

Evaluación del manejo del riego de la papa en la Empresa de Cultivos Varios “Valle del Yabú”, Santa Clara, Cuba

Evaluation of the irrigation management in potato in the Enterprise of Tilling Several “Valle del Yabu”, Santa Clara, Cuba

Juan Pacheco Seguí¹ y Andrés Pérez Corra²

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue la evaluación pluviométrica de la tecnología de riego y del régimen de riego que se aplicó al cultivo de la papa en el Campo 14 de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) # 2 de la Empresa de Cultivos Varios (ECV) “Valle del Yabú en la campaña papera 2008-2009. La tecnología de riego fue una máquina de pivote central eléctrica modelo Western, la cual, regó con buena uniformidad. Las láminas de agua aplicadas fueron en general muy pequeñas y con intervalos de riego muy cortos lo que provocó un exceso de vueltas de la máquina en el campo, con problemas de atascamientos y lavado de productos químicos. La humedad del suelo se midió mediante muestras gravimétricas y también se usaron tensiómetros. Se aplicaron 273 mm de agua, lo cual, es suficiente para el cultivo, pero deficientemente distribuido. A partir del balance hídrico realizado, se recomiendan las láminas y los intervalos de riego por fases fenológicas. El rendimiento de tubérculos fue de 30,37 t/ha con favorables indicadores económicos para la UBPC # 2.

Palabras clave: papa, irrigación, manejo del riego.

ABSTRACT. The objective of this paper was the evaluation of the irrigation technology and the irrigation regime applied to the crop of potato in the field 14 of agricultural cooperative #2 belonging to the enterprise “Valle del Yabu” during the period 2008-2009. The irrigation technology was an electric central pivot model Western, which worked with good uniformity. The applied water depths were in general very small and with very short irrigation intervals those regime caused an excess of turns of the central pivot in the field, with problems of blockages and wash of chemical products. The soil moisture was measured by means of soil samples, tensiometers were also installed. The depth of 273 mm of water applied in the whole cycle was enough for the crop, but deficiently distributed. Starting from the water balance, the irrigation depths were recommended by phenological phases and also the irrigation intervals. The yield of tubers was of 30.37 t/ha with favorable economic indicators for the cooperative #2

Keywords: potato, irrigation, irrigation management.

INTRODUCCIÓN

La papa es relativamente sensible al déficit de agua, por lo que no debe agotarse más de un 30 a 35% del total del agua disponible, especialmente durante la formación y crecimiento de los tubérculos. La intensidad de consumo de agua se incrementa considerablemente hasta los 42 días posteriores a la siembra sufriendo ligeros cambios para comenzar a redu-

cirse nuevamente a partir de los 84 días; paralelamente a las interacciones en el consumo de agua, varía la intensidad de la respiración. El efecto del déficit de humedad acelera el envejecimiento del cultivo y la reducción del número de tallos en las primeras estaciones vegetativas (Vázquez, 1996). Lo anterior concuerda con lo señalado por Jara (1999), quien afirma que una disminución del agua aprovechable en el suelo disminuye los rendimientos. Además de ello, estimula la respiración y acelera

Recibido 12/02/09, aprobado 23/07/10, trabajo 40/10, investigación.

¹ Dr.C. Prof., Universidad Central de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Villa Clara, Cuba, CP: 54830
E-✉: juanps@uclv.edu.cu

² Ing., Prof., Universidad Central de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Villa Clara, Cuba.

el envejecimiento del cultivo (Solórzano *et al.*, 1993).

A partir de estudios de campo fue posible determinar al menos dos períodos críticos de necesidades hídricas en el cultivo de la papa; inmediatamente después de la emergencia y durante la tuberización (Martínez y Moreno, 1992).

Los cultivos que no sufren estrés hídrico producen aproximadamente 6 t/ha de tubérculos por cada 25 mm de agua usados por la planta, así que si se aplican 100 mm la respuesta al riego debe ser de 20 t/ha asumiendo 15% de pérdidas durante la aplicación. Con un riego correcto la planta tiene una respuesta de rendimiento de aproximadamente 0,2 t/ha/mm de agua, lo cual lo hace muy rentable. En toda la bibliografía consultada se reconoce la necesidad de un cuidadoso manejo del riego, debido a que el cultivo de la papa es sensible a deficiencias y exceso de agua durante el ciclo, afectando el rendimiento y calidad de los tubérculos.

