

SECCIÓN TESIS DE EX-ALUMNOS Y TRABAJOS DE ALUMNOS

Contribución al estudio de la determinación de la cantidad de agua necesaria para riego, en la región platense

Por LUIS G. FERREYRA

IMPORTANCIA Y ORIENTACION DEL ESTUDIO

El problema propuesto que he encarado en la única solución que creía posible, ha sido estudiado en otros países; pero, sus resultados tienen un valor relativo para nosotros, desde que por sus relaciones con los distintos factores que lo alteran, está sujeto para las zonas agrícolas, a condiciones completamente locales.

Es grande la importancia de este capítulo tan fundamental de la hidráulica agrícola pues no hay, en nuestro país, datos que puedan servir de base para los proyectos de obras hidráulicas de riego. La prueba la tenemos en la forma tan variada con que se han establecido los caudales de agua de riego en las provincias, que varían entre cuatro litros por segundo y hectárea, en Santiago, hasta 0,25 en los altos de Córdoba donde escasea el agua. El Ingeniero C. Wauters establece para el riego en el partido de Patagones, la cantidad de 0.30 litros por segundo y hectárea.

¿A qué se debe entonces tanta variación? ¿A las condiciones locales de medio que son fundamentalmente distintas? En Santiago, donde el clima, típico de región continental, con cantidad de lluvia relativamente abundante, para la mayor parte de los cultivos, se le provee al suelo cultivado de un caudal de agua doce veces mayor que en el partido de Patagones, donde el clima, propiamente marítimo, es muy distinto al anterior. Esto nos sugiere enseguida la idea de que para nada se ha tenido en cuenta los factores que intervienen en la variación del problema, sino solamente, la mayor o menor facilidad con que pueda conseguirse el agua.

Creo suficiente esto para poner en evidencia la importancia que tiene para nuestro país la resolución de problemas de esta naturaleza, que beneficia directamente a las zonas agrícolas y que nos conduciría evidentemente al empleo racional y oportuno de los riegos, para llegar a una verdadera finalidad agrícola, entendiéndolo por tal, la obtención de la máxima producción con el mínimo de gastos, es decir con la máxima remuneración.

Para el estudio propuesto, he de detenerme primero, en detalles de consideraciones generales que nos pongan en antecedentes del asunto, refiriéndome en esto a la evaporación de la humedad del suelo, a la transpiración de los vegetales, al aprovechamiento por los vegetales del agua recibida por el suelo y la importancia de la distribución racional de los riegos durante el período vegetativo, para recién entonces, entrar a tratar la parte fundamental del estudio al considerar los distintos factores que intervienen en la variación de la cantidad de agua necesaria para riego, tales como el clima, la constitución del suelo, la influencia de los cultivos, el estado de desarrollo de los mismos, los sistemas de riego y la oportunidad de la labor complementaria, para relacionarlas en la última parte de nuestro problema al tratar el método empleado, de estudio de determinación de la cantidad de agua necesaria para riego.

EVAPORACION DE LA HUMEDAD DEL SUELO

He efectuado un estudio experimental sobre la pérdida de la humedad de los suelos, con el fin de constatar la importancia de los factores que intervienen en mayor o menor escala, en nuestra zona agrícola.

Detallo primeramente el orden de las operaciones efectuadas, para de acuerdo a ellas, deducir las conclusiones correspondientes.

A quince recipientes iguales, numerados, los llené, en grupos de tres, con tierra cuyos tipos de suelo fueron preparados artificialmente en la siguiente forma:

Suelos	Arena	Arcilla	Calcáreo	Humus
Arenoso	80 %	12 %	5 %	3 %
Arcilloso	40 »	50 »	8 »	3 »
Calcáreo	50 »	20 »	25 »	5 »
Humífero.	50 »	20 »	10 »	20 »
Platense	75 »	10 »	7 »	8 »

Les agregué a cada grupo del mismo tipo de tierra, cantidades de agua, la necesaria para que la humedad que contuvieran fuera de 10, 20 y 30 por ciento anotando en cada caso, el peso total P.

Preparado en estas condiciones, efectué la parte experimental del trabajo, consistiendo durante los veinte días siguientes en pesar diariamente después de la puesta del sol, cada recipiente, agregándole agua hasta integrar el peso total P. En esta forma, mantenía constante la humedad inicial de 10, 20 y 30 por ciento. Además tomaba nota diariamente de la temperatura, la humedad ambiente, la lluvia, la velocidad y dirección del viento.

Terminada la parte experimental, he podido, con el estudio minucioso de las planillas diarias y los diagramas correspondientes y siguiendo el orden de importancia de los factores climáticos que interviene en la operación, establecer las siguientes conclusiones:

TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores que más deja sentir su influencia en la evaporación de la humedad de los suelos, pues ésta aumenta conjuntamente con aquella y disminuye cuando aquella también lo hace. Así por ejemplo, podemos observar como en los días 30 y 31 de agosto en los que la temperatura es de 19° y 19,3° la evaporación no baja de 34.620 y 32.963 litros por hectárea y al bajar la temperatura a 12,7° el día 7 de septiembre, la evaporación disminuye a 13.850 litros aun soplando casi el mismo viento, si bien con distinto estado higrométrico del aire. Estos datos se refieren a las tierras areno-humíferas consideradas con 20 % de humedad inicial.

PLANILLA DIARIA DE CONDICIONES CLIMATÉRICAS.

Día	Temperatura	Humedad	Lluvia mm.	Viento	
				Velocidad Kmh.	Dirección
28	11.2	67.3	1.0	10.3	E
29	11.1	85.3	9.3	21.7	NE
30	19.0	73.3	—	22.0	N-NE
31	19.3	73.3	—	16.3	N
1	11.2	97.3	14.8	22.0	SE
2	8.1	81.3	1.1	18.7	SO
3	6.5	69.0	—	11.7	SO
4	6.6	77.7	—	11.3	SE
5	9.4	78.0	—	9.7	NE
6	10.9	80.7	—	10.3	NE
7	12.7	90.0	—	14.0	NE
8	19.3	89.7	—	16.7	NE
9	16.5	84.7	4.3	21.0	NE
10	16.0	88.7	—	18.0	NE
11	17.1	98.3	62.8	14.0	N
12	12.0	97.3	4.4	17.7	SE
13	11.7	99.0	1.3	18.0	E-SE
14	10.7	95.7	25.2	14.0	SO
15	7.2	79.0	0.9	17.7	SO
16	8.0	67.3	—	10.7	O
17	12.5	67.5	—	9.3	O
18	15.3	69.3	—	15.0	NO

Es natural que esta variación se produzca, pues, cuanto mayor sea la temperatura ambiente, mayor será el grado de calor que comunicará a las capas superiores de la tierra, las que producirán la consiguiente evaporación de la humedad que aprisionan.

La temperatura está también relacionada con la dirección del viento, siendo muy variadas, aun, en la misma estación del año, variaciones que corresponden exactamente, a los distintos vientos, cuyas características indicaré más adelante.

PLANILLA CON LA EVAPORACIÓN

Suelos	Humedad	Evaporación diaria								
		Día 28	29	30	31	1	2	3	4	5
Arenoso	10	11.684	16.348	18.282	15.966	—	—	20.221	—	12.465
	20	34.348	26.869	37.672	32.132	—	—	23.099	—	27.433
	30	55.677	27.700	44.874	36.564	—	—	32.586	—	37.949
Arcilloso	10	7.202	11.357	14.404	15.235	—	—	11.911	—	8.864
	20	25.489	18.559	21.487	19.113	—	—	12.188	—	19.667
	30	63.710	27.700	32.586	30.747	—	—	28.254	—	29.639
Calcáreo	10	26.315	—	19.390	18.836	— 4.155	12.465	9.141	6.925	18.005
	20	32.409	—	24.930	19.390	— 8.324	13.029	9.695	8.310	19.944
	30	51.799	—	21.329	26.315	— 2.770	18.005	19.390	14.404	27.700
Humífero	10	32.132	—	24.376	14.681	8.864	9.241	7.756	7.479	12.465
	20	34.402	—	27.977	17.451	3.047	9.695	10.526	9.695	21.606
	30	49.306	—	37.395	22.714	5.540	19.944	19.944	15.787	24.930
Platense (Areno humífero)	10	22.714	—	10.249	15.789	4.709	3.824	4.986	2.770	8.864
	20	45.705	27.700	34.625	32.963	—	—	30.193	—	31.855
	30	66.480	39.611	45.982	45.151	—	—	36.267	—	40.442

Generated on 2017-03-23 22:43 GMT / http://hdl.handle.net/2027/uc1_b3242438
Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike / http://www.hathitrust.org/access_use#cc-by-nc-sa-4.0

DIARIA DE LOS DISTINTOS SUELOS

en litros por H ^a												
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
13.196	8.033	11.911	13.196	—	—	1.662	1.108	—	10.426	13.196	16.897	15.966
32.409	18.559	22.545	28.639	—	—	3.878	3.324	—	29.639	27.046	23.099	26.315
47.090	19.390	26.592	37.672	—	—	5.540	4.886	—	32.409	38.126	34.071	43.896
13.196	6.925	7.202	11.911	—	—	2.116	1.385	—	11.911	19.911	11.357	14.127
17.174	8.033	10.803	14.404	—	—	3.047	2.493	—	14.404	15.235	15.235	14.404
33.240	11.357	19.944	24.930	—	—	4.155	4.709	—	22.545	25.484	23.276	26.869
11.080	4.155	8.033	20.775	11.080	—	1.385	—	1.385	2.216	9.341	9.141	15.235
13.850	5.540	9.655	22.991	11.634	554	2.493	1.939	3.047	17.174	10.249	17.174	19.944
22.714	11.080	10.080	33.240	20.775	1.385	8.864	6.926	4.155	22.160	15.789	21.329	31.409
11.911	1.939	7.479	20.775	9.695	2.216	2.770	—	831	—	4.986	11.080	7.756
13.296	4.986	9.694	22.991	13.465	2.770	4.155	831	—	3.324	18.836	14.681	17.451
22.714	10.249	12.465	32.132	19.390	4.155	9.695	5.540	—	1.385	24.930	21.329	23.545
7.479	1.385	7.479	14.404	10.249	2.770	2.770	—	831	1.385	10.526	11.634	13.850
30.470	13.850	23.099	28.254	—	—	4.709	6.648	—	26.038	28.254	22.822	25.484
47.367	15.512	27.977	44.597	—	—	6.094	7.202	—	32.132	40.442	34.902	59.832

Generated on 2017-03-23 22:43 GMT / http://hdl.handle.net/2027/uc1.63242438
Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike / http://www.hathitrust.org/access_one_at_a_time

Podemos observar en el día 31 de agosto que soplando el viento Norte, la temperatura llega a 19.3° mientras los días 3 y 4 de septiembre, los vientos predominantes son los de S. O. y S. E., las temperaturas son de 6.5° y 6.6° respectivamente.

ESTADO HIGROMETRICO DEL AIRE

La cantidad de humedad atmosférica es variada, influyendo directamente el mayor o menor grado de humedad en la menor o mayor evaporación, respectivamente. Esto se observa en los días 1°, 11, 12, 13 y 14 de septiembre en los que el estado higrométrico es de 97.3, 98.3, 99, 95.7 siendo la evaporación diaria de 3.324, 554, 2.493, 1.939, 3.047 litros por hectárea respectivamente y los días 28, 30 y 31 de agosto en los que el estado higrométrico es de 67.3, 73.3 y 73.3 la evaporación alcanza a 32.409, 24.930 y 19.390 litros por hectárea. Estos datos se refieren a las tierras calcáreas con 20 % de humedad inicial.

