

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL CRECIMIENTO DE UN CULTIVO DE PATATA (*SOLANUM TUBEROSUM* VD RED PONTIAC) SOMETIDO A TRES TRATAMIENTOS DE RIEGO CON UN ESTRES HÍDRICO INICIAL

JIMÉNEZ, M.*; MARTÍNEZ-RAYA, A.**; AGUILAR, J.***

* Laboratorio Agroalimentario, Atarfe; ** Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Granada; *** Departamento de Edafología, Universidad Granada

Abstract: We have studied the influence of periodicity on potato crop irrigation -Red Pontiac Variety-, subject to an initial 15 days hydricstress. The chosen periodicity has been weekly, semiweekly and triweekly. It has been observed that potato is highly sensitive to water deficit, since production decreases in a 35%-46%. This production decreases is due to the reduction in potato tubers size. Production of market and total tubers is linear compared to irrigation frequency and to the litres of water provided to the plant.

Key words : Irrigation, potato, hydric stress

Resumen: Se estudia la influencia de la periodicidad en el riego en patata de tipo Red Pontiac sometida a un estres hídrico inicial de 15 días. La periodicidad elegida ha sido con riego semanal, bisemanal y trisemanal y se ha comprobado que la patata es un cultivo muy sensible al déficit hídrico ya que reduce la producción entre un 35 y un 46%. Esta reducción es debida a la disminución del tamaño de los tubérculos comerciales y totales es lineal frente a la frecuencia de riego y a los litros de agua aportados a la planta.

Palabras clave: Irrigación, patata, stress hídrico

INTRODUCCIÓN

La patata es un cultivo que necesita grandes cantidades de agua debido a la elevada evaporación por la superficie foliar. En periodo de intensa tuberización puede necesitar hasta 80 m³ de agua por hectárea y día.

Asimismo, es extraordinariamente sensible al déficit de agua siendo periodos críticos, los de estolonización y formación de tubérculos, y menos sensibles, los de maduración y el

vegetativo inicial. En este sentido Jana (1989), indica que el estres hídrico al comienzo y durante la tuberización disminuye los rendimientos, mientras que al final de la tuberización y hasta la madurez no afecta a los mismos.

La disminución de la producción con el estres hídrico producido al inicio de la tuberización, está ampliamente remarcado en la bibliografía (Lynch, 1989, 1991; Tarafdar, 1988; Jefferies, 1987; Bartoszuk, 1987; Jerez, 1991; Stark, 1992).

Trebejo (1990), cifra la reducción de la producción entre el 20-52%, si la cantidad de agua aportada se reduce entre un 20-35% por parcela, mientras que Minhas (1991), establece la reducción por el stress hídrico entre un 30-65%.

Estas reducciones, según Martín (1992), se producen tanto en el número como en el tamaño de los tubérculos, por lo que cabe esperar que el porcentaje de tubérculos pequeños aumente; según Minhas (1991) este incremento está comprendido entre el 9-25%. Sin embargo, este incremento puede oscilar dependiendo del año y del grado de stress hídrico.

El efecto del stress de agua puede hacerse evidente relativamente pronto. Según Trebejo (1990), a los 28 días después de la siembra, ya se manifiesta en la acumulación de materia seca y con el acortamiento de la planta. El stress reduce el área de la hoja y el peso de la parte leñosa debido a la reducción, en parte, de la longitud de hoja, tallo y raíz (Ojala, 1990).

En nuestro estudio, se somete al cultivo a un stress hídrico inicial atrasando la fecha del primer riego unos 15 días, y posteriormente se utilizan tres tratamientos de riego con periodicidades semanal, bisemanal y trisemanal, con lo que el grado de stress que se mantiene varía según el tratamiento de riego.

Se estudia la influencia del stress hídrico sobre la producción final de tubérculos y sobre los contenidos porcentuales elementales y pesos de las diferentes partes de la planta a lo largo del crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron durante dos años en una parcela ubicada en el término municipal de Dilar (Granada).

Se trata de un luvisol cálcico de textura franco-arenosa y estructura en bloques subangulares, cuyos contenidos en los 35 cm. superficiales fueron: 0,7% de Carbono orgánico; 0,08% de Nitrógeno; pH 7,3; Capacidad de

intercambio catiónico 14,26 cmol/100 gr.; Magnesio de cambio 3,23 cmol/100 gr.; Potasio de cambio 0,35 cmol/100 gr.