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de la tecnología y del régimen de riego que se aplica a la papa en la máquina de riego de pivote central del Campo 14 de la UBPC # 2 ECV “Valle del Yabú” ubicada en un suelo pesado, como una muestra de la operación del riego en las áreas plantadas de papa de la mencionada empresa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en la Empresa de Cultivo Varios “Valle del Yabú”, UBPC # 2, Campo 14 con un área de 20,13

ha ubicada en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara, en el período comprendido de enero a abril del 2009. El área de estudio se caracterizaba por tener un suelo pardo sin carbonato, plastogénico medianamente humificado, con 33 cm de profundidad efectiva y ligeramente ondulado, con Capacidad de Campo en base a peso de suelo seco de 50% y Densidad aparente de 1,0 g/cm³. La variedad de papa plantada fue Atlas y la plantación se realizó el 6 de enero del 2009, con un marco de siembra de 0,90 m por 0,25 m. En la Figura 1 se muestra la media semanal de las temperaturas máximas, mínimas y los totales de lluvia caídas para los meses de enero a abril. El valor de las temperaturas mínimas varía de 15,5 a 17,9 °C durante el ciclo del cultivo y las temperaturas máximas se pueden apreciar en las últimas semanas del mes de abril que alcanzaron valores superiores a los 30 °C. Durante las primeras 10 semanas la temperatura media fue muy favorable pues no sobrepasó los 21 °C.

La Tabla 1 muestra las características de la máquina de riego de pivote central eléctrica utilizada para regar el Campo 14, objeto de estudio.

Al inicio del trabajo se realizó la revisión de la distribución de las boquillas atendiendo a la carta técnica de la máquina. Se realizó una evaluación pluviométrica en la fase de brotación, acorde con la metodología que se establece en el Reglamento para la organización, operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje (González, 2004).