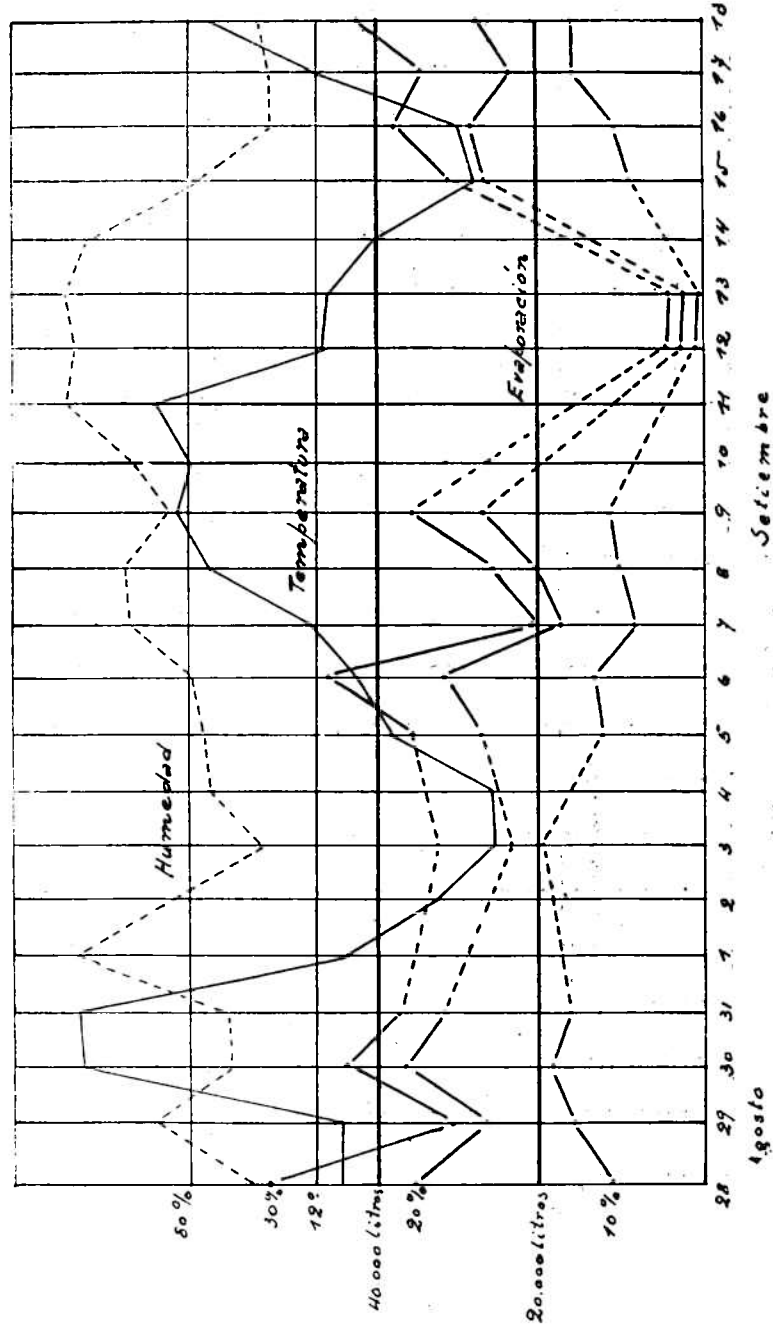
Fácil es explicarse este fenómeno, desde que el suelo y el aire tratan de establecerse con el mismo tenor de humedad, por lo que, cuando la atmósfera está completamente saturada, cede humedad a las tierras, mientras sucede lo contrario, cuando esta está seca o casi seca, siendo proporcional, la cantidad de humedad que se evapora, a la inicial, tendiendo todas, aun dentro de las de la misma constitución a establecerse con un mismo porcentaje mínimo de humedad, constante para cada tierra. Me baso para esto en los datos de evaporación de las distintas tierras, habiendo además comprobado, que la evaporación es mucho mayor en las tierras que tenían más humedad inicial.

Cuando se produce la condensación, el aumento mayor es en las tierras menos húmedas.

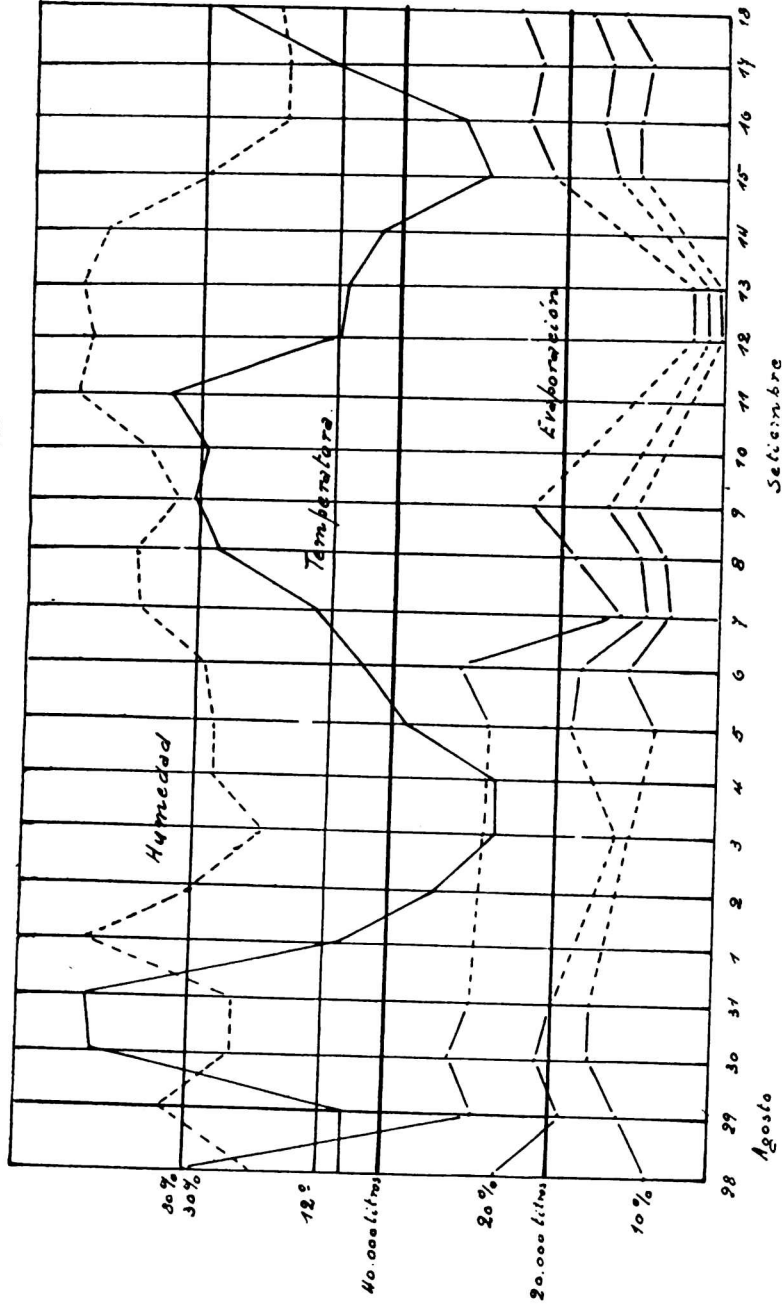
Al decir en párrafos anteriores, cada tierra, me refiero a las distintas tierras de labor en cada una de las cuales predomina un determinado elemento.

En general, puede decirse, que los suelos, humíferos, en igualdad de condiciones a los demás, son más húmedos, siendo los menos húmedos los arenosos y como intermediarios los calcáreos y luego los arcillosos.