El agua aplicada a cada tratamiento, se controla con un contador tipo Guadalquivir CD74-TRP, a partir de un sondeo cuyas características la hacen excelente para riego (clasificación C1-S1).

El sistema de riego es por gravedad, preparándose el terreno en surcos de 8 m. de longitud. La siembra se realizó el mes de marzo, empleándose semilla certificada A de calibre comprendido entre 45-65 mm. (Abeijon, 1964), troceada en varios cascos con dos o tres yemas cada uno (Zaag, 1981). El marco de siembra empleado fue de 30x65 cm. (Darpoux, 1969; Julia, 1982; Om, 1985).

Las labores de siembra, escarda y cosecha se realizaron a mano.

El abonado de fondo se incorporó al suelo durante la preparación del terreno, dos días antes de la siembra, utilizándose 154 UF de P₂O₅ (superfosfato de cal 18,3%), 200 UF de K₂O (sulfato potásico 49,6%) 52 UF de Nitrógeno (sulfato amónico 20,7%). El abonado de cobertera, se realizó coincidiendo con el aporcado, antes del inicio de la tuberización (Dixit, 1985), utilizándose 102 UF de Nitrógeno (nitrosulfato amónico 26,2%).

Los ensayos se realizaron utilizando tres tratamientos de riego que corresponden a periodicidades semanal (7 días), bisemanal (14 días) y trisemanal (21 días), con dos repeticiones para cada tratamiento. El riego fue por gravedad, saturando con agua hasta la mitad de los surcos (Aguirre, 1983).

Durante cada riego, se controla la cantidad de agua aportada a cada parcela, así como las precipitaciones habidas en forma de lluvia. Los litros aportados por la lluvia fueron:

Primer muestreo- 28,7 l/planta

Segundo muestreo- 32,3 l/planta

4.205 l/parcela en el momento de arranque

Inicialmente se le produce un stress hídrico al cultivo atrasando la fecha del primer riego 15 días.

Los litros aportados a cada una de las parcelas en cada riego figuran en la tabla 1.

Los muestreos de campo se realizaron a los 56 días después de la siembra (antes del inicio de la tuberización y a los 119 días después de la siembra - antes de la cosecha).

En cada muestreo se toman dos plantas por parcela elemental que se introdujeron en bolsas de papel y se mantienen a 4°C hasta su análisis.

Las plantas se dividen para su estudio en tres partes: tallo, raíz y tubérculo, anotándose los pesos húmedos de cada uno de ellos el mismo día del muestreo. Posteriormente se trocean y secan a 70°C, anotándose el peso seco y moliéndose para su análisis posterior. En planta se determinaron N, P, K, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn según los Métodos Oficiales de Análisis del Ministerio de Agricultura (1986), mientras que en la fracción menor de 2 mm. del suelo se determinaron N, P, K y Mg también según los Métodos Oficiales del Ministerio de Agricultura.

En la cosecha, los tubérculos se calibran en base a las categorías comerciales (menor de 30 mm. y menor de 45 mm.) pequeños; (entre 45-

80 mm.) medianos; (mayor de 80 mm.) grandes; anotándose el peso y número de cada calibre según las Normas de Calidad para la Patata de Consumo (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1986).