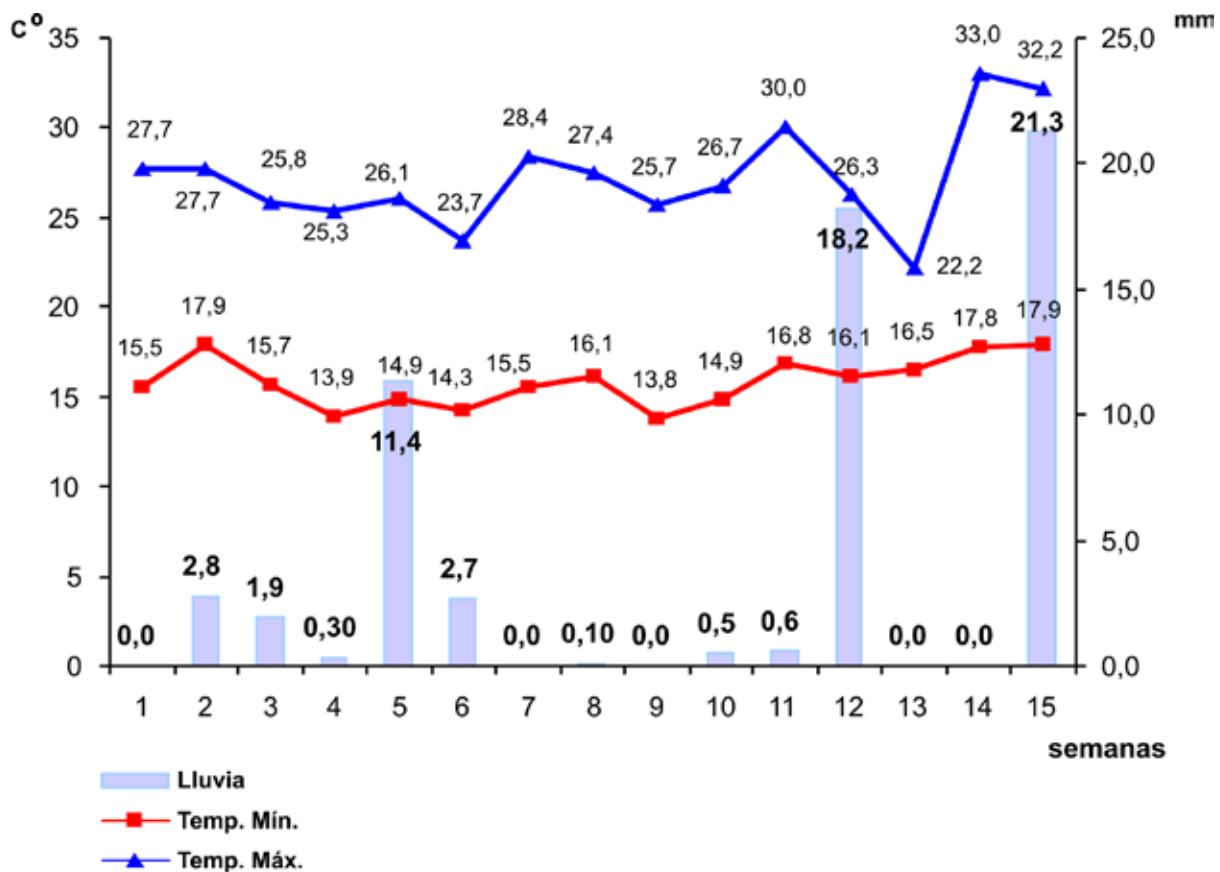


FIGURA 1. Comportamiento de la temperatura y la lluvia.

TABLA 1. Características de la máquina de riego de pivote central eléctrica

Modelo	Torres	Área regada, ha	Caudal, L/s	Longitud, m	Hidromódulo, L/s
Western	5	20,13	27,6	260	1,30

Los datos pluviométricos fueron procesados por el software “Pluviopivot” (Pacheco, 2004). Según Tarjuelo (2005), las pérdidas por evaporación en el aire de los pivotes dependen principalmente de la humedad del aire, la temperatura del mismo y del agua, el tamaño de las gotas y de la velocidad del viento. De estas pérdidas, aproximadamente el 60% corresponden a evaporación y el 40% a arrastre por el viento. Keller (1990) citado por Tarjuelo (2005) mantiene que, en condiciones normales estas pérdidas por evaporación y arrastre varían entre el 5 y el 10%. Por lo antes expuesto, tratándose de un suelo llano y de alta capacidad de almacenamiento de agua, no consideramos otras pérdidas y en los cálculos realizados asumimos una eficiencia de aplicación del agua de 90%.

Se muestreó la humedad presente en el suelo por el método gravimétrico hasta 0,40 m de profundidad con frecuencia de 1 a 2 veces por semana. A partir de febrero/09 se midió la tensión de humedad del suelo mediante la colocación de seis tensiómetros, tres de ellos a una profundidad de 20 cm y los tres restantes a una profundidad de 40 cm, los cuales fueron adecuadamente calibrados y con mantenimiento frecuente. Se midió la profundidad del sistema radical del cultivo en las diferentes fases de desarrollo en veinte plantas.

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (Eto) diaria por la fórmula de Penman–Monteith se utilizaron datos de la Estación Agrometeorológica del Yabú ubicada a unos 5 km del área de estudio. La evapotranspiración diaria del cultivo (Etc) se calculó utilizando los Kc obtenidos por Roque (1995) lo que unido a las precipitaciones y riegos necesarios permitió realizar un balance del agua en el suelo. El manejo del riego en el Campo 14 fue decisión de la dirección de riego de la UBPC # 2 de la ECV “Valle del Yabú”. El criterio generalizado en la empresa es aplicar a la papa toda el agua posible, aunque no disponen de equipamiento para medir la humedad del suelo, las tensiones con las cuales se retiene el agua o el ritmo de consumo de las plantas. Se llevó un record de los riegos reales

realizados por la empresa en cuanto a fecha y lámina de agua aplicada y se comparó con los resultados del balance hídrico. Se pesaron los tubérculos cosechados en las balanzas de la Empresa de Acopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación pluviométrica realizada a la máquina y procesada por el software “pluviopivot” aparece en la Figura 2. La máquina cumple con las características establecidas en su catálogo en lo referente a la pluviometría, la lámina media de agua ponderada aplicada no difiere sustancialmente de lo planteado por el fabricante en la documentación. El coeficiente de uniformidad fue de 84,5 %, y según Montero *et al.* (2005), una parcela está bien regada cuando se consigue un coeficiente de uniformidad entre el 85 % y 90 %.