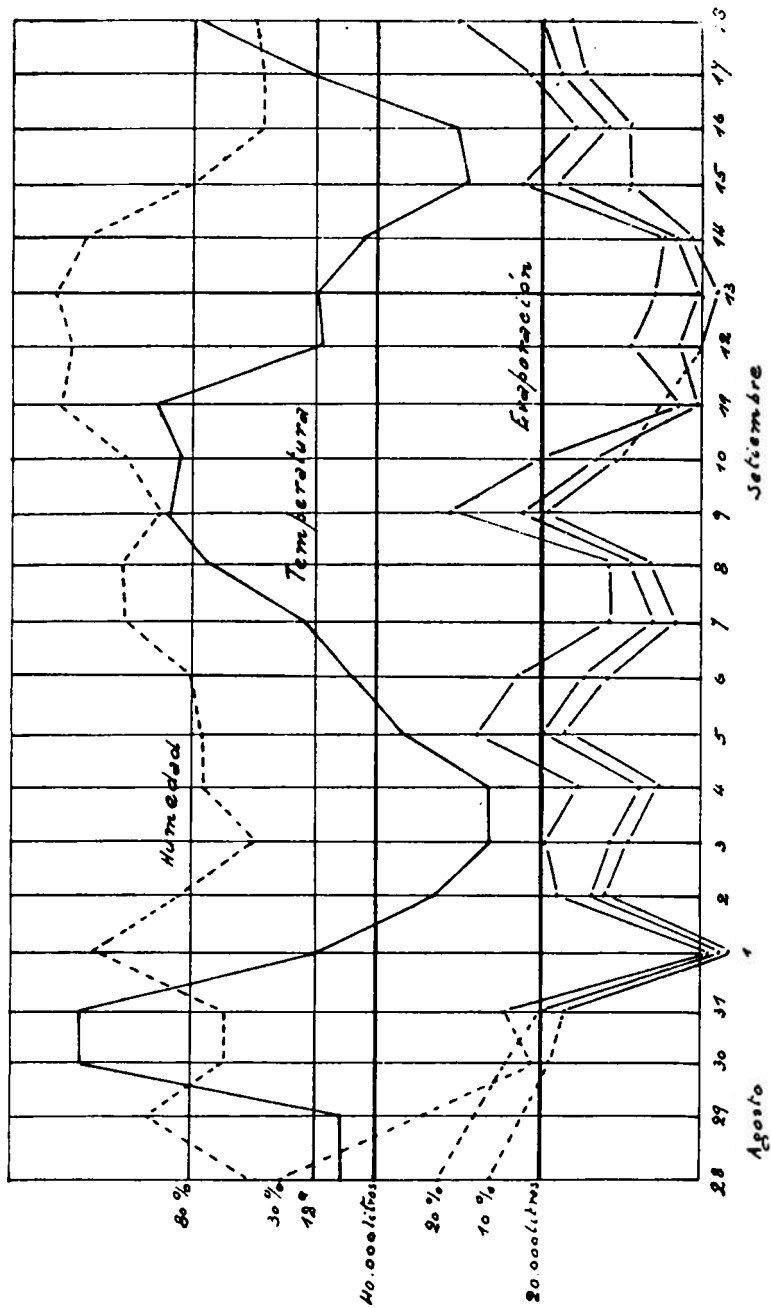
Evaporación diaria de suelo arenoso



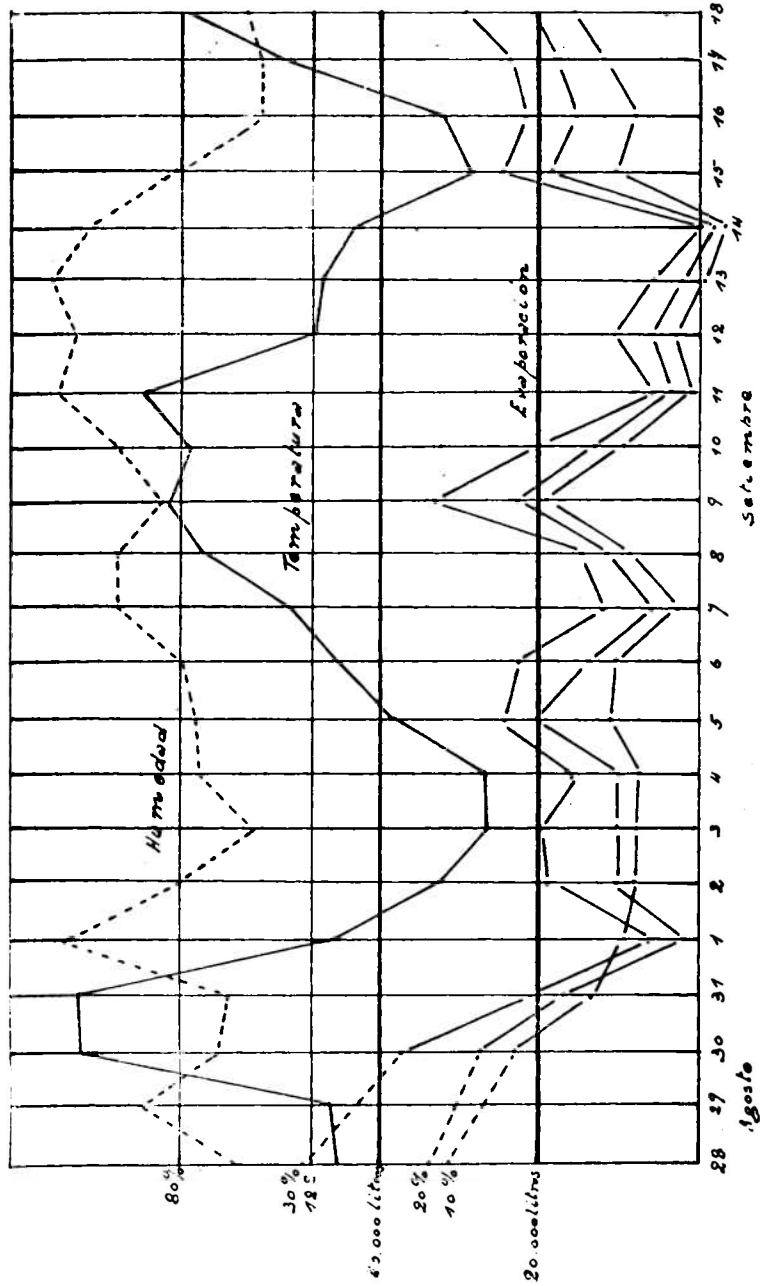
Evaporación diaria de suelo arcilloso



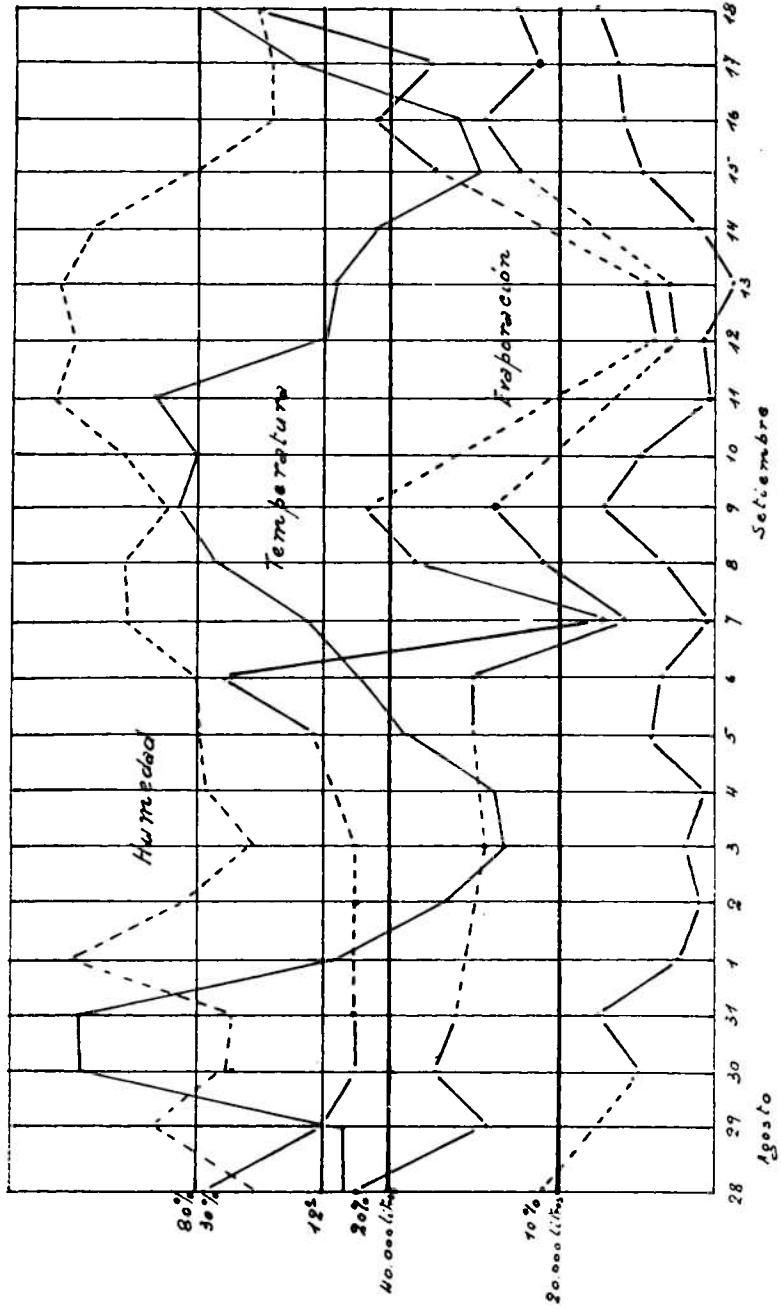
Evaporación diaria de suelo calicheo



Evaporación diaria de suelo húmido



Evaporación diaria de terreno arenoso-humífero



GROSOR DE LOS ELEMENTOS

El grosor de los elementos influye en la evaporación, así he podido comprobar que, las tierras arenosas que eran las más permeables, son también, las que presentan mayor facilidad a la evaporación, lo que se deduce al observar la mayor evaporación en esta clase de tierra. Así por ejemplo, podemos citar los días 3, 6, 7 y 8 de septiembre en los que este fenómeno se presenta con toda claridad.

COLOR DE LOS SUELOS

En cuanto al color de los suelos, es también otro factor que altera la evaporación de humedad de las tierras. Las oscuras son más calientes, vale decir, absorben mayor cantidad de energía solar. Esto no compensa sin embargo la facilidad de evaporación de humedad que presentan las tierras claras, que por regla general, son más frías, aun que en muy pequeña escala, porque hay que tener en cuenta que no me refiero sinó a las tierras de labor que nunca son tan oscuras como las cubiertas con carbonilla, ni tan claras, como las cubiertas con caliza, entre cuyos extremos se ha notado una diferencia de temperatura aproximada a 3°.

DIRECCION DEL VIENTO

La dirección del viento influye en gran escala en la evaporación, desde que el viento de cada dirección, tiene caracteres propios, así se llega a la conclusión, que:

Los vientos del Norte hacen generalmente ascender las columnas termométricas. Con el aumento de temperatura, se produce el de humedad, que las más de las veces, se transforma en lluvia.

Esto se observa el 31 de agosto y 11 de septiembre en que el estado higrométrico era de 73.3 y 98.3 respectivamente. La temperatura en estos días era de 19.3 y 17.1 en el mismo orden. En general puede decirse que la evaporación de la humedad del suelo, en este caso, es escasa debido a la abundante humedad ambiente, a pesar de las altas temperaturas.

Los vientos del N. E., son templados y algo más húmedos que los anteriores. Cuando sopla este viento algún tiempo seguido, concluye generalmente en lluvia. Esto se deduce por los datos meteorológicos

de los días 29 de agosto, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 de septiembre en los que el estado higrométrico del aire era 85.3, 78, 80.7, 90, 89.7, 84.7, 88.7 y las temperaturas 11.1°, 9.4°, 10.9°, 12.7°, 15.3°, 16.5°, 16°. Estas cantidades dadas en el mismo orden de los días. Las deducciones son hechas en forma general.

El viento del E. se diferencia de los anteriores en su temperatura, pues es frío y en cuanto a la humedad, algo menos que aquellos.

El 28 de agosto solamente sopló viento Este, pudiendo observarse que en este día la temperatura es más baja, 11.2° y la humedad escasa 67.3.

El viento del S. E., es también húmedo y algo frío. Esto se observa en los días 1°, 4 y 12 de septiembre en los que la temperatura media es de 11.2°, 6.6° y 12° y el estado higrométrico de 97.3, 77.7 y 97.3.

En estos días, notamos un pique bastante pronunciado, que, se explica fácilmente al tomar en cuenta la velocidad media del viento, pues fué de 22, 11.3 y 17.7 respectivamente, kilómetros por hora.

El viento del S., es a diferencia de los anteriores, un viento frío.

Los vientos del S. O. son fríos también, careciendo de humedad, diferenciándose en esto de los anteriores, pues cuando sopla, que generalmente es fuerte, los higrómetros marcan el mínimo de humedad ambiente.

Se observa en las anotaciones de los días 2 y 3 como en las del 14 y 15 que el primer día de cada vez que sopla, disminuye la temperatura y el segundo, el estado higrométrico del aire, lo que se puede observar en las anotaciones de temperatura de esos días que fueron de 8.1° y 6.5° y luego de 10.7° y 7.2° y en las del estado higrométrico que fué de 81.3 y 69 y después 95.7 y 79.

El viento del O. se diferencia del anterior, en que es generalmente más suave, pero igualmente seco. En el día 16 de septiembre se comprueba la baja temperatura ambiente, cuando sopla este viento, la que es de 8° y el estado higrométrico de 67.3.

El viento del N. O., que es seco como los anteriores, pero a diferencia de aquellos, más caliente. Esto se comprueba en la planilla del 18 de septiembre que marca 15.3° de temperatura y 69.3 de estado higrométrico.

CONCLUSIONES

Hemos visto entonces, como los distintos factores que intervienen en la evaporación, se relacionan entre sí, por ejemplo, los cambios de viento acompañados de temperaturas propias, dando, en cada caso, una característica determinada al clima y junto con los cambios de viento, se notan variaciones en la cantidad de humedad ambiente, que retarda en cierto modo, la evaporación, produciendo a veces, la condensación.

En cuanto al estudio de los diagramas sobre la evaporación de los distintos suelos, se observa un relativo paralelismo entre las líneas representativas de la temperatura con las de evaporación, mientras están en oposición estas últimas, con las de humedad.

En los mismos diagramas se observa también, que las máximas variaciones de la evaporación de la humedad, corresponden a los suelos areno-humíferos, característicos en general, de nuestra zona agrícola, mientras las mínimas, corresponden a los suelos calcáreos y a los humíferos, y como intermediarios, a los arenosos, en primer lugar, en orden de importancia y luego a los arcillosos.

Es importante la relación de este estudio con el de determinación de la cantidad de agua necesaria para riego, desde que es en esta forma como se llega a determinar, según la constitución del suelo y las condiciones climatéricas, la cantidad que debe agregársele, para el mantenimiento de la óptima porción de humedad, conveniente para la máxima producción.

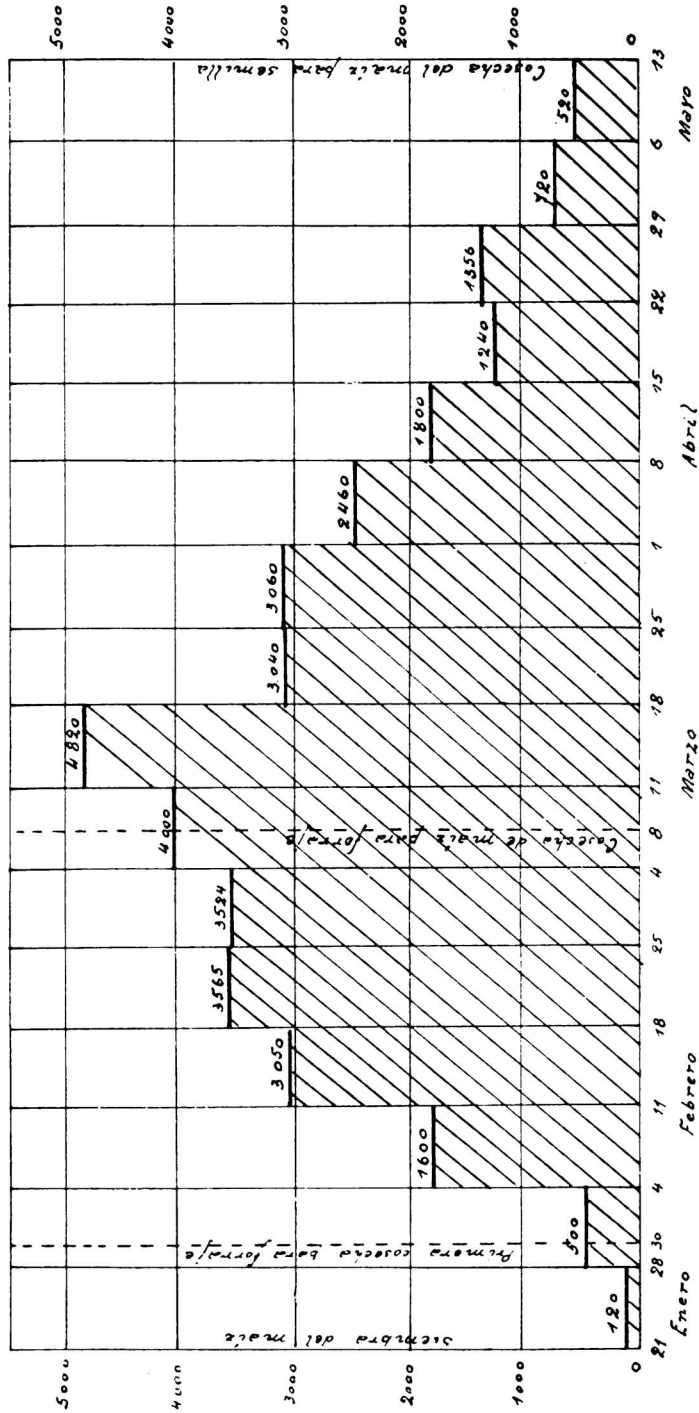
Los diagramas indican claramente, la cantidad diaria de humedad que pierden los suelos por la evaporación, según su constitución y cantidad inicial de agua que contengan, relacionados con la temperatura ambiente y estado higrométrico del aire.

La transpiración vegetal.

Es de acuerdo a esta función fisiológica tan fundamental de la vida de los vegetales, que se deduce la importancia de la necesidad de la humedad del suelo.

Los rendimientos están, dentro de ciertos límites, en relación directa con la cantidad de agua de que disponen los vegetales, si bien las cantidades que cada uno necesita para su completo desarrollo, son muy variables. Oscilan según el Ingeniero señor Hauman, entre

Diagrama con la variación del consumo de agua semanal en litros para el cultivo del maíz, durante el período vegetativo, determinadas directamente en la experiencia, por diferencia de pesadas



250 y 850 gramos la cantidad de agua que las plantas transpiran para la elaboración de un gramo de materia seca.

He efectuado al respecto, con el fin de constatarlo, la siguiente experiencia:

Sembré el 19 de enero en tres cajones, maíz cuarentón, anotando exactamente las pérdidas de humedad por evaporación directa, y por diferencia con el testigo, determinaba la transpiración. Hice tres cosechas correspondiendo cada una a un tipo de producción. La primera en su primer desarrollo a los once días de sembrados. La segunda cuando terminó su desarrollo vegetativo e iba a comenzar la floración a los cuarenta y cinco días de la siembra. La tercera cuando terminó el desarrollo completo a los ciento doce días de la siembra.

Primera cosecha. — 30 de enero. Se cosecharon las plantitas con once días de vida, las que pesaban, en materia seca, después de desecadas a la estufa a 105°, 1.65 gr. La cantidad de agua transpirada en conjunto fué de 171.4 gr. de agua. La cantidad de agua transpirada para la formación de 1 gr. de materia seca, fué según esto, de 103.8 gr.

Segunda cosecha. — 8 de marzo. Se cosecharon las plantas, que pesaban 304 gr. siendo la pérdida total de agua por transpiración 32.588 gr. de agua. La transpiración por gramo de materia seca, fué así de 107.2 gr. de agua.

Tercera cosecha. — 13 de mayo. Se cosecharon las plantas con sus correspondientes espigas siendo su peso total de 320 gr. y la cantidad total de agua transpirada fué de 35.779 gr. La transpiración necesaria para la formación de un gramo de materia seca fué entonces de 111.8 gr. de agua.

En general, se deduce de la experiencia, que las cantidades de agua necesarias para la formación de la materia seca, varían en una misma vegetación con su estado de desarrollo, siendo menor cuando se cosecha en la época de su primer desarrollo y mayor cuando la maduración del fruto.

En cuanto a los resultados obtenidos tengo el convencimiento de su precisión, sin embargo no concuerdan con los límites establecidos por el profesor señor Hauman. Respeto, no obstante, su valiosa opinión de sabio maestro.

Aprovechamiento por los vegetales del agua recibida por el suelo.

