

Contribución al Estudio de la Fijación del Índice de Riego en Plantas de Huerta Intensiva

Ing. Agr. MIGUEL DE MEDINA

Profesor de Hidráulica Agrícola

Director de la Estación Experimental de Riego

I.—Anotaciones sobre el cultivo de la zanahoria con riego.

1.a Comunicación.—

I. **Introducción.** — Al abordar este estudio debemos manifestar que el riego racional tiene que llegar a cumplir el siguiente fin: obtener cifras suficientemente precisas sobre las cantidades de agua necesarias para asegurar la normal producción en una planta de cultivo y llegar luego por ese camino a la cifra índice de una máxima producción neta, más allá de la cual todo aumento de caudal significa un gasto inútil.

Se ha discutido mucho en nuestro medio si el riego es una necesidad para nuestra normal producción agrícola o es sólo un seguro de producción.

La respuesta no es tan fácil como parecería a primera vista; pero dadas las características de nuestro suelo y clima, la orientación y desarrollo de nuestra agricultura, los cultivos corrientes realizados por los agricultores nacionales, nos inclinaría más a aceptar la segunda afirmación, es decir, que el riego es sólo un seguro de producción para los años particularmente desfavorables.

Si observamos, en efecto, el régimen de lluvias en el Uruguay, vemos que éste es un país más bien privilegiado en lo que a este factor climatológico se refiere.

Un promedio de 1.000 mm. anual significa un valor elevado, superior en general al de los países de clima templado. Pero este promedio tiene muy poco valor, ateniéndonos a que el nuestro es un clima que se caracteriza por una irregularidad realmente desconcertante.

Por lo pronto, las desviaciones de ese promedio son sumamente acentuadas. Dejando de lado las desviaciones extremas: mínima, el año 1892, 440.3 mm. y máxima el año 1914, 2399.7 que no se han repetido en más de 50 años, no es raro que las desviaciones corrientes alcancen a 600 mm. como mínima y 1.400 mm. como máxima, desviaciones de un 40 % del promedio anual.

A esta irregularidad del factor lluvia se agrega la irre-

gularidad de su repartición. No hay en este país una estación netamente lluviosa y otra netamente seca. El otoño acusa, en general, valores más altos que las otras tres estaciones. Pero ni aún así podemos afirmar que regularmente sea el otoño la estación más lluviosa. De 1883 a 1914, el mes de Marzo ha sido el que acusa más altos valores de precipitación, pero también registra los más bajos.

Por otra parte, siendo el promedio de lluvia del otoño superior al de las otras tres estaciones, la mayoría de la lluvia cae en una época en que menos falta hace.

Por lo pronto, en el otoño se procede a la cosecha de muchos cultivos de verano (oleaginosos, maíz, boniato, etc.) y se procede a preparar el terreno y aún a sembrar cereales de invierno (trigo, avena, cebada), de modo que este exceso de lluvia es más bien perjudicial, porque entorpece esos trabajos.

Por lo demás una pequeña lluvia en Abril o Mayo representa mucho más para nuestro suelo compacto y arcilloso o limoso que una gran lluvia en Diciembre por cuanto aquí interviene el factor evaporación, resultante inmediato de la temperatura, horas de iluminación solar, nubosidad y estado higrométrico de la atmósfera. La evaporación, muy baja en el mes de Mayo, no alcanza a eliminar la humedad procedente de una pequeña lluvia y, en cambio, la intensa evaporación de los meses de Diciembre y Enero pronto da cuenta de un considerable caudal caído en algún aguacero, cosa bastante frecuente en esos meses.

La misión del agrónomo consiste en determinar la capacidad necesaria de agua que debe existir en un suelo para proveer al normal desarrollo de determinada planta de cultivo y constatar cuando las reservas naturales de un suelo, se encuentran agotadas y la planta sufre por falta de agua, siendo entonces imprescindible el riego.

El agua que cae al suelo se emplea, en parte para la elaboración de la materia orgánica por la planta, en parte para suplir las pérdidas de evaporación de la misma planta, en parte para suplir las pérdidas por evaporación del suelo, perdiéndose el resto por corrimiento superficial y por infiltración subterránea.

En los meses estivales, el agua caída no alcanzaría a cubrir todas esas exigencias si la tierra de labor no fuera un "acumulador" de agua y la conservara durante mucho tiempo después de haberla recibido; en este caso la tierra de labor regula la repartición de las lluvias y de la evaporación durante el año y defiende, en parte a la vegetación de un exceso

de evaporación. Esa acción defensiva es tanto más eficaz cuanto más rica es la tierra en coloides y en humus en este último especialmente.