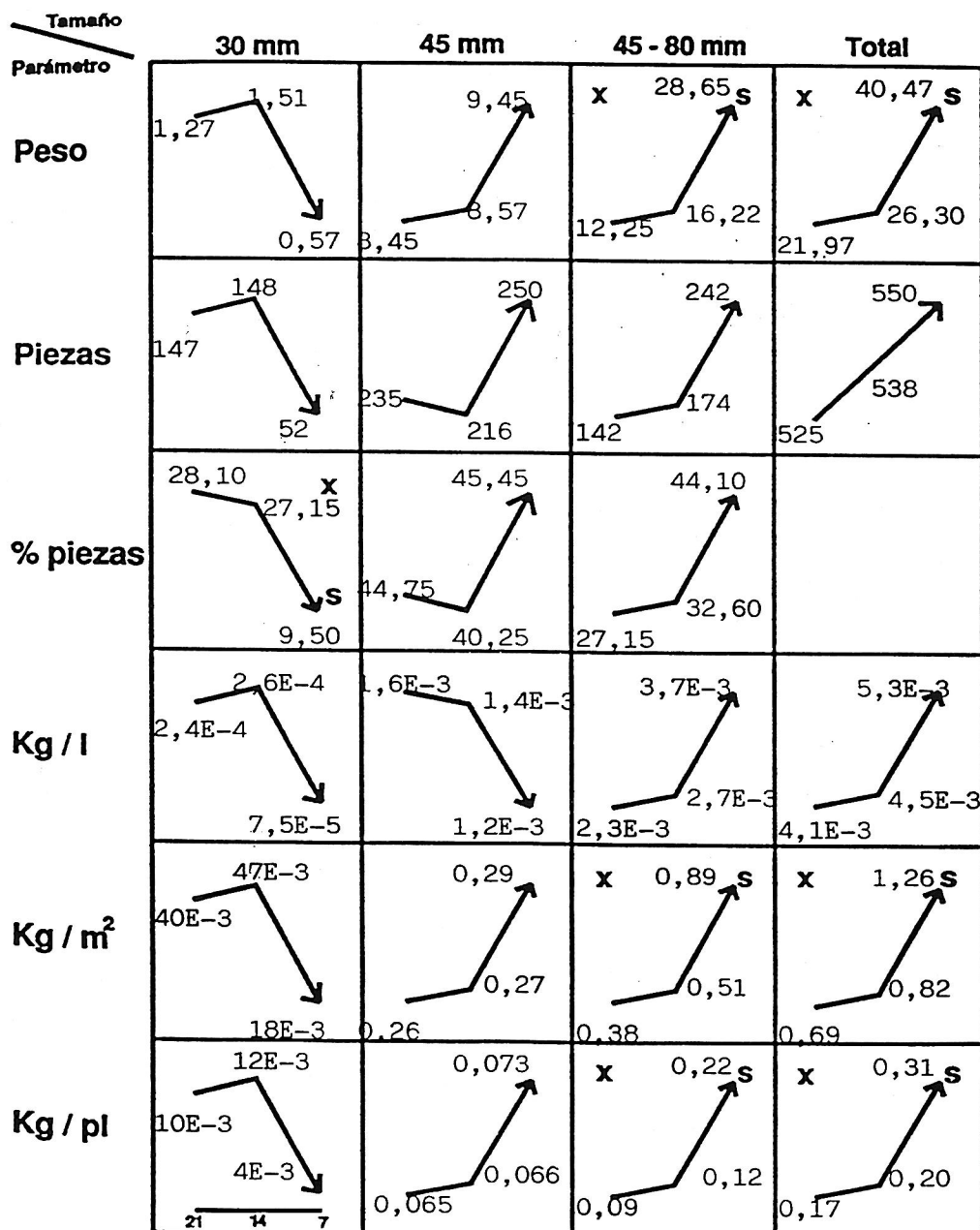
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Utilizando el programa estadístico Statgraphics, se ha realizado un Análisis de la Varianza Múltiple, utilizando los datos de la producción final de tubérculos por un lado (ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN), y los contenidos porcentuales de cada elemento y pesos de las diferentes partes de la planta a lo largo del crecimiento, por otro (ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO).

Como variables de estudio hemos considerado, la periodicidad en el riego (semanal-7 días, bisemanal 14 días, y trisemanal 21 días), el volumen de agua aportada con el riego más la lluvia y los días transcurridos desde la fecha de la siembra.

Tabla 1: Litros aportados a cada una de las parcelas en cada riego.

Fecha	1º muestreo			2º muestreo		
	26/5	2/6	9/6	15/6	22/6	29/6
Parcela 1	775	600	500	425	600	600
2	675	600	550	375	550	600
3	550	-	600	-	600	-
4	500	-	575	-	550	-
5	750	-	-	425	-	-
6	600	-	-	500	-	-



X:- PARAMETRO SIGNIFICATIVO AL 5% FRENTE A LA PERIODICIDAD.
 S:- DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.

Gráfica R-1: Análisis de la varianza de las producciones en función de la periodicidad.