El suelo recibe agua de 4 orígenes distintos. Primero, por efecto de las lluvias cuya cantidad varía con las distintas zonas. Luego, por los rocíos. También por el fenómeno de higroscopicidad, y por último, por capilaridad, que la adquiere por las corrientes subterráneas.

Cuando la cantidad de agua que recibe el suelo es excesiva, en el caso de las lluvias por ejemplo, el agua en exceso se pierde por corrimiento. Si este exceso no se produce por la distribución normal y lentitud de caída de la lluvia, el suelo la absorbe y la mantiene en él, haciéndola seguir tres caminos principales.

Uno, por filtración al través de las capas terrestres para ir a formar las corrientes subterráneas, otro por evaporación directa, y el último que es el que más nos interesa, por transpiración de los vegetales.

Nos corresponde saber entonces, cual es, de esa cantidad que recibe el suelo la que los vegetales aprovechan, para relacionarla a las condiciones climáticas y determinar la cantidad de agua de riego necesaria para la vida vegetal.

Como las cantidades de agua recibidas por el suelo por otro medio que no sean las lluvias, son relativamente insignificantes, son éstas las que únicamente nos interesan como medio de aporte de humedad al suelo.

De manera entonces, que en este capítulo me he de detener en el estudio de la determinación de la cantidad de agua que los vegetales transpiran y de la que el suelo pierde por evaporación, para en su relación, con los de la cantidad de agua de lluvia de nuestra zona, saber, cual es, la que debe adicionársele por los riegos, para la máxima producción.

La experiencia al respecto la he efectuado en la siguiente forma:

He pesado durante un período de 112 días dos cajones con tierra normal de nuestra región con un 15 % de humedad inicial diaria. Uno de ellos, fué sembrado con maíz al iniciar la experiencia, el otro quedó como testigo.

Los cajones evaporímetros, contruidos especialmente para esta clase de estudios, bajo la dirección del profesor doctor M. Conti, eran de doble pared; la interior de zinc y la exterior de madera, distantes una de otra unos cinco centímetros, y relleno este espacio de aserrín como aislador, para evitar la influencia lateral de las condiciones climáticas.

Si suponemos que en los dos cajones se ha efectuado la evaporación y además en uno de ellos también la transpiración de la vegetación, por diferencia de pesadas, obtendremos la cantidad de humedad transpirada.

La siembra se hizo el 19 de enero, durante la experiencia hasta la maduración del maíz, el 13 de mayo.

Diariamente, después de pesados los cajones y anotada la pérdida de humedad se le volvía a agregar agua hasta integrar la cantidad inicial diaria de 15 %.

Los suelos se removían superficialmente para evitar la mayor evaporación por efecto de la capilaridad.

Los datos en promedios semanales de transpiración más evaporación, de evaporación y por diferencia, de transpiración, han sido los siguientes:

He determinado así la pérdida diaria y luego, los promedios semanales de cada cajón. Estos datos expresados por ciento, son los siguientes:

Pérdida por:	Pérdida de humedad % del suelo, semanalmente																
	Días al 28	4	11	18	25	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	
Transpiración + evaporación.....	1.76	1.92	3.55	4.84	5.82	7.84	6	166.42	4.93	4	023.94	3	89	2.21	2.25	1.57	1.6
Evaporación.....	1.62	1.25	1.10	0.71	1.06	0.86	0.90	0.64	0.88	0.62	0.66	0.90	0.56	0.75	0.66	0.63	0.63
Transpiración.....	0.14	0.65	2.45	4.13	4.76	6.48	5.36	5.78	4.05	3.40	3.28	3.00	1.65	1.50	1.11	0.83	0.83

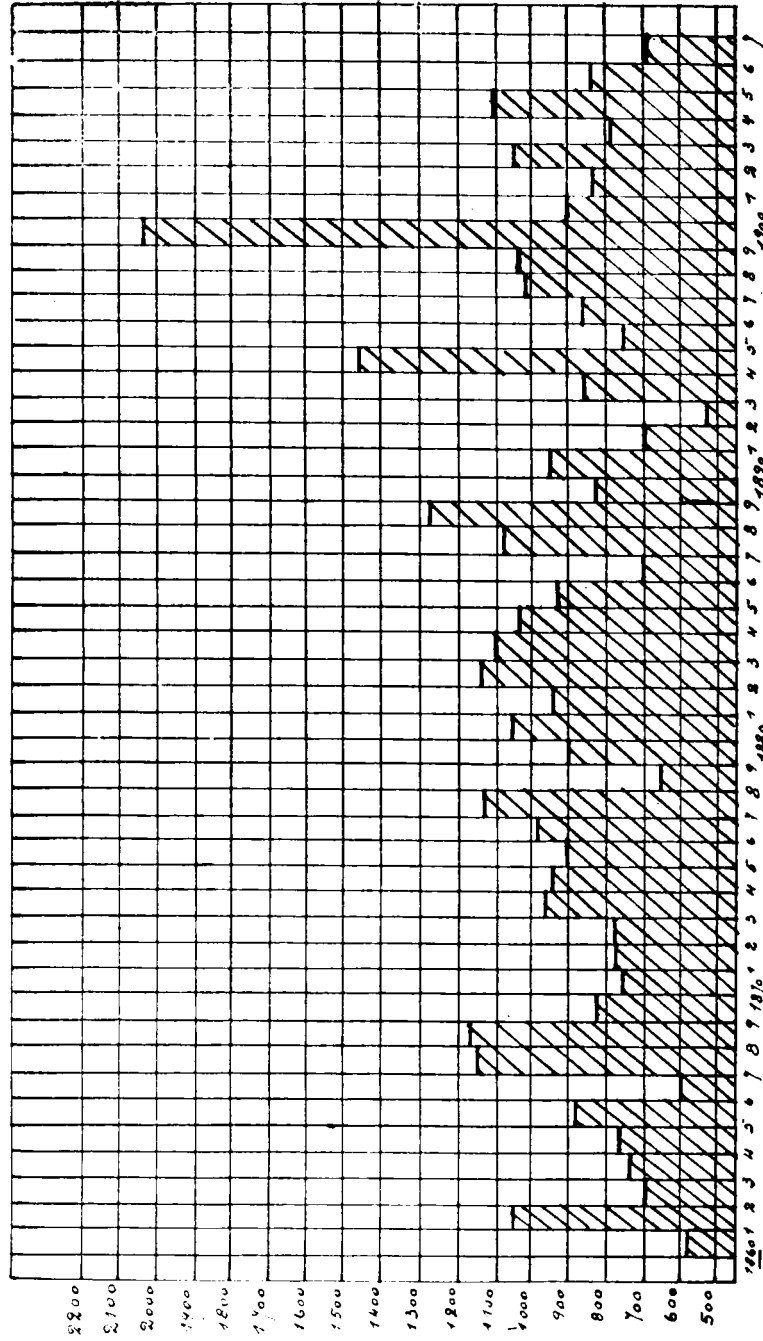
El estudio de los diagramas correspondientes nos demuestra que el porcentaje de transpiración aumenta hasta el momento de la floración, descendiendo después, hasta la completa maduración del fruto.

Influye en esto, en pequeña escala, indudablemente, las condiciones climáticas, principalmente la temperatura.

En forma general, se puede establecer que la evaporación es casi constante, variando entre 0.56 y 1.62 %, según las condiciones climáticas.

En cuanto a la transpiración de los vegetales, si bien sufren pequeñas variaciones por los cambios climáticos, varía en cambio principalmente por el estado de desarrollo de los cultivos, desde 0.14 % la primer semana de vida, hasta 6.48 por ciento de humedad inicial

Cantidad en mms. de lluvia anual de 1860 a 1907



del suelo en el momento de la plenitud de desarrollo vegetativo, que es cuando la floración decreciendo desde entonces paulatinamente hasta la décima sexta semana, cuando la fructificación ha terminado su maduración, alcanzando la transpiración a 0.83 % de la humedad inicial.

Importancia de la distribución racional de los riegos durante el período vegetativo.

No siempre, en nuestra zona agrícola, es benéfica la influencia del riego, pues, como veremos más adelante ha sido en algunos cultivos casi innecesario y hasta perjudicial en otros. Bástenos por ahora esto para no referirnos sinó a los casos especiales en que la influencia del riego, es benéfica.

Hemos visto anteriormente un proceso completo de transpiración de un vegetal y constatado la marcha anormal de esa transpiración en lo que a cantidad semanal se refiere; pero, cuya relación de unas con otras en el orden correspondiente dan lugar a la formación de una curva casi regular y lógica.

Digo lógica, porque el aumento rápido de la evaporación, hasta la floración, es cuando el vegetal adquiere su gran desarrollo, acumulando en sus tejidos de reserva las materias necesarias para la formación del fruto, respondiendo luego ese descenso paulatino de la cantidad de humedad transpirada, al proceso lento de la formación y maduración del fruto.

Este punto adquiere fundamental importancia, dado que las plantas toman la humedad del suelo en forma progresiva hasta la floración, decreciendo luego, hasta finalizar su ciclo vegetativo.

Para el desarrollo normal de la vida vegetal es necesario que los elementos indispensables para la nutrición se encuentren al alcance de las plantas oportunamente, siendo el clima el que va a contribuir con las lluvias a esa oportunidad, con el aporte del agua que solubilizará esos elementos, para poder ser aprovechados por las plantas.

Si suponemos una estación normal, que es bastante rara, por cierto, en nuestra región, confiaremos a las lluvias el proporcionar al suelo la humedad necesaria. Pero supongamos el caso contrario, que como he dicho, es frecuente en nuestra zona, (en que las lluvias caen en forma excesiva en una estación, siguiendo lógicamente a este exceso un período de sequía) nada significaría si la humedad se mantuviera en el suelo; pero sucede que éste, se impregna en tal forma que se

hace impermeable a la humedad que a él sigue llegando y no pudiendo penetrar, se pierde, formando corrientes superficiales.

Como es nuestra región susceptible de tales anormalidades, se hace necesario el empleo del riego en las épocas de sequía para evitar los consiguientes desastres que ellas originan.

Fácil es después de lo dicho en el capítulo anterior establecer el momento más oportuno para efectuar los riegos, en caso necesario por causa de las sequías.

En forma general, debe establecerse entonces, un aumento progresivo de la cantidad de humedad a contener el suelo hasta el momento de la floración, cantidad de humedad que absorben las plantas y la pierden por transpiración, no alcanzando sus máximos a 7 % de la humedad inicial. Luego comienza a decrecer hasta llegar a ser casi igual a la evaporación, en el momento de la completa maduración del fruto, para más tarde decrecer hasta anularse, si al vegetal se le abandona plantado hasta secarse.

De manera entonces, que semanalmente por lo menos, debe averiguarse el estado de humedad del suelo, y si este es insuficiente y las lluvias no aportan en su oportunidad la humedad necesaria, será conveniente recurrir al riego.

Una vez fijado, si es necesario, el momento oportuno del riego, deberá tenerse en cuenta la cantidad de agua a suministrarse de acuerdo a la superficie a regar a la necesidad del cultivo practicado, es decir, de acuerdo a la cantidad de materia orgánica a formarse para la máxima producción, según la finalidad propuesta.

Climatología.

El estudio del clima de una región tiene importancia directa en la determinación de la cantidad de agua de riego. Digo directa, porque actúa modificando la pérdida de la humedad, siendo esta, uno de los factores más importantes de que depende aquella determinación.

El primer factor que interviene es la cantidad de agua de lluvia, desde que el riego se suministra como complemento de aquella, hasta satisfacer la necesidad de la planta, cuando se desea obtener de ella, la máxima producción.

Es importante la influencia de la temperatura sobre la mayor o menor transpiración, como asimismo de la humedad ambiente, que relacionadas con la dirección de los vientos, alteran también, considerablemente la cantidad de evaporación de la humedad de los suelos.

Intervienen además otros factores en la variación de la evaporación de la humedad de los suelos y de la transpiración vegetal, como la iluminación del sol, intensidad de los vientos, etc., de acción más limitada.

Las características climáticas de nuestra región, son las siguientes:

LLUVIAS

La distribución mensual de las lluvias en nuestra región se presenta con una relativa normalidad. Hay sin embargo, excepciones, de períodos excesivamente lluviosos, o de seca, que atrasan las operaciones agrícolas, desde que impiden, con la excesiva humedad o sequedad del suelo la realización de toda operación cultural en forma normal y conveniente.

Un ejemplo típico de estas anomalías es el de este último invierno que se ha presentado en una forma excesivamente lluviosa, atrasando enormemente la agricultura en nuestra región. Sin embargo, en el caso inverso, cuando la anomalía es de seca, tiene remedio recurriendo a abundantes riegos.

Veremos más adelante, que la gran mayoría de los cultivos que se practican en nuestra región no necesitan del agua de riego, por serles suficiente la cantidad de agua de lluvia que cae, salvo casos de sequías.

No obstante, como puede verse en el diagrama anual correspondiente, nunca se ha registrado un total de lluvia anual, menor de 500 mm., cantidad más que suficiente para los cultivos racionales en secano.

Cuando el año se presenta normal, la distribución de las lluvias es tan regular durante los meses que no se distingue en el año período lluvioso, lo que no es característico de otras zonas agrícolas del país, constituyendo en la nuestra una ventaja, porque favorecen, indistintamente, los cultivos de verano e invierno.