II. Paralelo entre pluviosidad y evaporación. — Se dijo ya anteriormente que no había en nuestro clima una época caracterizadamente lluviosa y otra totalmente seca.

Dentro de las marcadas irregularidades de nuestro clima, la mayor cantidad de agua corresponde al período que corre de Marzo a Junio, repartiéndose la lluvia por igual en los demás períodos.

Pero si la lluvia se reparte en forma irregular, caprichosa, no pasa lo mismo con la evaporación, que es función sobre todo de la temperatura.

Como esta última, la evaporación disminuye de Enero a Julio, luego aumenta de Julio a Enero.

Como dato ilustrativo se expondrán aquí los promedios de temperatura, lluvia y evaporación correspondientes al clima de Montevideo y los datos correspondientes al año 1940.

TEMPERATURAS

	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.
Promedio general	22.3	22.0	20.2	17.4	13.8	10.9	10.2	10.6
Año 1940	23.3	21.6	19.7	16.7	15.1	13.3	12.8	9.3

	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Promedio general	12.9	14.9	18.6	20.9
Año 1940	13.1	13.9	18.9	21.9

EVAPORACION (en mms.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	VI	XII
Promedio general	151.8	126.9	112.7	87.8	66.7	55.4	57.6	71.4	75.8	95.5	119	159.0
Año 1940	168	117	78	84	53	54	39	58	61	76	103	74

LLUVIA (en mms.)

Promedio general	78.2	63.2	101.5	104.3	32.7	69.3	77.3	50.8	78.9	72.9	73.8	79
Año 1940	73.4	37.0	88.0	208.2	148.1	122.4	199.2	18.6	237.4	33.0	28.0	186.5

El examen de estas cifras permite llegar a las conclusiones siguientes: Los meses que corren de Abril a Setiembre inclusive acusan siempre superávit de agua salvo casos muy excepcionales. El agua caída en esos meses suple perfectamente las pérdidas por evaporación.

En los meses de Marzo y Octubre se registran ya superávits, ya déficits, predominando los primeros en Marzo, los segundos en Octubre.

En los meses de Enero, Febrero, Noviembre y Diciem-

bre, se registran casi siempre déficits de agua. En el pasado año 1940 se observó, no obstante, una verdadera anomalía climatológica: debido al gran exceso de lluvia caída en ese mes (186,8 mm.) y al gran número de días con lluvia, 16, a la alta nebulosidad; la evaporación fué mucho menor de la cifra normal del mes e inferior a la pluviosidad. Hubo, pues, un inesperado superávit de agua que compensó con creces los déficits de Octubre y Noviembre.

Para los cultivos experimentados este período en la Estación Experimental de Riego tiene importancia, entre varios, para el cultivo de la zanahoria; para los cultivos de la papa y boniato las condiciones de la primavera, verano y otoño, pues la cosecha del último se realizó en Mayo de 1941. Del examen de esas cifras se deduce que el año no pudo haber sido más anormal, en lo que respecta, sobre todo a los meses de Setiembre y Diciembre cuya pluviosidad y nebulosidad exagerada, determinaron un descenso de la evaporación y por lo tanto, el agua se conservó mucho más tiempo en la tierra durante los meses de Enero y Febrero.

Era de presumir que, en tales condiciones el riego sería superfluo. De los resultados obtenidos en las cosechas y los resultados de los análisis de las raíces obtenidas, podremos sacar deducciones importantes sobre la importancia del riego.

III. Marcha del cultivo y distribución de los riegos. El pequeño y el gran riego. — En los ensayos realizados con este cultivo se trató de establecer la influencia que la cantidad de agua tiene sobre el monto de las cosechas expresado en kilos de materia seca por Hectárea. Tratándose de un año como 1940 excepcionalmente llovedor, lógico era suponer que al exceso de agua agregado en forma de riego, poca influencia tuviera en la cosecha, y que la opinión de los que afirman que el riego es un seguro para los años de sequía se vería confirmada por la experiencia. Con tal objeto se realizaron estos ensayos con varias plantas de cultivo hortícola, eligiéndose deliberadamente con ese fin plantas para las cuales el riego no es condición "sine qua non" de una normal producción en esta clase de cultivos.

