por día durante todo el período de la experimentación, tenemos:

PERDIDA DE AGUA RELACIONADA A UNA HECTAREA

Condiciones	Cajón N°	M ³ p. hectárea	Capa en mm. diario
En el suelo con costra superficial.	2	2920	6.3
En el suelo carpido.	3	1428	3.1
En el suelo carpido y con vegetación.	4, 5 y 6	4950	10.7

Las plantas arrancadas de los cajones N° 4 y 5, desecadas y pesadas dieron un término medio de 110 gr. de

materia orgánica seca, por cada cajón la que ha sido producida con 24750 granos de agua; esto representa un consumo de 225 kilos de agua por cada kilo de materia orgánica.

En el momento de arrancar las plantas éstas se hallaban en plena vegetación herbácea; la experiencia continuó con el cajón N° 6 habiéndose dejado en el mismo las plantas para que estas completaran su desarrollo (8 de Mayo). Los datos conseguidos hasta esa fecha fueron:

Pérdida en el cajón 3 (suelo carpido).	gs. 12.180
" " " " 6 (con maíz)	gs. 48.900

Habiendo sido de 240 gramos el peso de la materia orgánica seca cosechada en el cajón 6, resulta para este caso un consumo unitario de 204, mientras fue de 225 en el período herbáceo de la vegetación como se comprobó en los cajones 4 y 5. Esto demuestra que el período que media entre la floración y la maduración de la planta es el más conveniente para la acumulación de la materia orgánica, consiguiéndose esto con mayor economía de agua.

El consumo total de agua apuntado en la experiencia con el cajón 6.5 corresponde a una capa algo menor de agua habiendo bajado a 9 mm. diario para todo el período vegetativo de la planta (ver cuadro al pié).

Tomando en consideración los consumos totales de agua correspondientes al período herbáceo de la vegetación puede establecerse la siguiente repartición en las pérdidas:

BALANCE DE LAS PERDIDAS DE AGUA EN EL SUELO

Días No	Estado del suelo	Naturaleza de la pérdida	m3 p. Ha.	m. m. diarios
46	Tierra con costra	Evaporación	2920	6.3
46	Tierra carpida	Evaporación	1428	3.1
46	Con maíz herbáceo	Evapor. y transp.	4900	10.7
106	Tierra carpida	Evaporación	2436	2.3
106	Con maíz maduro	Evapor. y transp.	9780	9.6

REPARTICION CENTESIMAL DE LAS PERDIDAS

	Suelo no carpido	Suelo carpido
<i>Maíz herbáceo</i> (primer periodo)		
Agua evaporada	59 %	29 %
„ transpirada	41 %	71 %
<i>Maíz maduro</i> (toda la vegetación)		
Agua evaporada	—	25 %
„ transpirada	—	75 %

Concretando, respecto a esta serie de ensayos que, aún teniendo carácter científico, no dejan de revelar fenómenos de interés sumamente práctico, creemos poder sacar desde este primer período de experimentación las siguientes conclusiones:

1º El consumo de agua para formar un kilo de materia seca, estando el suelo carpido para que sea mínima la evaporación, disminuye a medida que la planta va acercándose a su completa maduración (240 kg. hasta la floración, 204 hasta maduración).