ANÁLISIS DE PRODUCCION

En la gráfica R-1, se representan los resultados del Análisis de Varianza a los datos de producción de tubérculos de diferentes calibres frente a la periodicidad en el riego.

Es de destacar la ausencia de tubérculos grandes (calibre mayor de 80 mm.), lo que nos indica que el estress reduce el tamaño de los tubérculos.

Se produce un aumento significativo del peso de tubérculos comerciales (calibre 45-80 mm.), sobre todo con el tratamiento semanal, lo que condiciona que el aumento de tubérculos totales también sea significativo.

Existe una reducción del peso, número y porcentaje de tubérculos muy pequeños con la frecuencia de riego, y un aumento del peso, número y porcentaje de los tubérculos medianos con el riego.

La reducción de la producción con el estress hídrico producido al inicio, de la tuberización está ampliamente indicada en la bibliografía.

Trebejo (1990) cifra la reducción entre un 20-52% y Minhas (1991) entre un 30 y un 65%. En nuestras experiencias se produce una disminución del 35 al 46% en la producción entre el tratamiento semanal y los otros dos, lo que confirma que a mayor grado de estress hídrico mayor reducción de las producciones.

La reducción de la producción según Martín (1992) se produce en el número y tamaño de los tubérculos, con lo que aumenta el porcentaje de tubérculos pequeños, oscilando este incremento según Minhas (1991), entre el 9 y el 25%.

En nuestras experiencias el incremento de tubérculos pequeños oscila entre el 11-17% según sea el tratamiento de riego.

Las variaciones de la producción de tubérculos comerciales y totales siguen modelos lineales frente a la frecuencia en el riego y frente a los litros de agua aportados tal y como se indica en las ecuaciones siguientes:

Peso calibre (45-80) = $3,98 + 172,35 f$;
Coef. correl. = 0,94

Peso total = $12,55 + 194,92 f$; Coef. correl. = 0,97

Peso calibre (45-80) = $-26,39 + 7,225 E-3 Itcll$; Coef. correl. = 0,95

Peso total = $-21,79 + 8,17 E-3 Itcll$; Coef. correl. = 0,98

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO

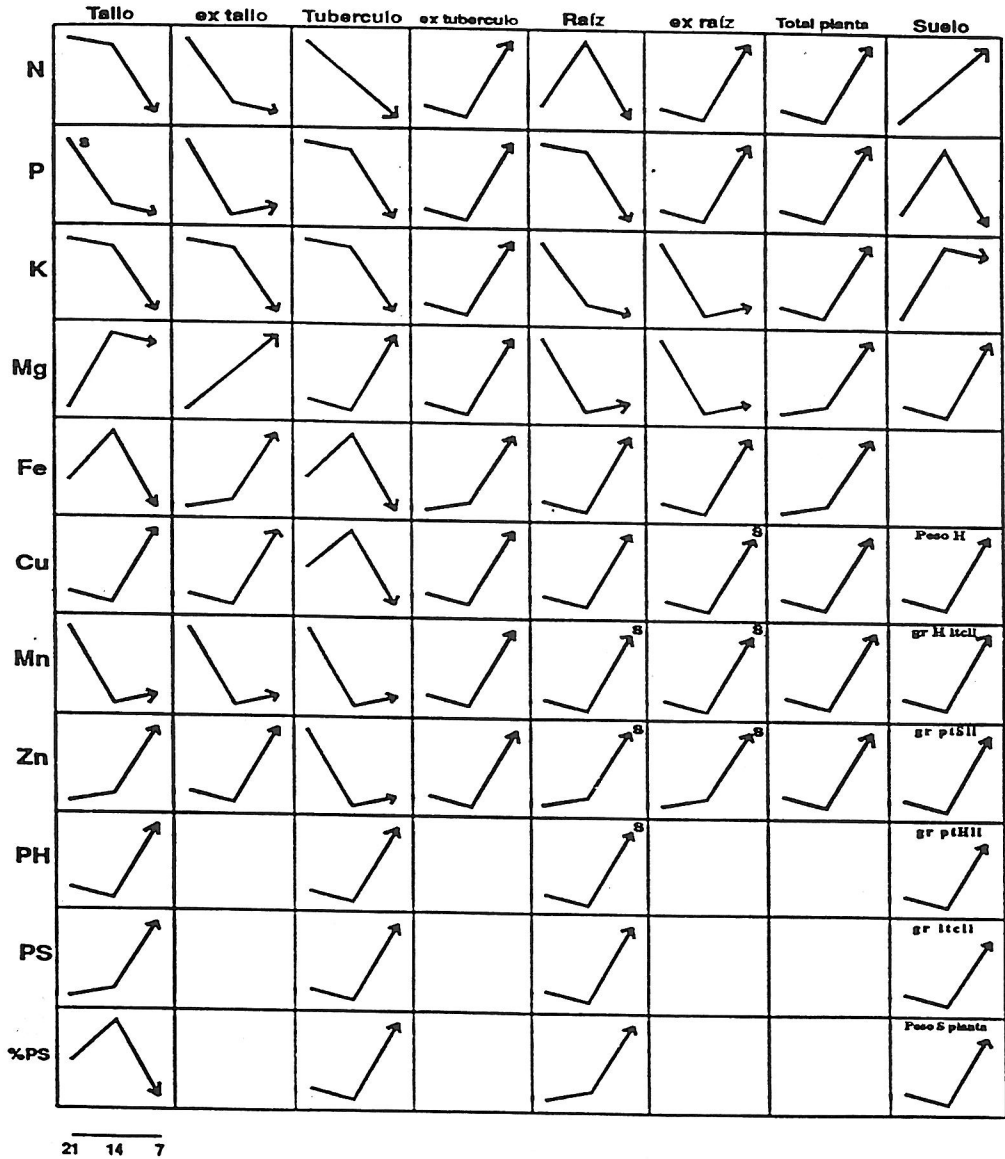
Los resultados de la producción final de tubérculos son consecuencia de la evolución del cultivo a lo largo de su ciclo de crecimiento. Para evaluar la influencia del estress hídrico sobre el crecimiento de la planta, se estudió la composición de la planta en dos etapas de su desarrollo como son antes del inicio de la tuberización y en la madurez. Hemos de indicar que a consecuencia del estress no se diferenció el momento de la floración. El estudio de la composición de la planta frente a cada una de las variables consideradas: periodicidad en el riego, volumen de agua aportada y días transcurridos desde la fecha de la siembra nos da unas conclusiones bastante similares y es por lo que solo vamos a discutir la evolución frente a la periodicidad y frente a los litros.

Crecimiento-periodicidad

En la gráfica R-2, se representan la evolución de los contenidos porcentuales en cada parte de la planta de cada uno de los elementos estudiados en función de la periodicidad. Destaca la ausencia de diferencias significativas entre los tres tratamientos. No obstante, se observa como los pesos tanto húmedos como secos de tallo, raíz y tubérculos crecen con la frecuencia de riego, sobre todo con el riego semanal, mientras que los contenidos porcentuales elementales varían de manera independiente a la periodicidad. El crecimiento de los pesos con la frecuencia de riego, condiciona que las extracciones elementales realizadas por la planta sean asimismo crecientes con la mayor frecuencia de riego.

Crecimiento-tratamiento de riego-litros

En las gráficas siguientes se representan las



S:- DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS.

Gráfico R-2: Evolución de los contenidos de nutrientes en la planta y suelo en función de la peridiocidad.

variaciones de los contenidos elementales y pesos frente a los litros aportados a cada planta diferenciando cada tratamiento de riego de manera independiente.

Observamos como el peso húmedo del tallo solamente es creciente para el riego semanal, mientras que es decreciente para los otros dos tratamientos; esto nos señalaría que ambos han sido deficitarios en agua con lo que la planta no se ha desarrollado correctamente. En la raíz también existe una diferenciación clara entre el tratamiento semanal y los otros dos, mientras que en el tubérculo la evolución de los pesos es independiente del tratamiento de riego. Los porcentajes relativos de tallo y raíz frente al peso seco de la planta son decrecientes mientras que los del tubérculo son crecientes, lo que nos indica un trasvase de materia hacia los tubérculos de las otras partes de la planta. El hecho de que la mayor pendiente de variación del porcentaje de tubérculos sea para el riego cada 21, días nos indica la mayor efectividad de los tratamientos más deficitarios en agua frente a los menos deficitarios.

