

MODELO DE PROGRAMACIÓN DE RIEGOS PARA LA PRODUCCION DE CULTIVOS NO TRADICIONALES EN EL NOROESTE ARGENTINO

Lamas, A.; Silvina Maio

Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía
Universidad de Buenos Aires – Av. San Martín 4453 (1419) – Buenos Aires, Argentina.

E-mail: lamas@mail.agro.uba.ar

RESUMEN

Se desarrolló un modelo de balance hídrico que permite la programación de riegos. Con la finalidad de evaluar el impacto de las lluvias en dicha programación se utilizó un modelo simple de generación estocástica de precipitaciones diarias a partir de datos mensuales. Como las precipitaciones son datos de entrada al modelo de balance, éste permite obtener estimaciones de evaporación y transpiración a lo largo del ciclo de los cultivos considerados. Se simularon los calendarios de riego de 10 años para los cultivos de cebolla y alcaucil, en las localidades de Famillá (- 27° 03 lat. 65° 25 long.) que se encuentra a 363 metros sobre el nivel del mar y Tucumán (- 26° 51 lat. – 65° 06 long.) a 450 metros de altura. Fueron analizadas la influencia de la fecha de siembra y la capacidad de retención de agua del suelo. Se demuestra que para los casos estudiados es posible establecer un calendario de riegos único basado en la evapotranspiración potencial. Alternativamente se propone un método que, utilizando los modelos desarrollados, permite establecer distintos calendarios de riego en función de niveles de probabilidad. Si bien las demandas hídricas son similares en los dos cultivos considerados, en Tucumán es necesario más cantidad de riegos con dosis mayores a los que se observaron en Famaillá.

Palabras clave: Precipitación diaria, Balance hídrico, riego.

INTRODUCCION

Ante la crisis mundial del mercado de la caña de azúcar, la provincia de Tucumán se ve en la necesidad de diversificar su producción primaria. En ese sentido la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres ha orientado una gran cantidad de cultivos potenciales viables a desarrollar. De los cultivos hortícolas propuestos utilizamos en este estudio alcaucil y cebolla por considerarlos los de mayores ventajas cualitativas y de adecuada factibilidad productiva. El alcaucil se cultiva en la faja pedemontana y en los valles de altura, donde el trasplante se realiza en agosto y la cosecha en marzo. Mientras que la cebolla se produce en el este de la provincia. Hay que tener en cuenta que el ciclo de ambas especies se

desarrolla en los meses en que las precipitaciones son escasas, por lo tanto no sólo es necesario conocer la cantidad de riegos sino también las láminas efectivas del mismo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron datos de precipitación media de la estaciones Famillá INTA y Tucumán Aero de la Estadística Climatológica 1981/1990. Asimismo la evapotranspiración potencial fue estimada por el método de Penman (1948) modificado por Doorembos y Pruitt, (1977) y los datos necesarios se obtuvieron de la base de datos del INTA. Los valores de coeficientes de cultivo (C_k), tanto para la cebolla como para el alcaucil, se calcularon a partir del modelo de estimación propuesto por Villalobos (1989) con las modificaciones realizadas por Lamas A. (1992). Por tratarse de valores medios mensuales tienen incorporados el efecto del régimen de riego sobre la evaporación desde el suelo antes que el cultivo lo cubra por completo.

Tomando como base el método de balance hidrológico de Thornthwaite-Mather (1957) se preparó un modelo incorporando las modificaciones propuestas por Ritchie (1972) y Sierra (1984). Considerando el procedimiento de cálculo de la variabilidad de los requerimientos de riego delineado en los trabajos de Baier (1988) y Wilcox (1970). Para construir el calendario de riego se siguió la metodología propuesta por Fereres (1992), que fue modificada según las exigencias de tipo de suelo y ajustada según la fenología de los cultivos mencionados.