La distribución de las boquillas fue la correcta según la carta del fabricante. Se encontró al procesar la tabla del fabricante la ecuación que relaciona la configuración del cronómetro con la lámina de riego bruta que aplica la máquina con un ajuste de $R^2=1$, la cual, permite seleccionar la regulación del cronómetro para cualquier lámina de riego que no aparezca en la tabla, la ecuación se muestra a continuación:

$$y = \frac{241,76}{x} \quad (1)$$

donde:

y – configuración del cronómetro porcentual;

x- lámina de riego bruta en mm.

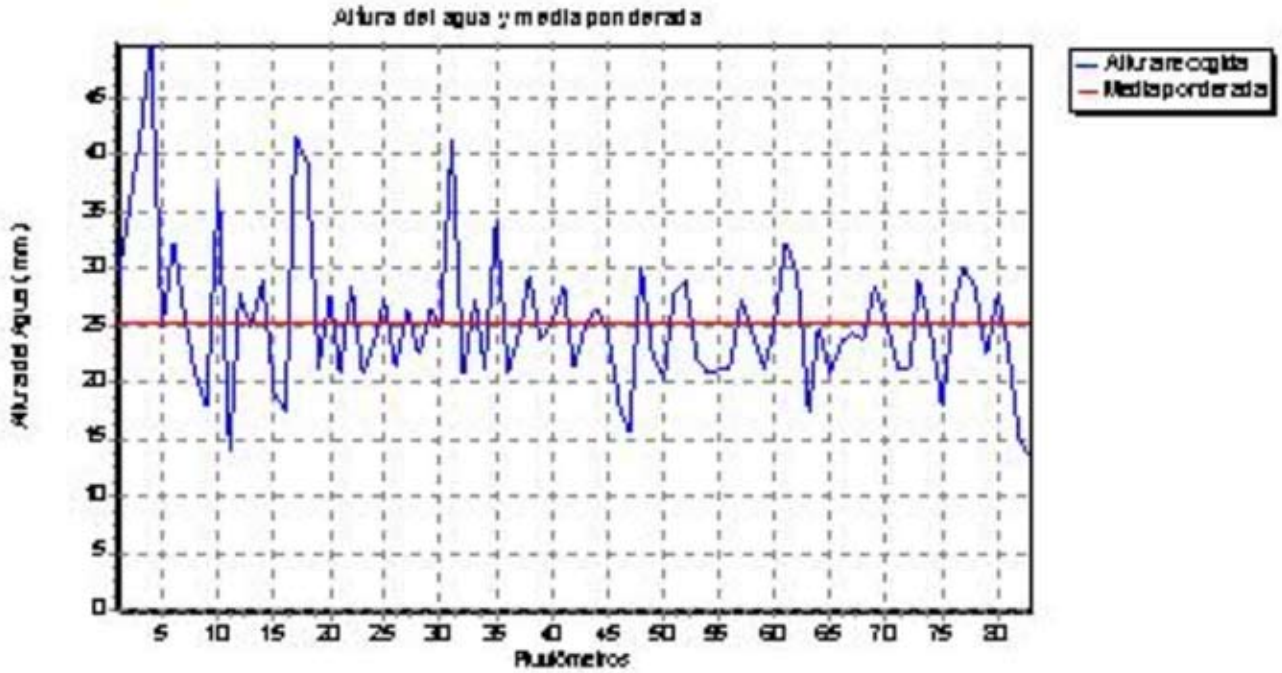
La capa activa del cultivo por fases de desarrollo aparece en la Tabla 2, así como las láminas de riego que deben aplicarse. Sin embargo, como puede verse en la Tabla 3, la Empresa usó otros valores para las láminas de riego y generalmente muy pequeños.