En el tallo, los contenidos porcentuales varían de forma similar para los tres tratamientos, siendo los contenidos de manganeso los que se diferencian según el tratamiento. En la raíz los porcentajes de K, Cu, Fe y Mn varían de forma diferente según el tratamiento, mientras que en el tubérculo los contenidos elementales varían de forma similar para los tres tratamientos, con mayor pendiente de variación para los tratamientos más deficitarios en agua. Las extracciones elementales por parte de los tubérculos y planta son similares para los tres tratamientos, mientras que las del tallo y raíz vienen más influenciadas por el grado de estrés hídrico.

La menor efectividad de los tratamientos sin déficit hídrico, se explica a causa de las pérdidas de agua, bien sea por drenaje (Martín, 1992) o por evaporación.

La reducción del peso de la planta con el estrés (Jerez, 1991) y de la raíz (Mackerron, 1989), debe explicarse por la reducción en el contenido de agua.

El riego disminuye el contenido de materia seca de los tubérculos, (Zaag, 1985; Guarda, 1987), a la vez que las concentraciones de Nitrógeno y Potasio (Ekeberg, 1986), de la materia seca como consecuencia de la dilución de nutrientes realizada por el agua. Como quiera que de nuestro estudio se deduce que la dinámica de los distintos elementos sigue pautas similares en las distintas partes de la planta de forma independiente al tratamiento de riego, afectando fundamentalmente a los pesos de las distintas partes de la planta, hemos de concluir indicando que un mayor volumen de agua aplicada supone un efecto de dilución de la concentración de todos los nutrientes en las diversas partes de la planta y cuando los niveles de agua son más escasos se produce una mayor concentración relativa de nutrientes en todas las partes de la planta.

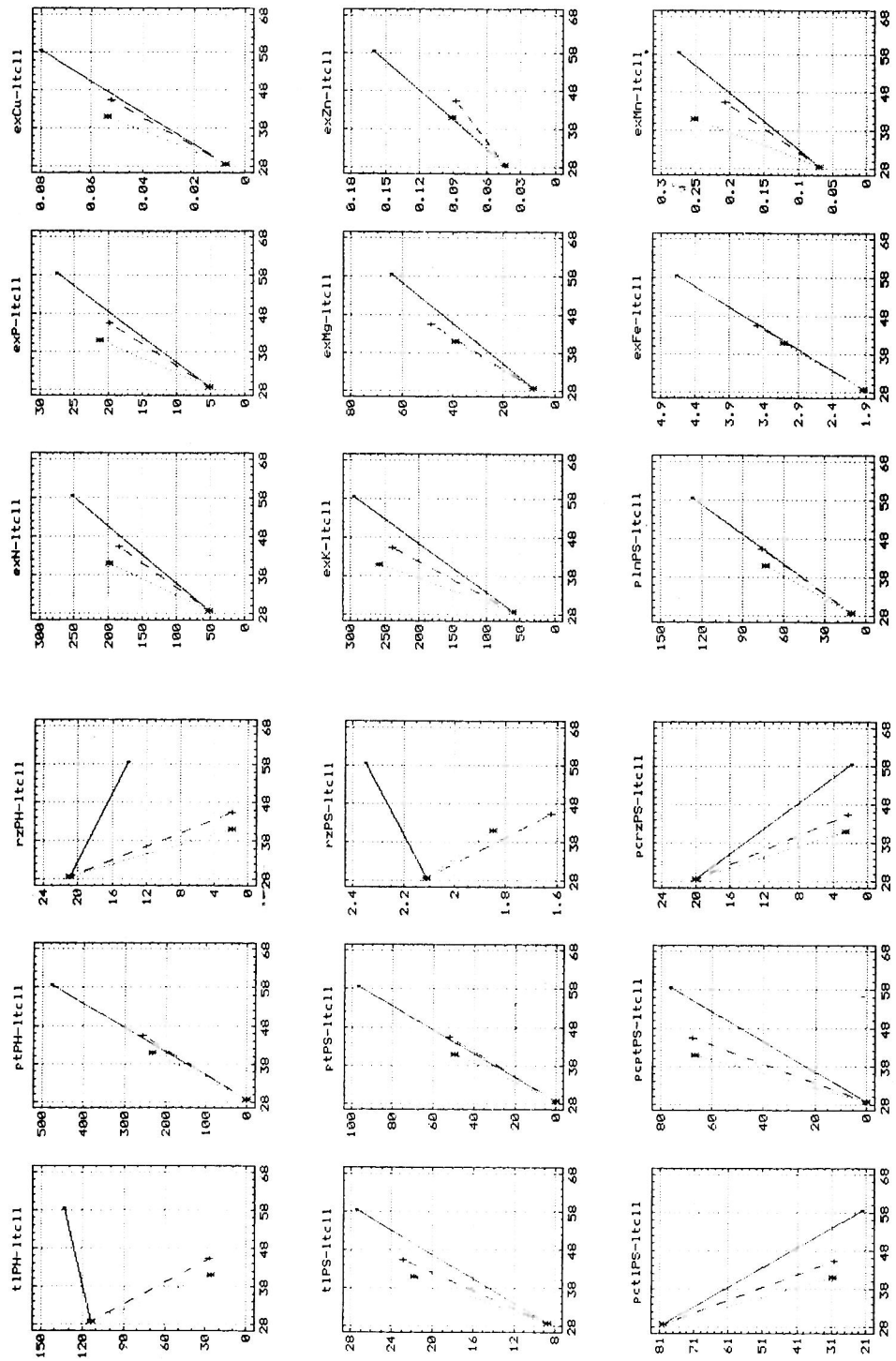
Los resultados obtenidos se reflejan en la gráfica R-3.