El modelo parte de las siguientes consideraciones:

- i) Al inicio del ciclo del cultivo se efectúa un riego que permite iniciar el balance con el almacenaje correspondiente a la humedad equivalente.
- ii) La profundidad de raíces va creciendo desde un valor mínimo hasta un máximo de acuerdo con una curva del tipo sigmoideal
- iii) Cuando la precipitación diaria supera a la evapotranspiración del cultivo, el excedente se incorpora al almacenaje.
- iv) Cada vez que el almacenaje desciende, en un tiempo T , hasta el nivel del umbral de riego, se efectúa un nuevo riego que deja al suelo en su capacidad de campo.

v) El umbral de riego corresponde al momento en que se ha consumido el Agua Útil (AU). Esto está sujeto a los distintos valores que asume el Nivel de Agotamiento Permisible (NAP), tomamos como base que cuando es mayor que 0.5 y menor que 1, el umbral corresponde al 75 % de AU.

En función de las necesidades hídricas de los cultivos y de características particulares, tales como suelo, fechas de siembra, variedades, el modelo desarrollado ofrece la posibilidad de cumplimentar un calendario de riegos previsto. Este se basa en la generación estocástica de precipitaciones a la que se contrasta con valores observados para el período tomado como referencia. En los meses en que la precipitación es escasa, Fereres (1989) demostró que es posible programar los riegos partiendo de valores de ETo medias. El programa efectúa un riego cuando la ETc acumulada desde el último riego, iguala al AU, siempre que ésta sea inferior a lámina neta de reposición (LNR), expresada en milímetros, previamente definida como máxima. En el caso que esto no ocurriera el agua útil (AU) se iguala a la LNR máxima. La dosis del último riego debe ser corregida para que se consuma el agua útil al final del ciclo. Esto se realiza estableciendo que la ETc acumulada desde el riego supere a la correspondiente LNR. En los casos estudiados se propone un 20%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan en el punto 1. las tablas **1.a** y **1.b** que corresponden a la frecuencia de riegos y a las láminas efectivas mensuales para el cultivo de la cebolla en Famaillá. Mientras que el punto 2 incluye las tablas **2.a** y **2.b** que describen el comportamiento de las mismas variables para el cultivo del alcaucil. En los puntos 3 y 4 se incluyen las tablas **3.a**, **3.b**, **4.a** y **4.b** dónde se muestran las frecuencias de riego y láminas para los mismos cultivos en la localidad de Tucumán. Para el caso de la cebolla se visualiza que en Tucumán es necesario más cantidad de riegos y las láminas son levemente mayores. En cuanto al cultivo del alcaucil las diferencias son menores aún, observándose para una probabilidad del 50 % una diferencia de 2 riegos. Las láminas netas presentan la misma diferencia. Se demuestra en general para los casos estudiados que en la localidad de Tucumán son mayores las necesidades hídricas. Además, es evidente que hay una disminución creciente de las necesidades de agua de ambos cultivos a medida que aumentan las precipitaciones, lo cual puede determinar las diferencias descriptas.

1. Cultivo de cebolla en Famaillá.

Tabla 1. a Frecuencia de riegos probables

Prob	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	AÑO
0.10	0	1	1	2	2	1	7
0.20	0	1	2	2	2	1	8
0.30	0	1	2	2	2	2	9
0.40	1	2	2	2	2	2	11
0.50	1	2	2	2	2	2	11
0.60	1	2	3	2	2	2	12
0.70	1	2	3	2	2	2	12
0.80	1	2	3	3	3	2	14
0.90	1	2	3	3	3	2	14

Tabla 1. b Láminas netas de reposición probables.

Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	AÑO
0	46	57	65	77	60	305
0	46	65	76	80	68	334
0	65	70	82	86	70	373
20	72	82	95	89	72	420
26	76	95	100	110	70	477
30	84	110	110	121	85	540
35	97	118	118	125	93	586
40	110	130	126	130	100	636
46	118	145	130	148	112	699

2. Cultivo de alcaucil en Famillá.

Tabla 2. a Frecuencia de riegos probables

Prob	Ago	Set	Oct	Nov	Año
0.10	1	1	2	1	5
0.20	1	2	2	2	7
0.30	1	2	2	2	7
0.40	2	2	2	2	8
0.50	2	2	2	2	8
0.60	2	3	3	2	10
0.70	2	3	3	2	10
0.80	2	3	3	3	11
0.90	2	3	4	3	12

Tabla 2. b Láminas netas de reposición probables

Ago	Set	Oct	Nov	Año
85	90	80	76	331
96	100	82	76	354
115	120	82	80	397
126	134	99	90	449
134	144	115	90	483
134	144	122	118	518
134	156	135	118	543
141	160	144	120	565
145	166	144	120	575