DIAGRAMA DE LOS CONSUMOS DE AGUA PARA FORMAR UN KGR. DE MATERIA ORGÁNICA

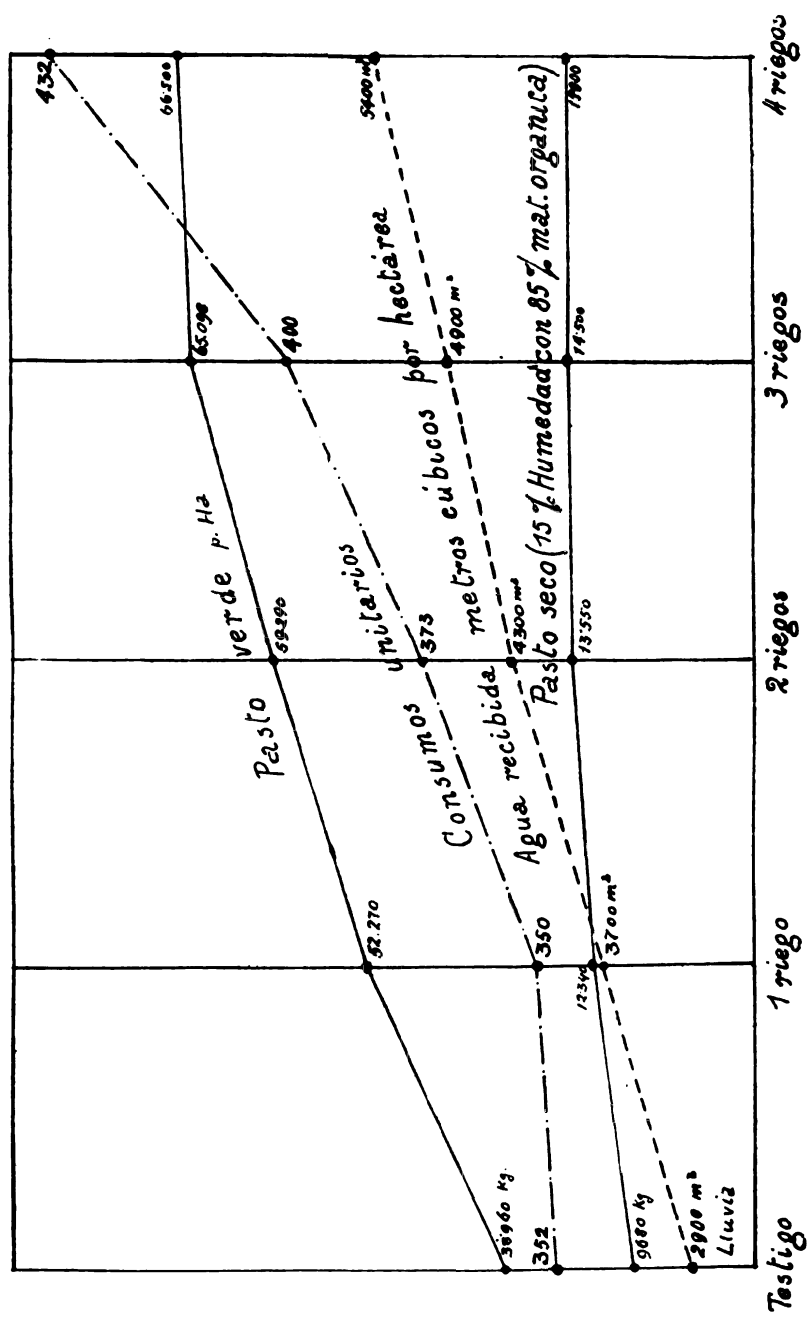


FIG. 13

2º La pérdida de agua que sufre el suelo desnudo diariamente por evaporación se puede reducir hasta menos de la mitad por efecto de la carpida (de 6.3 a 3.1 mm.).

3º Las pérdidas totales de agua en suelo con cultivos, (evaporación y transpiración) alcanza 10.7 mm. en el período hasta la floración, bajando a 9.6 durante todo el ciclo vegetativo; pero la menor pérdida parece debida a la menor evaporación (de 3.1 a 2.3 m. m.) debido a la estación menos calorosa.

4º Los pérdidas diarias apuntadas resultan algo más elevadas de las que consignan los autores europeos (Cantoni 6 m. m. Nadault de Buffon 4-5 m. m., Risler 2.8—7 mm.) signo evidente de que ellas *deben relacionarse siempre a las condiciones del medio ambiente.*

5º De la pérdida total de agua del suelo más de la mitad (59 %) se debe a la por evaporación cuando el suelo no es carpido, mientras evapora apenas el 29 % si el suelo es carpido. Tomando en cuenta todo el período vegetativo, dicha pérdida baja a 25 % siempre que se trate de suelo carpido, siendo el restante 75 % absorbido por las plantas y utilizado para la formación de sus tejidos.

*Deducción del consumo unitario de agua
en el cultivo de alfalfa
practicado en el campo experimental*

Limitamos solamente al alfalfa las consideraciones relativas al consumo de agua por cada kilo de materia seca porque es este, entre todos los cultivos practicados, el que nos ha permitido reunir mayor cantidad de datos que nos permitirán llegar a conclusiones lo más acertadas posibles.

Para el cultivo del maíz se hizo una amplia discusión al respecto en el informe del año ppdo. al cual podrá recurrir el lector interesado para las comparaciones que el caso sugiere.

Los datos correspondientes a este cultivo (ver pág. 11) nos permiten deducir lo siguiente:

	CALCULO POR HECTÁREA	
	agua consumida riego y lluvia	producto seco menos 15 p. o hum.
Testigo sin riego	2900 m ³	8.240 Kilos
Con 1 riego	3.700 ..	10.490 ..
Con 2 riegos	4.300 ..	11.520 ..
Con 3 riegos	4.900 ..	12.325 ..
Con 4 riegos	5.400 ..	12.500 ..

Por medio de estos datos se han sacado los siguientes consumos de agua por cada Kg. de materia seca

Testigo consume	352	Kg. de agua
Con 1 riego . . .	350
.. 2 riegos . . .	373
.. 3	400
.. 4	442

Con estos datos hemos construido el siguiente diagrama que va comentado en el epígrafe que lo acompaña.

Las deducciones que pueden sacarse del diagrama son las siguientes:

I. A medida que aumenta el aporte de agua, aumenta casi paralelamente la producción de pasto verde:

II. la producción de materia orgánica seca sigue en aumento mucho más lento:

III. el consumo unitario de agua aumenta sensiblemente por cada riego signo evidente que esa agua no resulta siempre aprovechada en forma completa y económica por la planta.

La solución ideal del problema consiste en determinar el límite económico pasando el cual un nuevo aporte de agua ya no resulta recomendable y útil. La solución varía con los años, con los suelos con el clima, en nuestro caso el óptimo ha correspondido al tercer riego.