TABLA 2. Capa activa y láminas de riego en las diferentes fases de desarrollo del cultivo

Fase de desarrollo	Capa activa, cm	Lámina de riego neta, mm	Lámina de riego bruta, mm
Plantación-Emergencia	20	20	22
Crecimiento-Tuberización	25	25	28
Engrosamiento del tubérculo	30	30	33
Maduración	30	30	33

En la Tabla 3 se muestra la fecha de los riegos aplicados, la lámina de agua y la fase del cultivo según lo real ejecutado en el riego por la UBPC # 2, y también lo que correspondía aplicarse según el balance. Como puede verse se aplicaron realmente 23 riegos lo que complicó el plan de protección fitosanitaria por el sucesivo lavado de productos químicos sobre el follaje, la fertirrigación de urea aplicada, no se hizo formando parte del plan de riegos, sino que se hacía en aplicaciones de agua adicionales, que son los riegos de 5,4 mm que aparecen en la tabla provocando vueltas adicionales y más posibilidades de atasques de la máquina en este suelo pesado. Según el balance con 9 riegos se cumplía con las necesidades del cultivo y utilizando 245 mm de agua, o sea, 28 menos. En la Figura 3 se muestra la humedad del suelo en base a peso de suelo seco durante el ciclo vegetativo. Puede notarse que el 7 de febrero y alrededor del 22 de marzo la humedad en la capa 0-20 cm era muy baja.

Datos de la evaluación	
Máquina: Campo 14-UB PC 2-Yabi	Presión en el pivote: 2.00 kg/cm ²
Cultivo y fase: Papa botacha	Regulación: 10%
Fecha: 1/22/2009	Lámina de riego requerida: 25 mm
Hora de inicio: 8.30am	Velocidad del viento: 0 m/s
Hora de fin: 1.00pm	Velocidad de la última torre: 33 m/h
Diámetro: 10.5 cm	Dirección del Viento: N
Equidistancia: 3m	Dirección de los pluviómetros: 0



Parámetros calculados	
Media Ponderada	25.224 mm
Media Ponderada del 25% menos regado	19.272 mm
Coefficiente de Variación Ponderada	20.7 %
Coefficiente de Uniformidad Ponderada	84.5 %
Uniformidad de la distribución ponderada	76.4 %

FIGURA 2. Evaluación pluviométrica realizada a la máquina de pivote central.

En la Figura 3 se presenta la humedad del suelo durante el ciclo vegetativo del cultivo, destacándose la mayor humedad en la capa 20-40 cm y el déficit hídrico presente durante la segunda quincena de marzo.

En la Figura 5 se muestra la tensión de humedad durante el mes de marzo, en la misma puede notarse que en la segunda quincena las tensiones estuvieron por encima de los 50 cb producto de aplicaciones muy ligeras de agua y también se aprecia que en la profundidad de 40 cm la tensión era más baja y que los riegos no aportaban agua prácticamente a esa capa.

TABLA 3. Lámina de agua aplicada y calculada según el balance y fechas de riego por fases de desarrollo del cultivo