CONCLUSIONES

La patata es un cultivo muy sensible al déficit hídrico. Un estrés hídrico producido al comienzo de la tuberización reduce la producción entre un 35-46% dependiendo del tratamiento de riego posterior. Esta reducción de la producción es debida a la disminución del tamaño de los tubérculos, produciéndose un incremento de tubérculos pequeños entre el 11-17%. La producción de tubérculos comerciales o totales es lineal frente a la frecuencia de riego y a los litros de agua aportados a la planta.

Los pesos tanto húmedos como secos de las diversas partes de la planta, tallo, raíz y tubérculos crecen con la frecuencia de riego, mientras que los contenidos porcentuales varían de manera independiente al tratamiento de riego.

Un mayor volumen de agua aplicada supone un efecto de dilución de nutrientes en todas las partes de la planta, y un déficit hídrico una mayor concentración de los mismos.



Gráfica R-3: Variaciones de los contenidos elementales y pesos frente a los litros aportados a cada planta en cada tratamiento de riego.

Tratamiento de riego:

(semanal -----, bisemanal - - - - -, trisemal)

Simbología

Los resultados obtenidos se reflejan en las tablas, donde se ha utilizado la siguiente notación:

- ltcll:** litros de agua (riego más lluvia) aportados a la parcela.
ptpH: peso húmedo del tubérculo expresado en gramos.
ptPS: peso seco del tubérculo expresado en gramos.
pcptPS: porcentaje en peso seco del tubérculo frente al total de la planta.
rz-N,K,P,Mg,Fe,Cu,Mn,Zn-: contenidos porcentuales elementales en la raíz.
rzPH: peso húmedo de la raíz expresado en gramos.
rzPS: peso seco de la raíz expresado en gramos.
pcrzPS: porcentaje en peso seco de raíz frente al total de la planta.
tl-N,K,P,Mg,Fe,Cu,Mn,Zn-: contenidos porcentuales elementales en el tallo.
tlPH: peso húmedo del tallo expresado en gramos
tlPS: peso seco del tallo expresado en gramos
pcttlPS: porcentaje en peso seco de tallo frente al total de la planta.
Ex: extracciones elementales en las diferentes partes de la planta referidas a las plantas.