3. Cultivo de cebolla en Tucumán

Tabla 3. a Frecuencia de riegos probables.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	AÑO
0.10	0	1	1	2	2	1	7
0.20	1	1	2	2	2	1	9
0.30	1	1	2	2	2	2	10
0.40	1	2	2	2	2	2	11
0.50	1	2	3	2	2	2	12
0.60	1	2	3	3	3	2	14
0.70	2	2	3	3	3	2	15
0.80	2	2	3	3	3	3	16
0.90	2	3	3	4	4	3	19

Tabla 3. b Láminas netas de reposición probables.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	AÑO
0	0	50	61	70	80	65	326
32	32	50	70	80	86	68	386
45	45	55	76	96	99	72	443
45	45	58	90	99	112	76	480
56	56	63	96	110	120	76	521
62	62	70	118	120	131	88	589
62	62	70	150	120	131	88	621
62	62	70	150	138	136	120	676
62	62	75	155	138	140	120	690

4. Cultivo de Alcaucil en Tucumán

Tabla 4. a Frecuencia de riegos probables

	Ago	Set	Oct	Nov	Año
0.10	1	2	2	1	6
0.20	2	2	2	2	8
0.30	2	2	2	2	8
0.40	2	2	2	2	8
0.50	2	3	3	2	10
0.60	2	3	3	3	11
0.70	2	3	3	3	11
0.80	2	3	3	3	11
0.90	2	4	4	3	13

Tabla 4. b Láminas netas de reposición probables.

	Ago	Set	Oct	Nov	Año
90	90	97	92	80	356
98	98	112	100	80	390
120	120	127	100	86	433
128	128	140	105	95	468
140	140	152	118	95	505
140	140	153	146	132	571
140	140	158	146	132	576
146	146	164	150	139	599
149	149	170	150	139	608

CONCLUSIONES

La integración de un modelo que genera datos diarios de precipitación en un balance hidrológico permitió definir en términos probabilísticos la cantidad de riegos probables y las láminas netas de reposición para los cultivos seleccionados. Lo que resulta de gran utilidad a los efectos de planificar la producción de cultivos no tradicionales. Para los casos estudiados, la programación de riegos varía sustancialmente a causa de la distribución estacional de las precipitaciones. Sin embargo para los cultivos invernales el modelo responde adecuadamente aunque deberá ser contrastado en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Beir, J. y Harrington, G.J. 1988. State of the Art Irrigation Scheduling Program. Irrigation Scheduling for Water and Energy Conservation. ASAE. 23-81 pp.

Doorembos, J. y W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage. Paper N° 24, FAO, Rome. 144 pp.

Fereres, E. ; R.E. Goldfien, W.O. Pruitt, D.W. Henderson y R.M. Hagan. 1989. The irrigation Management Program: A New Approach to Computer Assisted Irrigation Scheduling. En Irrigation Scheduling for Water and Energy Conservation in the 80. Proceeding of the ASAE, Irrigation Scheduling Conference. ASAE P.O. Box 410. St. Joseph, Michigan 202-207 pp.

Fereres, E. y M Smith. 1991. Irrigation Programming. Irrigation and Drainage Paper. FAO.

Lamas, A. y Balenciaga C. 1992. "Irrigation scheduling through a model of simulation". International Water Resources Development, (2) :1: 37-42.

Ritchie, J.T. 1972 Model for Predicting Evaporation from a Row Crop with incomplete cover. Water Resources Research, 8: 1204 – 1213.

Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Royal Society of London (A) 193: 120-146.

Sierra, E.M. 1984. Procesamiento automático del balance hidrológico seriado mensual. Rev. Facultad de Agronomía, 5 (1-2): 115-129 pp.

Thornthwaite, C.W. ; J.R. Mather. 1955. The water balance. Publications in Climatology VIII, (1):104 pp. Drexel Inst. of Tech. New Jersey.

Villalobos, F.J. 1989. Análisis y evaluación de los riegos en el canal de Montijo. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

Wilcox, J. 1970. Development and evaluation of evaporation models for irrigation scheduling. Transactions of ASAE 21:88-96