Se eligió un cultivo de primavera, la zanahoria Saint Valery, sembrándose en surcos de 3.50 mt. de largo. El terreno dedicado a este cultivo mide 27.70 mts. de largo y se dividió en 56 surcos, 28 de los cuales se destinaron al riego copioso a razón de 1,32 litros por segundo y los otros 28 a un riego mucho menos intenso de 0,47 litros por segundo (1).

La siembra se efectuó a surco, en iguales condiciones para los 56 surcos, el día 22 de Setiembre de 1940, en una

(1) Medidos por el medidor Cipoletti.

tierra que había recibido en ese mes un abundante riego natural (237.4 mm.). Las plantas nacieron entre los 15 días y los 25 de la siembra y en seguida que estuvieron lo suficientemente crecidas se comenzó a suministrar el agua de riego. La marcha de los riegos se realizó en la forma siguiente:

			Parcelas de riego intenso	Parcelas de riego moderado
1er. riego	12 de	Noviembre	1.742 lts.	789,6 lts.
2.º	" 22 "	" "	" "	" "
3.º	" 25 "	" "	" "	" "
4.º	" 29 "	" "	" "	" "
5.º	" 27 "	Diciembre	" "	" "
6.º	" 7 "	Enero	" "	" "
TOTALES			10.452 lts.	4.737,6 lts.

La duración del riego intenso fué de 22 minutos; la del riego moderado, 28 minutos.

Siendo la superficie irrigada de 96,95 mts², y cada una de las dos secciones corresponde a la mitad 48,475 mts², las dotaciones por Hectárea son del orden respectivamente: 2156,163 mts³ por Hectárea y 977,140 mts³, índices de riego más bien bajos, el último especialmente, ya que el índice medio para la República se calcula en 3.000 mts³ por Hectárea y año.

Tiene gran importancia el aumento de cosecha con un mayor aporte de riego, en especial en aquellas instalaciones donde, como en la Estación Experimental, el agua es cara por cuanto debe ser elevada mecánicamente.

IV. Cosecha y rendimientos globales. — La cosecha se inició en la 2a. quincena de Diciembre y se prosiguió en forma escalonada hasta el 10 de Febrero. Arrojó las siguientes cifras:

Parcela riego intenso	Parcela riego menor
129 kgs.	90 kgs.

Las dimensiones de ambas parcelas eran iguales: 48,475 mts.². De modo que los rendimientos globales por Hectárea que corresponden a esas cifras son: 27.000 Kgs. de raíces para las parcelas intensamente regadas y 18.600 Kgs. de raíces para las otras. Un aumento de casi un 50 % sobre el kilaje bruto con un índice de riego algo superior al doble. Este aumento, si bien considerable, no sigue, como se vé, la proporción del caudal de agua.

Debemos calcular ahora si las plus valía obtenida con el riego compensa el costo del agua.

Calculado un precio de \$ 6.00 — los 100 Kgs. tendremos

una entrada bruta de \$ 1.620 en el primer caso y \$ 1.116 en el segundo, por Hectárea.

En las condiciones en que trabaja la Estación Experimental de Riego, el metro cúbico de agua vale alrededor de 0.01 por concepto de elevación mecánica. Como en ambos casos el jornal era idéntico, ya sea aplicado una u otra forma de riego, y durando el riego de las parcelas medio día hábil, calculando a \$ 2.50 el jornal de cada regador, es decir, \$ 2.50 por riego, (dado que se emplean 2 regadores en la tarea), el costo total del riego se determinará en esta forma: Volúmen de agua empleada en el riego mayor, 10.452 litros.

Costo de la misma por elevación mecánica (gasto corriente eléctrica)	\$ 0.11
Costo en jornales de hombres 6 riegos a \$ 2.50 cada uno	" 15.00
Costo jornal de la bomba y motor (1)	" 2.00
	\$ 17.11

(calculado interés, amortización, riesgos e imprevistos)

Los mismos gastos rezan para el riego de menor volumen a excepción del costo de elevación que aquí es de 0,05. Calculando los precios de venta como ya dijimos en \$ 6.00 los 100 Kgs. tendremos una diferencia de \$ 7,74 — 5,40 = 2,34 a favor de la cosecha de las parcelas con riego mayor, diferencia que compensa con creces la pequeña cifra correspondiente al mayor gasto de corriente eléctrica.

En estas condiciones, el riego de mayor volumen es económico, tratándose de índices de riego bajos y allí donde el costo del agua no alcanza valores muy elevados (1).