No. de orden de los riegos reales aplicados	Fecha de la actividad real aplicada	Intervalo entre los riegos aplicados, días	Lamina de riego neta real aplicada por la máquina, mm	Lámina de riego neta, mm, calculada y fecha en que debía aplicarse según el balance, mm	Fase fonológica del cultivo
	1-1-09			20 (ene. 1ro)	
1	4-1-09		4,34		
2	5-1-09	1	4,34		
	6-1-09		--		Plantación
3	10-1-09	4	5,44		
4	14-1-09	4	5,44	20 (ene. 14)	
5	18-1-09	4	5,44		
6	21-1-09	3	22,5		
7	26-1-09	5	22,5		
	28-1-09	2	--	20 (ene. 28)	Emergencia
8	6-2-09	9	22,5		
9	14-2-09	8	22,5	20 (Feb. 12)	Crecimiento-tuberización
10	16-2-09	2	22,5		
11	21-2-09	5	10,9	20 (feb. 21)	
12	26-2-09	6	10,9		
13	2-3-09	3	5,4	25 (marzo 2)	Engrosamiento de tubérculos
14	4-3-09	2	22,5		
15	7-3-09	2	5,4		
16	9-3-09	2	14,5	30 (marzo 11)	
17	12-3-09	3	5,4		
18	14-3-09	2	22,5	30 (marzo 19)	
19	26-3-09	12	5,4		
	27-3-09	1	--	30 (marzo 28)	Maduración
20	30-3-09	3	7,3		
21	2-4-09	3	7,3		
22	6-4-09	4	7,3	30 (abril 4)	
23	9-4-09	3	10,9		
Media/Suma		4,4	273,2	265 mm en 10 riegos. Intervalo medio=9 días	

El rendimiento cosechado fue de 30,37 t/ha, el cual, fue considerado uno de los mejores de la empresa. En este año en particular aunque el régimen de riego no satisfizo las necesidades del cultivo todo el tiempo, el clima se mostró muy favorable para la producción de papas. De haberse manejado el riego con mayor acierto el rendimiento hubiera alcanzado valores muy superiores.

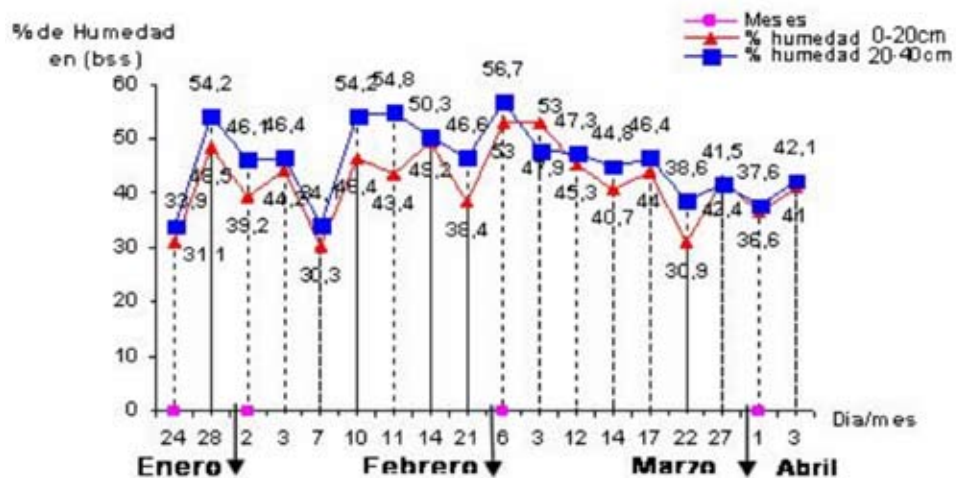


FIGURA 3. Humedad promedio del suelo en las capas 0-20 y 20-40 cm.