Los promedios mensuales y anuales de la cantidad de agua de lluvia, en nuestra región son los siguientes:

Lluvias Cantidad media mensual			
mes	mm.	mes	mm.
Enero	77	Julio	55
Febrero	64	Agosto	60
Marzo	118	Septiembre	77
Abril	76	Octubre	92
Mayo	72	Noviembre	71
Junio	69	Diciembre	99

TEMPERATURA

La disposición de nuestra zona de cultivo, a bruscos cambios en cortos lapsos de tiempo, le hace presentar las características propias de los climas continentales o excesivos. Las oscilaciones diarias de la temperatura ambiente han sido en algunos casos, bastante pronunciadas, produciendo trastornos de consideración a la agricultura, favoreciendo el desarrollo de enfermedades criptogámicas.

Sin embargo, si estas anomalías no se presentan, hacen del nuestro, un clima, bastante conveniente para el desarrollo de la agricultura, encontrándose entonces los períodos con distintas características, distribuidos en forma tal que permite prevenirse al agricultor para la mejor realización de las operaciones culturales.

Es interesante también el estudio de la variación anual de la temperatura del suelo, en la que los cambios difieren completamente a los del ambiente, por la forma paulatina en que se producen.

Supérfluo sería, sin embargo, demostrar la relación de estas variaciones de la temperatura del suelo con las de la evaporación de la humedad que contiene, por la poca importancia de las oscilaciones, comparadas con las de los factores que alteran las condiciones del clima, que relacionadas, producen, como hemos visto anteriormente, variaciones considerables, que influyen directamente en la determinación de la cantidad de agua necesaria para el riego.

El examen de las planillas adjuntas con las variaciones diarias y anuales de la temperatura ambiente y anuales de las del suelo, confirman estas opiniones.

Temperatura ambiente

Variación diaria de la temperatura					
Hora	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Año
1.....	19.1	14.6	8.0	12.2	13.5
2.....	18.6	14.3	7.7	11.8	13.1
3.....	18.1	13.9	7.5	11.4	12.7
4.....	17.7	13.7	7.3	11.2	12.5
5.....	17.5	13.3	7.3	11.2	12.3
6.....	18.8	13.3	6.9	12.2	12.8
7.....	20.7	14.4	7.1	13.8	14.0
8.....	22.5	16.2	8.4	15.4	15.6
9.....	23.9	17.7	9.8	16.7	17.0
10.....	25.1	19.0	11.2	17.8	18.3
11.....	26.1	20.1	12.2	18.6	19.2
12.....	26.7	20.8	12.9	19.2	19.9
13.....	27.2	21.3	13.2	19.5	20.3
14.....	27.4	21.4	13.4	19.5	20.4
15.....	27.3	21.4	13.2	19.3	20.3
16.....	26.8	20.8	12.6	18.8	19.8
17.....	25.8	19.4	11.2	17.8	18.6
18.....	24.3	17.8	10.3	16.2	17.2
19.....	22.5	16.9	9.8	15.1	16.1
20.....	21.6	16.4	9.5	14.5	15.5
21.....	20.9	15.9	9.1	13.9	15.0
22.....	20.5	15.6	8.8	13.5	14.6
23.....	20.0	15.2	8.5	13.2	14.2
24.....	19.6	14.8	8.3	12.7	13.8
Promedio.....	22.4	17.0	9.7	15.2	16.1

Variación anual de la temperatura					
	Media	Máx. media	Min. media	Máx. absol.	Min. absol.
Enero	23.1	29.2	17.6	37.0	6.1
Febrero.....	22.8	29.2	17.2	39.5	7.6
Marzo	20.9	27.1	16.7	35.0	4.2
Abril.....	16.6	22.2	12.2	36.0	1.7
Mayo.....	13.3	17.6	8.2	29.5	— 4.0
Junio.....	10.6	13.7	5.7	25.0	— 5.0
Julio	10.1	13.9	5.8	24.3	— 3.4
Agosto.....	11.3	14.7	5.9	26.0	— 2.7
Septiembre....	13.4	16.7	7.7	29.9	— 1.0
Octubre	16.1	20.7	10.4	30.4	— 1.8
Noviembre....	19.6	24.1	12.9	35.2	3.0
Diciembre	21.9	27.8	14.8	37.8	7.3
Año	16.6	21.4	11.3	39.5	— 5.0

Temperatura del suelo

Mes	Profundidad					
	Sup.	0.10	0.20	0.30	0.50	1.00
Enero	24.2	22.9	22.5	22.5	22.5	21.5
Febrero.....	24.5	22.9	22.8	22.9	22.9	22.2
Marzo	21.8	21.4	21.5	21.8	22.1	21.9
Abril.....	17.2	17.5	18.0	18.6	19.5	20.4
Mayo.....	12.4	12.9	13.5	14.2	15.3	17.0
Junio.....	10.8	11.3	11.7	12.2	13.1	14.7
Julio.....	9.5	10.1	10.3	10.7	11.2	12.7
Agosto.....	10.4	10.4	10.6	10.9	11.5	12.5
Septiembre....	12.7	12.3	12.3	12.4	12.7	13.0
Octubre.....	16.5	15.3	15.1	14.0	15.0	14.6
Noviembre....	19.4	18.1	17.9	17.9	17.8	16.8
Diciembre	21.9	20.7	20.5	20.6	20.0	19.5
Año.....	16.8	16.3	16.4	16.6	17.0	17.2

PRESION ATMOSFERICA

Las variaciones de la presión atmosférica dependen, indudablemente, de la cantidad de humedad ambiente, obedeciendo la variación de los promedios mensual y anual a curvas regulares. Las primeras, que representan la variación diaria, tienen sus mínimas generalmente a las 3 y a las 16 horas, y sus máximas, a las 8 y 30 y a las 23 y 30.

Las segundas que representan la variación anual tiene su mínima en el mes de enero su máxima en el de septiembre.

En el estudio de la evaporación de la humedad de los suelos, hemos visto el importante papel que desempeña el aumento de la humedad ambiente, en el efecto retardatriz de la evaporación. Podemos decir, entonces, que la cantidad de humedad ambiente, produce un efecto inverso en la evaporación.

En consecuencia, es este un factor de suma importancia en la determinación de las características climatéricas de una zona agrícola.

He adjuntado los promedios de las variaciones mensual y anual cuyo examen, dará una idea más amplia de sus variaciones.

Presión atmosférica

Variación diurna					
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Año
1.....	757.8	760.5	762.7	761.1	760.5
2.....	57.7	60.5	62.6	61.0	60.5
3.....	57.7	60.4	62.5	61.0	60.4
4.....	57.8	60.4	62.5	61.0	60.4
5.....	58.0	60.5	62.5	61.2	60.5
6.....	58.3	60.7	62.6	61.4	60.8
7.....	58.6	60.9	62.8	61.7	61.0
8.....	58.7	61.1	63.0	61.8	61.1
9.....	58.6	61.2	63.1	61.7	61.2
10.....	58.5	61.2	63.2	61.6	61.1
11.....	58.3	61.0	63.0	61.4	60.9
12.....	58.1	60.6	62.6	61.2	60.6
13.....	57.8	60.2	62.2	60.8	60.2
14.....	57.4	59.9	61.9	60.4	59.9
15.....	57.1	59.7	61.8	60.2	59.7
16.....	56.9	59.7	61.8	60.1	59.6
17.....	56.8	59.7	61.9	60.2	59.7
18.....	56.9	60.0	62.1	60.3	59.8
19.....	57.1	60.1	62.3	60.6	60.0
20.....	57.4	60.2	62.5	60.8	60.2
21.....	57.6	60.4	62.6	61.1	60.4
22.....	57.8	60.5	62.7	61.1	60.5
23.....	57.9	60.6	62.8	61.1	60.6
24.....	57.9	60.6	62.8	61.1	60.6
Promedio.....	57.8	60.4	62.5	61.0	60.4

Variación anual			
Enero.....	757.5	Julio	62.4
Febrero.....	58.2	Agosto.....	62.4
Marzo	59.2	Septiembre....	62.5
Abril.....	61.0	Octubre.....	60.7
Mayo.....	61.3	Noviembre....	58.9
Junio.....	62.3	Diciembre.....	57.7
Año.....		760.3	

HUMEDAD AMBIENTE

Como he manifestado anteriormente, influye mucho el estado de humedad ambiente en las variaciones de la presión atmosférica. Sus efectos sobre la evaporación de la humedad del suelo, han sido ya indicados con el detenimiento necesario. Las variaciones de la cantidad de humedad media diaria, en las cuatro estaciones y anual, se efectúan en la siguiente forma:

Humedad ambiente

Variación diaria					
Hora	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Año
1.....	78	84	88	80	83
2.....	78	85	88	81	83
3.....	79	86	89	82	84
4.....	80	86	89	82	84
5.....	80	86	89	83	85
6.....	80	87	90	82	85
7.....	77	86	90	80	83
8.....	73	84	89	76	80
9.....	69	80	86	72	77
10.....	65	76	82	69	73
11.....	63	73	79	66	70
12.....	61	71	77	64	69
13.....	59	69	76	63	67
14.....	58	68	76	62	66
15.....	59	68	77	62	66
16.....	60	70	78	64	68
17.....	63	73	80	66	71
18.....	66	77	82	70	74
19.....	70	79	84	73	77
20.....	73	81	85	75	79
21.....	75	83	86	77	80
22.....	76	83	86	78	81
23.....	77	84	87	79	82
24.....	77	84	87	80	82
Promedio.....	71	79	84	74	77

Variación anual			
Mes	%	Mes	%
Enero.....	69	Julio.....	84
Febrero.....	72	Agosto.....	80
Marzo.....	76	Septiembre.....	77
Abril.....	78	Octubre.....	73
Mayo.....	84	Noviembre.....	70
Junio.....	87	Diciembre.....	71
Año.....		77	

VIENTO

En el estudio de la climatología agrícola de una región tiene una importancia primordial, el estudio de la dirección de los vientos, en relación con sus características. Así vemos que los vientos que provienen de cada una de las ocho direcciones principales, dan a nuestro clima, características fundamentalmente distintas, especificadas perfectamente en el estudio de la evaporación de la humedad de los suelos, por lo que creo innecesario indicarlas aquí.

El cuadro correspondiente, sobre la frecuencia relativa mensual de los vientos de distintas direcciones en nuestra zona, está representado por cifras deducidas de las tres observaciones diarias y referidas al término medio de mil observaciones mensuales, representando así la frecuencia correspondiente al año.

Frecuencia relativa mensual de los vientos

Mes	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Calma.
Enero.....	152	200	269	107	109	75	48	40	0
Febrero.....	142	212	291	90	99	78	45	43	0
Marzo.....	157	208	250	101	118	80	48	36	2
Abril.....	177	167	190	80	118	114	94	57	3
Mayo.....	195	142	130	62	112	122	132	103	2
Junio.....	184	118	118	72	114	142	138	111	3
Julio.....	204	139	156	76	115	116	113	81	3
Agosto.....	148	191	189	89	118	112	96	56	1
Septiembre...	104	180	242	111	130	113	75	44	1
Octubre.....	100	171	282	114	136	104	60	32	1
Noviembre...	129	201	249	101	117	88	68	47	0
Diciembre....	157	191	257	87	111	85	59	52	1
Año.....	152	174	216	89	115	101	79	57	1.7

Se nota a primera vista, un predominio de los vientos del Este, siguiendo luego en importancia, los del N. E. y N. Es importante sin embargo, la frecuencia de los vientos del S. y S. O. y de menor importancia la de los del S. E., O. y N. O. Las que son verdaderamente raras son las calmas.

La intensidad de los vientos tiene su influencia en la variación de la evaporación. Esto no ha sido constatado experimentalmente en el estudio a que me he referido anteriormente, por el escaso número de observaciones que hubo que realizar.

La velocidad media mensual, para nuestra zona es la siguiente :

Velocidad del viento (en Km. por hora)

Enero	16.1	Julio	15.8
Febrero.....	16.9	Agosto.....	16.1
Marzo	14.3	Septiembre....	17.6
Abril.....	15.9	Octubre.....	16.2
Mayo.....	13.4	Noviembre.....	16.4
Junio.....	14.2	Diciembre.....	16.3
Año.....		15.8	

GRANIZO

En nuestra región este fenómeno se repite con poca frecuencia, alcanzando a una o dos veces por año. Los efectos, a pesar de su poca duración son desastrosos desde que caen generalmente en la época de la floración de los frutales. No obstante la extensión que abarca cada vez, es relativamente reducida, no alcanzando casi nunca a más de un kilómetro.

Constitución del suelo.

Si admitimos que el suelo debe tener constantemente una cantidad de humedad óptima para el mejor aprovechamiento por los vegetales, deduciremos la importante relación existente entre la evaporación de la humedad del suelo y la determinación de la cantidad de agua necesaria para el riego.

Corresponde, luego, encarando el estudio en esta forma, establecer, de acuerdo a su constitución, cual es el poder de retención de la humedad que tiene cada suelo, o cual es la facilidad de evaporación de los mismos.

Para el estudio de este capítulo, tan importante, de nuestro problema, no tenemos más que recurrir al de la evaporación de la humedad de los suelos a que me he referido anteriormente.

Debemos en primer lugar establecer lo que entendemos por distintos suelos agrícolas. Consideramos la tierra de labor constituida por los cuatro elementos fundamentales, arena, arcilla, calcáreo y

humus, que se encuentran en la proporción del 60 al 70 % el primero, del 20 al 30 % el segundo, del 5 al 15 % el tercero y del 3 al 5 % el último. Si cualquiera de los elementos citados pasara el límite máximo indicado, dará a la tierra de que forma parte, los caracteres que le son propios. Y es precisamente de esto de lo que me he valido para la preparación artificial de los distintos tipos de suelos, empleados en la experiencia.