Queda por ver ahora si la calidad del producto y el rendimiento neto en azúcares, almidón, proteínas y grasas está en relación con el aumento de rendimiento global; lo que a continuación se tratará.

V. — ANALISIS QUIMICOS DE LOS PRODUCTOS COSECHADOS Y VALOR BROMATOLOGICO

Composición química de plantas desecadas a 45°

	Riego menor		Riego mayor	
	1	2	3	4
H ₂ O	16.57	18.16	15.05	16.99
Cenizas	11.36	9.51	9.27	9.00
Celulosa	7.96	6.29	6.57	5.87
Proteína	6.48	8.86	8.78	6.27
Grasas	2.53	3.15	2.93	3.05
E. no azoados	55.10	54.03	57.40	58.81

(1) Justamente lo deben ser mucho más en tales casos, ya que lo son en la Estación de la Facultad, donde la economía del riego se encuentra en condiciones desfavorables.

Pérdida de agua por desecación parcial a 45°

	raíz fresca	por 100 gr. substancia fresca H ₂ O perdida	residuo seco
1	100	86.63	13.37
2	100	83.00	17.00
3	100	84.33	15.67
4	100	81.67	18.33

H₂O total de las muestras °

	Agua total	Materia seca
1	88.85	11.15
2	86.09	13.91
3	86.69	13.31
4	81.78	15.22

Este cuadro nos muestra como el exceso de agua de riego no influyó en el aumento de la proporción de agua de constitución de la raíz. Una de las muestras regadas con poca agua, N.º 1 contiene más agua que las otras tres.

La N.º 2 regada con poca agua y la N.º 3 regada con índice doble acusan valores casi iguales en las proporciones relativas de agua y materia seca, y por último, la N.º 4 regada como la 3, es la que acusa un porcentaje más elevado de materia seca.

Los rendimientos netos de materia seca son del orden siguiente:

3.593 Kgs. por Hectárea) parcelas de índice 1000 mts.³ Hect.
4.109 " " "	
2.074 " " ") parcelas de índice 2000 mts.³ Hect.
2.587 " " "	

A continuación se detallan los cuadros de la composición de las raíces seca a 105° y raíces frescas:

Composición química de raíces secas a 105°

	1	2	3	4
Cenizas	13.62	11.60	10.94	10.80
Celulosa	9.54	7.67	7.75	7.04
Proteína	7.77	10.81	10.36	7.52
Grasas	3.04	3.84	3.46	3.67
Extractivos no azoados	66.12	65.92	67.61	70.57

Composición química de raíces frescas

	1	2	3	4
H ₂ O	88.85	86.09	86.69	84.78
Cenizas	1.66	1.61	1.46	1.64
Celulosa	1.17	1.07	1.03	1.07
Proteína	0.95	1.50	1.38	1.14
Grasas	0.34	0.53	0.46	0.56
Extractivos no azoados	8.07	9.17	9.00	10.74

VI. **Resumen y conclusiones.** — Se pueden resumir los resultados de esta primera comunicación en la forma que a continuación se expresa:

1. Pese a que la época en que la planta se desarrolló era muy poco propicia, los resultados acusan una reacción positiva de la planta a los efectos del riego.
 2. La sensibilidad se puso de manifiesto en el aumento de los rendimientos globales que acusaron cifras en una relación de 1 a 1,5 para las filas regadas más intensamente.
 3. Que no sigue, sin embargo, dicho aumento, una relación exacta con el aumento del volumen de agua que era de 1 a 2.
 4. En cambio, los rendimientos netos de materia seca siguen esa relación.
 5. Que estos resultados han sido obtenidos con la aplicación de índices reducidos, de 1000 y 2000 mts. cúbicos por Hectárea y por año útil, lo que equivale a una dotación de 0,1 y 0,2 lts. por segundo y por Hectárea, valores inferiores al promedio fijado para nuestro país de 0,25 a 0,30 lts. por segundo y Hectárea.
 6. La excesiva precipitación del mes de Diciembre de 1940 fué un factor altamente perjudicial a los efectos de la interpretación de los resultados: con un año normal, el efecto del riego se hubiera puesto en evidencia en forma mucho más significativa.
 7. La composición química de las raíces no se vió afectada con un exceso de agua en las parcelas de riego más intenso: en los otros elementos solo acusan diferencias, quizás accidentales, la proteína y las grasas.
 8. Estas conclusiones tienen un valor únicamente provisorio, por tratarse de un ensayo en pequeña superficie y resumir los resultados de un año solamente, y de un año anormal completamente como 1940.
-