Nota: Los resultados corresponden a los valores medios obtenidos para cada tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Abeijon, J. (1964). La patata de siembra española. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agraria, Serie técnica 12, Madrid
- Aguirre, J. (1983). 500 consejos agrícolas. 2ª ed. Mundi-Prensa, Madrid, pp.257
- Bartoszuk, W. (1987). Decreases in potato yield resulting from water deficit during the growing season. *Biuletyn Instytutu Ziemiaka* 36, 43-52
- Darpoux, R.; Debelley, M. (1969). Plantas de escarda. Ed. Mundi-Prensa, Madrid
- Dixit, R.S. (1985). Soil and foliar application of nitrogen in potato. *Indian Journal of Agronomy* 30 (3), 379-380
- Ekeberg, E. (1986). Irrigation and fertilizer amounts for potatoes. I yields and quality II: Contents of nitrogen, phosphorus and potassium. *Forskning of Forsok i Landbruket* 37 (4), 187-204
- Guarda, G.; Giovanardi, R.; Giuliari, S. (1987). Influenza dell'irrigazione sulla risposta produttiva e qualitativa della patata (*Solanum tuberosum* L) in funzione delle disponibilità idriche del terreno. *Irrigazione e Drenaggio* 34 (4), 49-54
- Jana, P.K.; Das, S.; Mandal, B.B.; Bandyopadhyay, P. (1989). Effect of soil moisture tension at different physiological stages of growth on yield and consumptive use of water by potato. *Environment and Ecology* 7 (4), 809-812
- Jefferies, R.A.; Mackerron, D.K.L. (1987). Aspects of the physiological basis of cultivar differences in yield of potato under droughted and irrigated conditions. *Potato Res* 30 (2), 201-217.
- Jerez, E. (1991). Indicadores fisiológicos y bioquímicos en el cultivo de la patata en respuesta al estrés hídrico. *Cultivos Tropicales* 12 (3), 21-26
- Julia, J.F. (1982). Análisis de la productividad

- de la patata de siembra y el abonado nitrogenado en la producción de patata temprana. Jornadas técnicas sobre el cultivo y comercialización de la patata, Real Soc. Vascongada de los Amigos de País, Vitoria.
- Lynch, D.R.; Tai, G.C.C. (1989). Yield and yield component response of eight potato genotypes to water stress. *Crop Science* 29 (5), 1.207-1.211
- Lynch, D.R.; Kozub, G.C. (1991). The association between potato tuber yield and the components of yield in irrigated and dryland environments in the prairies. *Canadian Journal of Plant Science* 71 (1), 279-287.
- Mackerron, D.K.L.; Peng, Z.Y. (1989). Genotypic comparisons of potato root growth and yield in response to drought. *Aspects of Applied Biology* 22, 199-206
- Martín, R.J.; Jamieson, P.D.; Wilson, D.R.; Francis G.S. (1992). Effects of soil moisture deficits on yield and quality of Russet Burbank potatoes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 20 (1), 1-9
- Minhas, J.S.; Bausal, K.C. (1991). Tuber yield in relation to water stress at different stages of growth in potato (*Solanum Tuberosum* L). *Journal of the Indian Potato Association* 18 (1-2), 1-8
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1986). Métodos oficiales de análisis Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1986). Norma de calidad para patata de consumo. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid
- Ojala, J.C.; Stark, J.C.; Kleinkopf, G.E. (1990). Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *Amer. Potato J.* 67 (1), 29-43
- Om, H. (1985). Effects of methods of planting and fertility levels on yield and quality of potato. *Journal of the Indian Potato Association* 12, 105-109
- Stark, J.C.; Mccam, I.R. (1992). Optimal allocation of limited water supplies for Russet Burbank potatoes. *Amer. Potato J.* 69 (7), 413-421
- Tarafdar, P.K.; Banarjee, N.C.; Mukhopadhyy, A.K. (1988). Influence of potassium fertilization on the response to soil moisture stress in potato, *Acta Agronómica Hungarica* 37 (1-2), 37-42
- Trebejo, I.; Midmore, D.J. (1990). Effect of water stress on potato growth, yield and water use in a hot and a cool tropical climate. *J. Agric. Sci. Camb.* 114 (3), 321-334
- Zaag, D.E.; Vander (1981). Plantación, abonado y control de malas hierbas en las patatas. Instituto Consultativo Holandés sobre la Patata, La Haya
- Zaag, P.; Vander; Demagante, A. (1985). Water requirements as influenced by irrigation system and mulch for potato (*Solanum Spp*) grown in an isohyperthermic environment in the Philippines, *Philippine Agriculturist.* 68 (4), 571-584
-