Es importante, además, dentro de una misma constitución de suelo, el establecimiento de la cantidad de humedad que contenga, de lo que se ha puesto perfectamente de manifiesto, al relacionar las pérdidas de humedad con la forma de actuar, de los distintos factores climatéricos.

Los suelos presentan una aptitud distinta con respecto a la retención de la humedad que reciben, aptitud que está de acuerdo a su constitución. Así los areno-humíferos, que son sueltos, han sido los más susceptibles a la desecación por evaporación. Lo contrario ha sucedido con los suelos calcáreos y humíferos, correspondiendo como intermediarios a los arenosos y luego con mucha inferioridad, a los arcillosos.

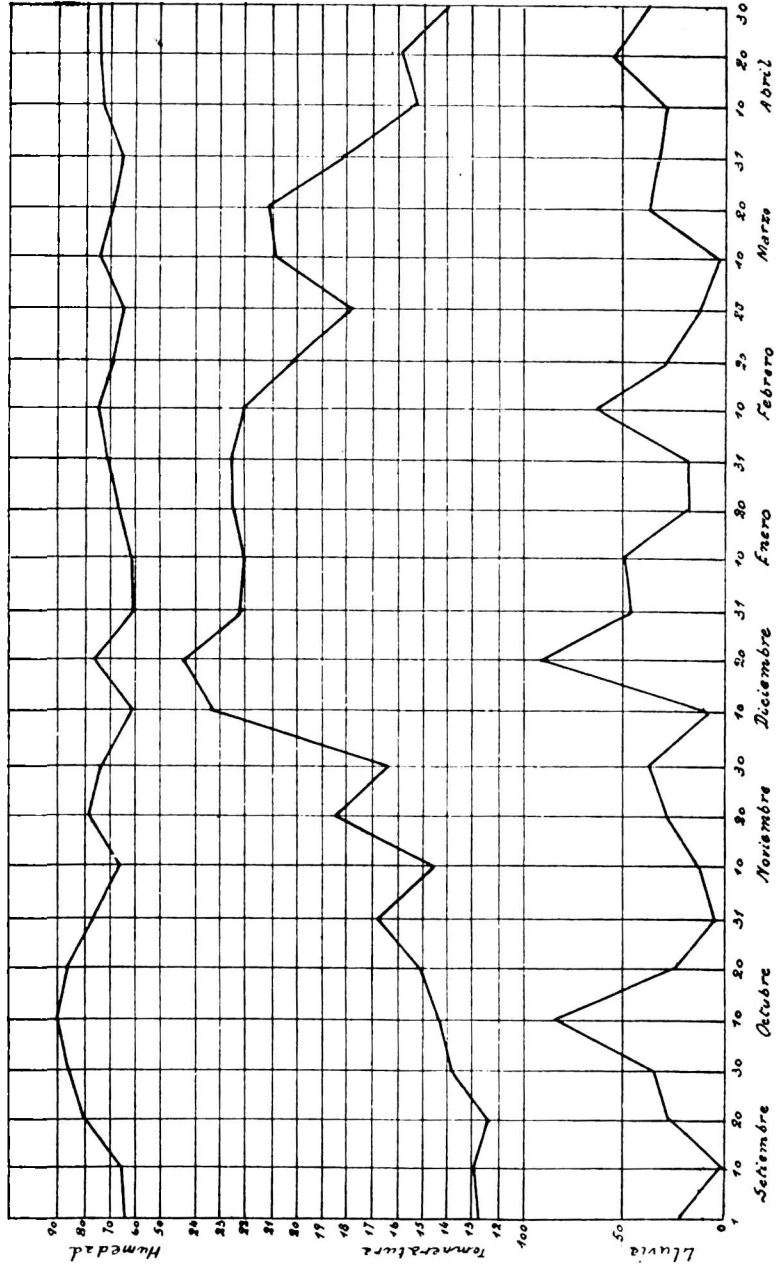
Creo innecesario, repetir aquí, el efecto producido en la variación de la evaporación, por los distintos factores que intervienen.

Debe además relacionarse la constitución física del suelo y la cantidad de agua que debe éste recibir con los cultivos a practicarse.

En cuanto a lo primero, está hoy perfectamente establecido la afinidad con la óptima cantidad de producción de los cultivos hacia determinada constitución de suelo. Con respecto a lo segundo, es decir, a la cantidad de agua que debe recibir un suelo, esta dependerá de su constitución física. Si admitimos, aunque en forma ideal, que el suelo debe tener siempre una cantidad óptima de humedad para la máxima producción, y hemos comprobado que de acuerdo a su constitución, unos pierden más rápidamente por evaporación, la humedad que contienen, es lógico admitir, que el suministro de agua debe ser proporcional a esa facilidad de evaporación.

Referente a la necesidad de la cantidad de agua que cada cultivo requiere, es muy variable, y si bien en algunos casos el empleo del riego resulta benéfico, en otros, le es perjudicial. Esta última afirmación hace recaer en mí cierta responsabilidad que, para salvarla, he creído conveniente la realización de experiencias locales que la comprueben, las que he de detallar ampliamente en un capítulo especial.

Diagrama de las variaciones de lluvia, temperatura y humedad durante el periodo de las experiencias
(setiembre 1921 - abril 1922)



Por último, para completar este capítulo, correspondería relacionar la constitución física del suelo, con la *labor complementaria* al riego, que cada suelo requiere. Al decir cada suelo, me refiero a cada tipo de tierra de labor, en que predomina un determinado elemento, que le da a la tierra sus características propias que he detallado en el estudio de la evaporación de la humedad de los suelos.

Influencia de los cultivos.

He descripto en este capítulo algunas de las experiencias que efectué en el campo de demostración de la Facultad, por lo que se deduce la variación de la influencia del agua de riego sobre la máxima producción en nuestra zona agrícola. He creído conveniente suprimir muchas otras que no servirían más que para ampliar inútilmente el capítulo desde que las conclusiones a que nos conducirían, serían las mismas a que he llegado con las experiencias citadas.

He adjuntado una planilla con los diagramas de los promedios de lluvia, temperatura y humedad ambiente, por período de diez días, correspondientes al período septiembre 1921, abril 1922, en el que se efectuaron los cultivos experimentales citados en este capítulo, para la comparación con los promedios de las condiciones normales de nuestro clima.

He descripto las experiencias agrupándolas según los sistemas de riego, en la forma siguiente:

Riegos por filtración superficial — En líneas.

Experiencias con: Maíz;

Sudan Grass;

Tomate;

Porotos;

Mani;

Remolacha azucarera.

Riegos por filtración superficial — Corrimiento.

Experiencia con: Alfalfa.

Riegos por filtración superficial — Manta o inundación.

Experiencia con: Alfalfa.

Riegos por filtración subterránea — Por cañerías de barro.

Experiencias con: Alfalfa:

Tomate;

Remolacha azucarera;

Porotos.

RIEGOS POR FILTRACIÓN SUPERFICIAL -- EN LÍNEAS.

Experiencia con maíz amarillo.

Se destinó a la experiencia, una superficie de 160 m², dividida en cuatro cuadrados. Los cuatro, previamente preparados en forma conveniente, fueron sembrados en siete líneas cada uno a 65 cms. una de otra y a unos 30 a 35 entre planta y planta, el 11 de octubre. Se empleó la misma cantidad de semilla en todos los cuadros.

Los cuadros fueron numerados de uno a cuatro. El primero se reservó para testigo, no recibiendo riego ni carpidas. Los otros recibieron uno, dos y tres riegos, distribuidos en períodos intermedios a las lluvias. El primero se dió el 12 de diciembre a razón de 414 ms³ por hectárea; el segundo el 2 de febrero, empleándose a razón de 765 ms³ por hectárea y el último el 21 de febrero con un gasto que corresponde a 305.6 ms³ por hectárea.

La mitad de cada cantero, menos el testigo, fué carpido después de cada riego y lluvia.

El 6 de abril, se efectuó la cosecha de todos los cuadros, los que dieron el siguiente rendimiento:

Cultivo del maíz

	N.º de		Rendimiento en N.º de espigas y Kgs. por H ^a								Vegetación
			Espigas								
	riegos	carpidas	Grandes		Medianas		Chicas		Total		
			N.º	peso	N.º	peso	N.º	peso			
Testigo	—	—	21.500	4.095	21.500	2.350	15.750	870	7.315	20.950	
Con riego	1	—	22.500	4.310	19.000	2.450	17.500	1.110	7.870	23.900	
	1	varias (1)	22.000	3.700	19.500	2.440	18.000	1.020	7.220	26.800	
	2	—	17.000	3.320	21.000	2.630	20.000	1.200	7.150	23.200	
	2	varias	15.500	2.740	18.500	1.800	18.500	970	5.510	26.000	
	3	—	16.500	2.870	17.000	1.875	17.500	1.055	5.800	20.175	
	3	varias	16.250	2.880	16.500	1.975	18.250	990	5.845	23.100	

(1) Las carpidas fueron dadas después de cada lluvia.

Del cuadro anterior se deducen las conclusiones siguientes: En este cultivo debe proporcionarse el agua de riego según la finalidad que se persiga. Así por ejemplo: si se desea obtener grano para semilla, se deberá tener en cuenta, su tamaño, siendo entonces perjudicial el empleo del agua de riego, pues la máxima producción se la obtiene con un riego, sin carpida. Si se desea obtener grano para forraje es indistinto su tamaño, pues en este caso, solo interesa el peso. La máxima producción del grano, se ha obtenido también con un riego sin carpida. Si se busca luego, como complemento remunerativo, con este cultivo, la venta de la chala para forraje, la máxima producción, se obtiene con un riego y carpidas, después de éste y de cada lluvia, con el fin de evitar la pérdida de la humedad del suelo, que por capilaridad, es llevada a la superficie de donde se evapora por efecto de la temperatura ambiente.

De un modo general, se puede observar también, que por efecto de las carpidas aumenta la producción de vegetación, mermando en consecuencia, la producción de semilla, lo que nos indica que el exceso de agua, le es perjudicial. La cantidad de agua de lluvia que cae en nuestra región es suficiente para la producción normal de este cultivo cuando se emplea en debida forma *la labor complementaria*.

Experiencia con Sudan Grass.

Como en la anterior, se destinó a esta experiencia una superficie de 160 ms², dividida en cuatro cuadros, los que se sembraron en igualdad de condiciones, previa preparación del suelo, en siete líneas cada uno, equidistantes una de otra unos 65 cms. La siembra se hizo el 12 de octubre.

Los cuadros numerados, se destinaron así. El uno como testigo, no recibió ningún riego, ni cuidado cultural. El dos, tres y cuatro recibieron uno, dos y tres riegos, respectivamente, los días 21 de diciembre, con una cantidad correspondiente a 300 ms³ de agua por hectárea, el 2 de febrero con una cantidad correspondiente a 255 ms³ por hectárea y el 21 de febrero con una cantidad correspondiente a 204 ms³ por hectárea.

La mitad de cada cantero sometido a riego, recibió carpidas después de los riegos y lluvias, con el fin de evitar la pérdida de humedad, por capilaridad.

Los rendimientos en las tres cosechas en forraje verde y luego como forraje seco, son los siguientes (1) :

Sudan Grass

	N° de		Cosechas							
			1er corte Enero 7		2º corte Febrero 8		3er corte Marzo 27		Total	
	riegos	carpidas	Cantidad en Kgs. por H*		Cantidad en Kgs. por H*		Cantidad en Kgs. por H*		Cantidad en Kgs. por H*	
			Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco
Testigo	—	—	20.586	9.368	21.810	9.950	20.406	7.654	62.752	26.972
Con riegos	1	—	14.310	6.074	23.800	10.110	16.400	6.950	54.510	23.134
	1	varias	17.630	7.489	24.600	10.450	19.030	7.210	61.260	25.149
	2	—	16.300	6.360	26.910	10.500	18.830	6.840	62.040	23.700
	2	varias	19.210	7.253	27.600	10.900	20.660	7.520	67.470	25.673
	3	—	23.040	8.678	28.300	10.660	19.200	7.500	70.540	26.838
	3	varias	23.200	8.825	29.020	11.040	21.930	7.910	74.150	27.775

A pesar de toda la buena voluntad puesta de mi parte para llegar a resultados evidentes, no he conseguido en esta experiencia el que esperaba. El principal inconveniente lo constituía la mala semilla empleada, imposible de prever cuando uno se ve obligado a adquirirla en el comercio. En varias oportunidades estuve a punto de abandonar esta experiencia por la falta de regularidad en la germinación, pues los claros eran grandes en algunos canteros, sin embargo, después del primer corte y con las primeras carpidas se uniformó, permitiendo obtener en los dos últimos cortes, resultados bastante satisfactorios, en los cuales se ve la influencia benéfica de los riegos oportunos, como asimismo, de las carpidas.

Si se consideran los rendimientos en forraje seco, se observa cierto paralelismo con la producción de forraje verde y se verá que los totales, se diferencian mucho menos entre sí, que en los del caso anterior.

(1) Los datos sobre el peso del forraje seco en la primera cosecha, se me extraviaron por lo que los he calculado en forma que guarde la misma proporción que en la cosecha siguiente. El resultado es de importancia relativa.

Experiencia con tomate

Se destinó a esta experiencia, 160 ms², divididos en cuatro canteros iguales, los que una vez preparados, fueron sembrados en seis líneas cada cantero, el día 10 de octubre. Las líneas equidistaban entre sí, unos 80 cms. y 50 entre planta y planta.