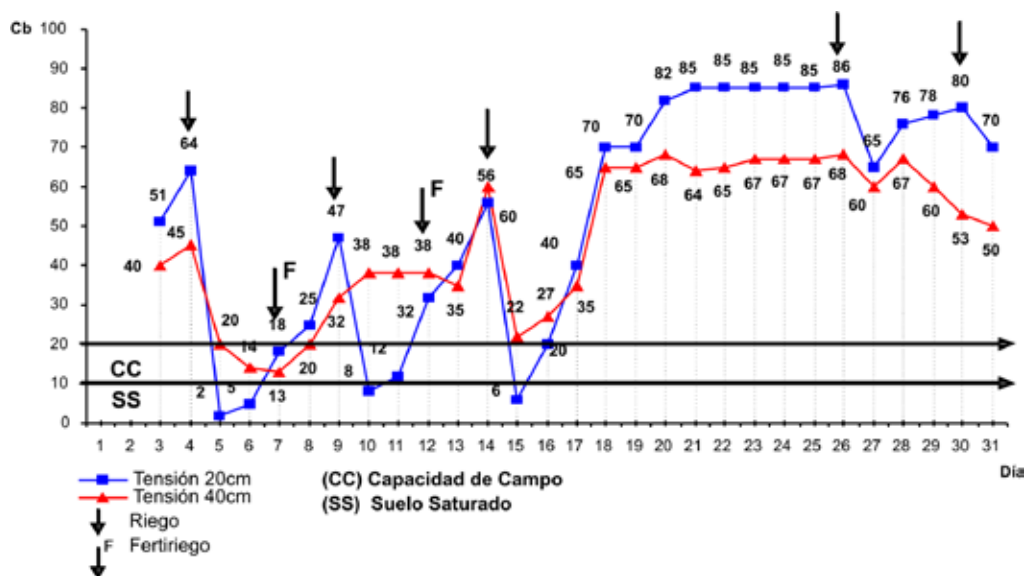


FIGURA 4. Tensión en centibares (cb), de humedad en el suelo, en marzo/2009.

CONCLUSIONES

- La máquina de riego regó con buena uniformidad en la campaña 2008-2009, pues el coeficiente de uniformidad ponderado alcanzó valores de 84,5 y 85% y con adecuada correspondencia entre la lámina media de agua ponderada que aplicaba y la que se plantea por el catálogo.
- En la operación del riego se aplicaron 16 riegos con intervalos muy pequeños (media 3,5 días) que humedecían con frecuencia la superficie del suelo y el follaje del cultivo

provocando excesivo número de vueltas de la máquina (23) y lavado de productos químicos del follaje, los intervalos debieron variar entre 8-9 días con un total de 8 riegos a partir de la emergencia.

- La UBPC # 2 le aplicó al cultivo de la papa 273 mm de agua netos incluyendo el mine, lo cual no dista mucho del total de agua que obtuvimos como realmente necesario en el balance agrometeorológico, pero con láminas de riego mayores y mas largos intervalos entre riegos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONZÁLEZ, P.: *Manual para el diseño y operación de máquinas de pivote central*, 64pp., IIRD- MINAG, La Habana, Cuba, 2004.
- JARA, J.: Relaciones agua-planta-producción, pp. 30-34, En: **XI Jornadas de Extensión Agrícola**, 21 – 22 de octubre, 1999, Temuco, Avances en Tecnología de Riego y Mecanización, Universidad Católica de Temuco, Chile, 1999.
- MARTÍNEZ, C. Y U. MORENO: “Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía en dos variedades de papa sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo”, Brasil, *Revista Brasileira de Fisiología Vegetal*, (4): 41-52, 1992.
- MONTERO, J.; ORTEGA, J. F.; HONRUBIA, F. T.; ORTIZ, J.; VALIENTE, M. *Recomendaciones para un adecuado diseño y manejo de los sistemas de riego por aspersión*. Centro regional de Estudios del Agua. Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla. 17pp.2005.Albacete, España.
- PACHECO, Y Y J. PACHECO: “Aplicación de software para calcular coeficientes de uniformidad ponderados por superficie en máquinas de riego de pivote central”, Universidad de Cali, Colombia, *Revista Ingeniería de recursos naturales y del ambiente*, 1(2): 12-15, 2004.
- ROQUE, R.: *Respuesta de la papa (Solanum tuberosum L.) al riego en suelos Ferralíticos Rojos del occidente de Cuba*, **Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)**, Instituto de Investigaciones de Riego y Rrenaje, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1995.
- SOLÓRZANO G.; C. LACRUZ; A. GARCÍA Y F. BECERRA: *Riego en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum) y su efecto sobre el ataque de polilla a nivel de tubérculo*. FONAIAP Divulga. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado de Mérida. [en línea]: (44) septiembre – diciembre, 1993, Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd44/texto/riego.htm> [Consulta 7-04-2009].
- TARJUELO, J. M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, 318pp., Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 2005.
- VÁZQUEZ, L. R.: *Comportamiento del cultivo de la papa en la UBPC N° 3 de la E.C.V. “Valle del Yabú”*, 57pp., Trabajo de Estancia, Universidad Central de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Villa Clara, Cuba, 1997.