Los cuadros numerados de 1 a 4, se destinaron en la siguiente forma: el primero de testigos, el segundo, tercero y cuarto recibieron, uno, dos y tres riegos respectivamente, el 10 de diciembre el primero, a razón de 120 ms³ por hectárea, el segundo el 2 de febrero, a razón de 470 ms³ por hectárea y el tercero el 21 de febrero, a razón de 255 ms. por hectárea.

La mitad de cada cantero sometida a riego fué carpida después de cada riego y lluvias, obteniéndose, en cada una de las trece cosechas efectuadas, a medida de la maduración, el siguiente rendimiento:

Cultivo de tomate

	N.º de		Cosechas en Kgs. por H ^a												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	riegos	carpidas	Octro 4	10	14	21	25	30	Febrero 8	10	17	23	Marzo 8	21	Abril 1º
Testigo	—	—	350	1650	3425	2725	4125	7575	8500	4900	3025	1775	1650	1275	500
Con riegos	1	—	275	2225	4000	3050	4650	8525	10175	1275	3575	1600	1750	1975	775
	1	varias	275	1900	3325	2450	4025	7527	7527	4925	2700	1600	1575	1600	550
	2	—	900	2725	3550	2575	2775	9450	9000	4750	3150	1700	2100	1550	675
	2	varias	325	3175	3425	3800	3800	6625	1725	4175	3375	1875	1825	1300	425
	3	—	425	2025	3350	4125	2700	3800	6750	3400	2250	1300	1375	1075	375
	3	varias	625	1825	3850	4050	2550	4000	7000	3350	2150	1425	1275	1000	350

Del estudio del cuadro anterior se deducen los efectos perjudiciales del exceso de agua de riego para este cultivo en nuestra zona, pues la vegetación, por efecto de aquellos, ha adquirido un gran desarrollo, mermando considerablemente, la fructificación. Se observa también el efecto negativo de las carpidas, que ha evitado la

pérdida por evaporación del exceso de humedad que contenía el suelo, además de quitarle con las carpidas la vegetación espontánea que aprovechaba extrayendo esa humedad excesiva del suelo.

El óptimo de producción se ha conseguido con un solo riego sin carpidas, siguiendo en producción el cultivo con dos riegos sin carpidas, luego el testigo que no recibió labor ninguna y por último el cultivo con tres riegos.

Experiencia con porotos

Se dispuso para esta experiencia de una superficie menor que para las anteriores. La siembra se efectuó el 13 de octubre. He relacionado sin embargo, los rendimientos a una hectárea, como en las experiencias anteriores. En el transcurso de la vegetación se dieron dos riegos, distribuidos en épocas oportunas, intercalados con períodos de lluvia, en la siguiente forma: 1.º de diciembre primer riego, con una cantidad correspondiente a 195 ms³ por hectárea. El segundo el 13 de enero con una cantidad correspondiente a 150 ms³ por hectárea. Las cosechas se efectuaron en tres épocas; la primera el 12 de enero, la segunda el 27 del mismo mes y la tercera el 4 de febrero, obteniendo los siguientes resultados:

Experiencia con porotos

	N.º de riegos	Cosechas en Kgs. por H ^a		
		1 ^a	2 ^a	3 ^a
		Enero 12	Enero 27	Febrero 4
Testigo.....	—		410	1.240
Con riegos.....	1	580	422	1.720
	2		460	1.850

Observando el cuadro anterior se deduce fácilmente la influencia benéfica del riego para este cultivo. En dos oportunidades hubo que extraer a mano la verdolaga que invadió los cuadros poniendo en peligro los resultados de la experiencia. Esta operación fué general y a pesar de remover, en cierto modo, el suelo, al efectuar el arranque, no alcanza por sus efectos, a ser considerada como carpida.

Experiencia con maní

La siembra se efectuó el 18 de octubre. La superficie destinada a las experiencias de riego sobre maní, fué de 40 ms². La plantación se hizo en líneas, equidistantes una de otra 70 cms. y 50 entre planta y planta, de manera que por cálculo podrían haber más de 28.000 plantas por hectárea.

Se suministraron dos riegos, el primero el 12 de enero, con una cantidad de agua correspondiente a 420 ms³ por hectárea y el segundo el 23 de febrero empleándose a razón de 300 ms³ de agua por hectárea. Se reservó un cuadro para testigo. Los rendimientos han sido los siguientes :

Cultivo de maní

	N.º de riegos	Rendimiento en Kgs. por H ^a		Observaciones
		Vegetación	Semilla	
Testigo.....	—	9838.4	5491.2	Febrero 15: Apareció la enfermedad « podredumbre gris del maní » ocasionando muchos claros en el cultivo.
Con riegos....	1	9037.6	4804.8	
	2	4949.8	3861.0	

Los resultados no pueden ser más evidentes en cuanto a la influencia perjudicial del riego sobre la producción para nuestra zona agrícola. La máxima producción en semilla está en proporción directa con la cantidad de vegetación y se la ha obtenido en la parcela destinada a testigo, obteniéndose una mínima producción en la parte del cultivo con dos riegos. Demás está entonces decir, que para nuestra región, no solo el cultivo de referencia no precisa riego, sino que le es perjudicial, habiendo favorecido el desarrollo de la « podredumbre gris del maní » que se notó con mayor intensidad en la parcela que recibió dos riegos.

Experiencia con remolacha azucarera

Se dispuso para esta experiencia de una superficie de cuarenta metros cuadrados, divididos en tres cuadros, reservando el primero como testigo, el segundo para un riego y el tercero para dos riegos. La plantación se hizo en líneas, equidistantes una de otra, unos 70 cms. y entre planta y planta, unos 35 cms. De acuerdo a estas distancias se calcula que cabrían unas 40.800 plantas por hectárea, permitiendo realizar con comodidad las operaciones de aporque.

La marcha de la vegetación ha sido normal hasta el 20 de febrero en que se notó un decaimiento total de la vegetación. Los riegos se dieron, el primero el 12 de enero, a razón de 420 ms³ por hectárea y el segundo el 23 de febrero, a razón de 300 ms³ por hectárea, ambos en períodos de escasez de lluvias.

Los rendimientos, considerando primero el peso total de la producción, luego, el de las raíces y por último, por diferencia, el de la vegetación, fueron los siguientes:

Experiencia con remolacha azucarera

	N.º de riegos	Rendimientos en Kgs. por H ^a		
		Peso total (raíz + vegetación)	Raíz	Vegetación
Testigo	—	41.208	25.088	6.110
Con riegos . . .	1	42.901	38.148	4.753
	2	48.674	44.390	4.284

El empleo racional del agua de riego en esta experiencia, ha sido bastante benéfica. He podido constatar con la adición de dos riegos, un rendimiento mayor con respecto a la producción del testigo, de 9.302 kilogramos por hectárea, de raíces y de 1.816 kilos por hectárea, de vegetación. Además, se puede observar el fenómeno curioso producido en la marcha inversa que sufre la producción de la vegetación, con el aumento de producción de las raíces, la que se encuentra en proporción directa, con el aumento, en la cantidad del agua de riego.

RIEGO POR FILTRACIÓN SUPERFICIAL — CORRIMIENTO

Experiencia con alfalfa

Se destinó a esta experiencia una superficie de 200 ms², dividida en cinco canteros de 40 ms² cada uno. El primero se reservó como testigo, y los cuatro restantes recibieron uno, dos, tres y cuatro riegos, los días 10 de diciembre a razón de 450 ms³ por hectárea, 11 de enero a razón de 960 ms³ por hectárea, 2 de febrero, a razón de 418 ms³ por hectárea, y 21 de febrero a razón de 433.5 ms³ por hectárea, respectivamente.

La producción obtenida en los cuatro cortes fué cuidadosamente pesada en las dos formas como se la aprovecha; verde, cuando se le proporciona a los animales enseguida de cortada, o haciéndolos pastorear en el alfalfar, y seca, cuando se la hace secar en el campo para luego hacinarla y emparvarla o enferdarla, y suministrarla a los animales en forma de forraje seco. Los rendimientos obtenidos en cada caso, calculados por hectárea, han sido los siguientes:

Experiencia con alfalfa

	N. de riegos	Rendimiento en Kgs. por H ^a									
		1er corte Enero 4		2º corte Enero 31		3er corte Marzo 8		4º corte Mayo 6		Resumen total	
		Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco
Testigo	—	10.250	2.250	6.650	1.900	5.950	1.700	12.000	3.100	36.850	8.950
Con riegos	1	12.500	2.325	8.000	2.000	6.550	2.100	12.150	2.450	39.200	9.075
	2	12.375	2.300	8.750	2.050	6.900	2.300	13.300	2.510	41.225	8.960
	3	13.500	2.450	9.750	1.950	7.800	2.500	12.200	2.600	43.250	9.500
	4	13.700	2.500	9.050	2.000	8.000	3.100	13.050	2.750	43.850	10.350

Los resultados obtenidos en esta experiencia no pueden ser más concluyentes, en lo que a empleo del riego se refiere. El uso del riego para este cultivo es entonces benéfico; sin embargo, convendría efectuar un estudio sobre la posibilidad económica de su aplicación racional.

RIEGO POR FILTRACIÓN SUPERFICIAL — MANTA O INUNDACIÓN

Experiencia con alfalfa

Se destinaron a esta experiencia, cinco cuadros de 40 ms² cada uno, lo que hacía un total de 200 ms². El primer cuadro quedó como testigo, y los siguientes recibieron uno, dos, tres y cuatro riegos, respectivamente los días 12 de diciembre, a razón de 825 ms³ por hectárea, 11 de enero a razón de 900 ms³ por hectárea, 2 de febrero, a razón de 739,5 ms³ por hectárea y 21 de febrero, a razón de 637,5 ms³ por hectárea. En cada corte se pesó la alfalfa como en la experiencia anterior verde y luego seca, obteniéndose los siguientes resultados calculados por hectárea :

Experiencia con alfalfa

	N.º de riegos	Rendimiento en Kgs. por H ^a									
		1er corte Enero 4		2º corte Enero 31		3er corte Marzo 8		4º corte Mayo 6		Resumen total	
		Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco	Verde	Seco
Testigo	—	14.550	2.650	8.150	2.250	8.050	2.700	14.150	4.600	44.900	12.200
Con riegos	1	18.800	3.225	13.350	2.500	9.600	2.750	12.450	4.200	54.200	12.675
	2	19.500	3.500	17.300	3.050	11.200	3.150	12.500	4.500	60.500	14.200
	3	19.625	3.550	17.400	3.100	15.400	3.650	12.900	4.700	65.325	15.000
	4	19.000	3.250	18.300	3.200	20.300	4.550	13.550	4.850	71.150	15.850

Con esta experiencia se ha podido comprobar al igual que con la anterior los benéficos resultados a que conduce, el empleo oportuno del agua de riego. La evidencia de los beneficios obtenidos se pone perfectamente de manifiesto, tanto en uno como en otro diagrama que representan, el uno, la producción de alfalfa verde y el otro la misma producción desecada al aire varios días.

La producción, verde y seca, conservan un relativo paralelismo, lo que nos indica el desarrollo normal de la experiencia.

RIEGO POR FILTRACIÓN SUBTERRÁNEA — POR CAÑERÍAS DE BARRO

Experiencia con alfalfa

Se dispuso para esta experiencia de una superficie relativamente pequeña, sin embargo se pudo dar oportunamente, la *labor complementaria*, perfectamente aplicada.

El riego se daba como está indicado en el título, por cañerías de barro, subterráneas, de un diámetro de 5 pulgadas y una longitud de 20 pulgadas.

El número de riegos dado, fué de cinco, distribuídos en forma conveniente entre los períodos lluviosos, empleando en cada uno, a razón de unos 400 ms³ por hectárea, lo que hace un total de 2000 ms³ por hectárea.

Los resultados obtenidos, de producción en kilogramos por hectárea en el testigo y en la parcela con riegos, han sido los siguientes:

Alfalfa

	N.º de riegos	Rendimientos por cortes en Kgs. por Ha*					Total
		1er corte Diciemb. 19	2º corte Enero 25	3er corte Febrero 23	4º corte Marzo 24	5º corte Junio 3	
Testigo.	—	11.870	29.800	30.440	20.250	24.640	117.000
Con riego sub.	5	17.810	31.700	31.400	27.810	26.800	155.580

De los resultados obtenidos, se deduce la importancia del sistema de riego, cuyo exceso de producción sobre el testigo, por efecto del riego, ha sido de 17.580 kilogramos por hectárea.

Existen en los resultados de esta experiencia cierto parecido con los de las anteriores, sobre esta misma clase de cultivos, en lo que se refiere a la cantidad de producción, según el orden de los cortes, cantidad que es mayor, en los intermediarios que en los extremos.

Experiencia con tomate

Esta experiencia hecha junto a la de alfalfa se efectuó sobre reducida superficie. Los resultados obtenidos los he ampliado a la producción supuesta de una hectárea a fin de hacer más evidente el rendimiento. Calculo haber puesto unas 24.000 plantas por hectárea.

En el transcurso del desarrollo de la vegetación se efectuaron las operaciones de aporque y despunte, correspondientes a este cultivo.

Los riegos suministrados fueron cinco, distribuidos durante el período vegetativo cuando más se hacía sentir la falta de humedad del suelo. La cantidad de agua dada en cada riego, fué a razón de unos 400 ms³ por hectárea, lo que hace un total de 2000 ms³ por hectárea.

Los rendimientos obtenidos en los cuadrados sometidos a riego y testigo, de las cosechas por hectárea, han sido los siguientes:

Experiencia con tomate

	N.º de riegos	Rendimientos por cosechas en Kgs. por H ^a											
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	Total
		Enero 4	10	14	21	25	30	Febrero 3	10	17	23	Marzo 3	
Testigo...	—	2412.5	2132.5	3555	6300	5635	5412.5	6725	3375	4055	2940	4842.5	46715
Con riego sub..	5	2137.5	2637.5	3095	7905	3625	4905	7735	3460	4330	3277.5	6375	49455.5

Los rendimientos totales han sido satisfactorios, pues la diferencia de producción del con y sin riego, ha sido de 2440.5 kilogramos por hectárea.

Convendría sin embargo, en los cultivos sometidos a este sistema de riego, el estudio económico de la instalación y su mantenimiento, para recién entonces, poder llegar a conclusiones sobre los verdaderos beneficios que reportaría.

Es interesante dejar constancia del mayor tamaño que adquieren los tomates en las cosechas intermedias, y disminuyendo luego éste, en las primeras y últimas.

Experiencia con remolacha azucarera

Se efectuó en el mismo campo de experiencias, habiendo sido el rendimiento obtenido ampliado a la supuesta producción de una hectárea.

Si suponemos que la plantación se hace a igual distancia entre las plantas que en el caso de la experiencia, a 40 cms. entre las plantas y a 50 cms. entre las líneas, podrían caber, por hectárea unas cincuenta mil plantas.

El número de riegos ha sido de cinco, distribuídos junto con el de los cultivos anteriores a razón de 400 ms³ por hectárea en cada uno, siendo el total de agua que se emplearía por hectárea, de unos 2000 ms³. Los rendimientos en raíces y vegetación son los iguientes:

Experiencia con remolacha

	N.º de riegos	Rendimientos en Kgs. por H ^a	
		Raíces	Vegetación
Testigo.....	—	21.125	14.711
Con riego.....	5	33.910	21.970

Los beneficios que reporta entonces, el empleo oportuno del riego, en este cultivo, son bastante apreciables, tanto en raíces como en vegetación.

Correspondería en este caso, investigar, al igual que los anteriores, la conveniencia del empleo económico.

Experiencia con porotos

La superficie de terreno destinada a esta experiencia fué semejante a la de las dos anteriores. Los resultados obtenidos en la producción, fueron ampliados a los de una hectárea, para hacerlos más evidentes.

El número de riegos ha sido de cinco, con empleo total de unos dos mil metros cúbicos, por hectárea. Por medio de cuatro riegos super-

ficiales en líneas se distribuyó casi la misma cantidad total de agua en otra parcela, para tener un punto más de comparación con los resultados de la producción.

Los rendimientos en los tres casos, es decir, con riegos subterráneos, con riegos superficiales y del testigo han sido los siguientes:

Porotos

	Riegos			Rendimientos en Kgs. por H* (veget. + semilla)
	Clase	N.º	—	
Testigo.....	—	—	—	8.820
Con riegos...	Superficial en líneas	4	400	11.424
	Sub. caños a 0.90 m	5	320	14.784
	Sub. caños a 0.70 m	5	340	25.172

A pesar de lo reducido de la superficie destinada a esta experiencia los resultados han sido evidentes, pues nos permiten ver en forma clara las diferencias de rendimientos obtenidos con los dos sistemas de riegos experimentados y el testigo.

En el riego subterráneo, es interesante hacer notar la ventaja obtenida en la mayor producción, con la colocación más próxima de las líneas de caños, para distribuir una misma cantidad de agua por hectárea.

CONCLUSIONES

Como resumen de las experiencias citadas, podríamos establecer; a los cultivos de maíz y maní el riego les es perjudicial.

A otros cultivos como los de Sudán Grass y tomate, les es casi indiferente por la diferencia poco sensible que registra el aumento de producción, y por último, cultivos como los de porotos, remolacha y alfalfa, a los que la influencia del agua de riego les hace aumentar enormemente los rendimientos.

Creo con este capítulo, cuyas deducciones proceden todas de datos exclusivamente experimentales, queda claramente demostrada la influencia de los cultivos, en la determinación de la cantidad de agua, necesaria para riego.

Estado de desarrollo de los cultivos.

Es importante el estudio de la relación del consumo de agua con el del desarrollo del vegetal, desde que nos indica la forma de hacer más racional la distribución del agua para el mejor aprovechamiento por la transpiración en la formación de la materia orgánica.

Sería, tratar aquí el tema, una repetición de las conclusiones a que he llegado en las experiencias mencionadas en el capítulo sobre la importancia de la distribución racional de los riegos, durante el período vegetativo.

Solo he querido citarlo aquí, como factor que debe tenerse en cuenta en la determinación de la cantidad de agua de riego, para la distribución racional de ésta de acuerdo a la necesidad del cultivo que se considere.

Es lógico suponer que entre los innumerables cultivos que pueden practicarse en una zona agrícola, deben elegirse aquellos que respondan a la constitución física y química del suelo. No sería posible pensar en el cultivo de la vid en terreno calcáreo, por más agua para riego de que dispusiéramos, ni tampoco en el cultivo de una de las variedades de arroz que requiere el riego continuo por inundación, en suelos arenosos, que son excesivamente permeables, y otras contradicciones por el estilo.

Para finalizar, dejando completo el capítulo debemos relacionar el sistema de riego con la fuente de producción del agua de la que dependerá la cantidad de que podemos disponer. No es lo mismo disponer de agua de un arroyo de corriente continua, que de corriente intermitente, o de agua subterránea, en la que hay que recurrir a medios especiales de elevación mecánica.

En cada uno de estos casos, la hidráulica agrícola nos enseña la forma de aprovechamiento de esos caudales, cuyas condiciones económicas de instalación para la elevación, difieren completamente unas de otras.

Sistema de riego.

Tiene su importancia el sistema de riego que se emplee para la determinación de la cantidad del agua necesaria, por la distinta forma en que cada uno la deja en el suelo.

Es lógico que así sea. No es posible comparar el aprovechamiento

del agua dada por riego subterráneo, con el de cualquier otro riego superficial.

Si recordamos de nuevo la conveniencia del mantenimiento de una cantidad óptima de humedad en el suelo, cantidad que varía según el estado vegetativo de la plantación, y admitimos por lo dicho también, de que en cada sistema de riego la humedad se encuentra en condiciones distintas para la mayor o menor evaporación, es lógico suponer que, este punto adquiera su importancia, a fin de establecer, cuál es el sistema de riego que nos conduce al máximo aprovechamiento del agua, para la obtención de una misma cantidad de materia orgánica.

Una vez establecido el sistema de riego que más conviene, y que dependerá de muchas circunstancias, según las condiciones locales, tales como la fuente de obtención del agua, el cultivo, la extensión a regarse, etc., se determinará la cantidad y distribución racional.

Es conveniente desde luego, saber primeramente, cuáles son los sistemas de riegos más empleados, para luego analizarlos y compararlos entre sí.

Los sistemas de riego se pueden dividir en dos grupos. El primero comprenderá los riegos por filtración superficial, y el segundo los riegos por filtración subterránea.

El primer grupo comprenderá los riegos en líneas, por corrimiento, en manta o inundación y por aspersión.

El riego en líneas es el más comunmente usado y que se emplea generalmente para los cultivos en líneas, los cuales se orientan siguiendo una inclinación prudente. Tiene el inconveniente como todos los superficiales, de requerir continuamente la labor complementaria para evitar la pérdida excesiva de agua por capilaridad.

El riego por corrimiento se emplea para los cultivos sembrados al voleo, principalmente las praderas. Presenta los mismos inconvenientes que el anterior, es decir, secándose la capa superior del suelo forma costra que favorece la capilaridad. Hay en este caso máquinas especiales para su remoción.

El riego por manta presenta los mismos inconvenientes que los anteriores, sin embargo la penetración del agua en el suelo es mucho mayor, manteniéndose la misma cantidad de humedad más tiempo en el suelo, lo que quiere decir entonces que es mejor el aprovechamiento. Los cuidados posteriores son los mismos que para los riegos anteriores, carpidas continuas.

El riego por aspersión es relativamente moderno, sin embargo su

difusión ha sido grande en estos últimos tiempos. Se le atribuye más importancia de la que en realidad tiene, porque el agua, que es distribuída como la de lluvia, moja toda la vegetación, presentando una gran superficie de evaporación, inconveniente al que corre aparejado el exigir como los anteriores, en último término, los mismos trabajos complementarios.

El segundo grupo, en el que se encuentra el riego subterráneo difiere fundamentalmente de los anteriores, como su misma denominación los indica.

El agua una vez en el suelo se distribuye uniformemente y va ascendiendo por la misma capilaridad y poniéndose paulatinamente al alcance de los vegetales, que la absorben por medio de su sistema radicular. Si bien se pierde algo por evaporación, en cambio, el porcentaje de la que es absorbida del suelo por las plantas es considerable, comparada con la de los otros sistemas de riego.

Convendría hacer un estudio económico de la instalación y cuidados que requeriría, y ver si el aumento de su producción es remunerativo.

Oportunidad de la labor complementaria.

Entiendo que la labor complementaria al riego, es solamente la carpida, que no tiene otro objeto que el de romper periódicamente la costra superior del suelo para evitar pérdidas excesivas por capilaridad.

La oportunidad de las carpidas tiene su importancia por los beneficios que reporta su aplicación en el cultivo en seco. La lógica nos hace suponer que si esos procedimientos dan buen resultado en las regiones de escasez de lluvias, con más razón lo darán en nuestra región, donde las lluvias son relativamente abundantes; sin embargo, no es así. Lo he comprobado en la experiencia realizada sobre el cultivo del tomate, en que esta operación ha sido perjudicial desde que ha impedido la evaporación del exceso de humedad que contenía el suelo. En este caso sería oportuno no efectuar las carpidas para obtener el mejor efecto benéfico del suelo.

A este efecto no puede primar más que el criterio del agricultor, quien deberá saber apreciar, de acuerdo al cultivo que practica la cantidad de agua que este requiere, y según la humedad que contiene el suelo, decidir de la oportunidad de realizar la labor.

En cuanto al cultivo, sabemos por las experiencias realizadas que,

las cantidades de humedad que cada uno requiere son completamente distintas. Si es escasa el agua de riego de que se puede disponer, se aplicarán racionalmente los principios del dry-farming. Si sucede lo contrario, como en la experiencia del tomate, la oportunidad hubiera sido no interrumpir la capilaridad.

Lógico es, por otra parte, admitir que debe existir la mayor regularidad entre la cantidad de agua que recibe el suelo y la que pierde, ya por evaporación, ya por transpiración o por filtración, manteniendo a pesar de esa constante entrada y salida, una cantidad óptima normal, siendo entonces indispensable el criterio que sepa dirigir la aplicación oportuna de la labor complementaria para que esa normalidad subsista.

Consideraciones sobre el método de determinación de la cantidad de agua de riego.

He ido desarrollando capítulo por capítulo el estudio propuesto, y considerando en cada uno de las interpretaciones que podrían dársele, de acuerdo, siempre a los resultados de mis experiencias.

Considerando, en resumen, a grandes rasgos, la influencia de los distintos factores, tendremos: Entre las condiciones del clima la cantidad de agua de lluvia que cae hace variar la de agua de riego, desde que hemos establecido que ésta no es más que un complemento de aquella para satisfacer la necesidad de los vegetales. Se deduce de ésto, como consecuencia de la intervención de este factor, que la cantidad de agua de riego a emplearse, es inversa a la que recibe el suelo naturalmente.

El estado higrométrico del aire y la temperatura ambiente influyen directamente en la variación de la evaporación. Luego debemos admitir que, en regiones cálidas, la evaporación será mayor si la atmósfera es seca que si está cargada de humedad, variando la cantidad de agua de riego en relación directa con la evaporación e inversa con el estado higrométrico del aire.

Considerando la constitución del suelo, es necesario tener presente la relación de la evaporación con la de constitución física. Esto lo comprobé con las experiencias que he realizado y que detallé como correspondía.

En la determinación de los cultivos, según las características climáticas, que son las que definen las regiones agrícolas, es importante citar la influencia de la cantidad de agua de riego en la óptima

producción, como lo hemos comprobado en el capítulo especial con la descripción detallada de los cultivos experimentados.

El factor económico en relación con los sistemas de riego y atento a la cantidad de agua necesaria en estos, regirá la elección del más oportuno, para el mejor aprovechamiento del agua.

No debe descuidarse tampoco el estado de desarrollo de los cultivos en el estudio de nuestro problema, desde que basándonos en las experiencias realizadas, hemos llegado a comprobar para un cultivo, como tipo, la distinta variación del consumo de agua, según su estado de desarrollo. Y esto interesa justamente, para la determinación del empleo oportuno y distribución racional del riego.

Por último, la importancia no despreciable de la *labor complementaria*, cuyo empleo oportuno orienta los resultados de la producción en un sentido determinado, influyendo directamente en el aprovechamiento de la humedad del suelo, e indirectamente en la determinación del gasto conveniente de agua de riego.

Entiendo que es este el procedimiento más conveniente para la determinación de la cantidad de agua necesaria para el riego, desde que se analizan en él, los distintos factores y formas en que cada uno interviene orientando el estudio y demostrando la importante relación que tienen entre sí, al intervenir con mayor o menor intensidad para lograr el efecto propuesto.

La Plata, Noviembre de 1922.