

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de diferentes niveles de humedad del suelo en el cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico en La Habana

Influence of different soil moisture levels of humidity in the lettuce tillage on organoponic condition in Havana

Reinaldo Cun González¹, Carmen Duarte Díaz², Lorenzo Montero San José¹

RESUMEN. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de humedad en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L., var. Chile 1185-3) en condiciones de organopónico. Se desarrolló en el área experimental del IAgriC (Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola), sobre un sustrato formado por suelo y materia orgánica y con el uso de la técnica de riego localizado con difusores microjet. Los tratamientos consistieron en T1: regar al 95% de la capacidad de campo (Cc) durante todo el ciclo del cultivo, T2: regar al 85% de la capacidad de campo (Cc) durante todo el ciclo del cultivo y T3: regar al 75% de la Cc en la fase de establecimiento de la planta a inicio de la de roseta de hojas, regar al 85% de la Cc en la fase de formación de roseta de hojas a iniciación del repollo interior y regar al 95% de Cc en la fase de desarrollo de la roseta y del repollo interior de hojas hasta la cosecha. Los resultados obtenidos muestran que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos correspondientes al riego al 85% Cc y el diferenciado por fases, en cuanto al rendimiento y número de hojas por planta, pero sí existe una superioridad en el tratamiento (85% Cc), ya que la dosis total y parcial fue menor en 26,84 L·m⁻² y 8,72 L·m⁻² respectivamente, comparada con el tratamiento número 3. Se concluye que se debe aplicar el riego cuando el nivel de humedad desciende al 85% Cc favoreciendo el desarrollo de este cultivo.

Palabras clave: difusores, dosis de riego, sustrato orgánico.

ABSTRACT. To evaluating the effect of different moisture regimens under organoponic conditions using localized irrigation (microjet) for cropping lettuce (*Lactuca sativa*, L) Chile 1185-3 variety, the present paper was developed during the period of November-December in the experimental organoponic of the IAgriC (Research Institute of Agricultural Engineering), on a substrate of soil and organic matter. The treatments consisted on irrigating to the limit of 95% of field capacity (Fc) during the whole cropping cycle of the cultivation (T1), to irrigate to the limits of 85% Fc during the whole cropping cycle of the cultivation (T2) and to irrigate to the limits of 75%-85%-95% (Fc) according to the phenological phases of the crop. The results show there are no significant differences between treatment in terms of irrigation 85% Cc, though there according to yield and number of leaves per plant is observed a difference in treatment (Lp 85% Cc), because total and partial dosages were lower in 26,84 L·m⁻² y 8,72 L·m⁻² compared to treatment number 3. To conclude, it is advisable to apply irrigation when moisture level decreases to 85% Cc, favoring the development of this crop.

Keyword: spray, irrigation dosage, organic substrate.

Recibido 23/03/11, aprobado 20/07/12, trabajo 20/12.

¹ M.Sc., Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgriC), Carretera Fontanar-Wajay km 2 ½ Reparto Abel Santamaría, Boyeros, e-mail: rcun@iird.cu

² Dr.C., Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

INTRODUCCIÓN

Con la actual expansión de los organopónicos en las zonas urbanas que asciende a 933 ha y de organopónicos semiprotegido a 31 ha (Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2009) y dada las condiciones actuales de déficit de productos alimenticios, se hace necesario incrementar el rendimiento de los cultivos agrícolas y realizar una programación de riego adecuada con vistas al ahorro del preciado y no renovable líquido que es el agua.

En Cuba, diariamente se pierde aproximadamente el 60% del agua que se bombea en los acueductos (Tesoro y Rubio, 2000). Si además se efectúa un manejo inadecuado del riego y se incrementan los períodos de sequía, que desde varios años han afectado negativamente algunas regiones del país, todo lo anterior pudiera provocar menos disponibilidad de agua para el riego y por consiguiente reducción tanto del crecimiento como del rendimiento de los cultivos.

Para desarrollar las máximas posibilidades productivas de las áreas agrícolas, es esencial optimizar los factores de los que dependen el crecimiento y desarrollo de las plantas. Dentro de estos factores, el mantenimiento de la humedad fácilmente aprovechable en el suelo a través del riego, juega un rol decisivo en los niveles de producción a obtener. En este sentido, se requiere de la aplicación de un régimen de riego científicamente fundamentado, lo que significa definir cuando y cuanto regar (Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2007).

De manera general, para los diferentes escenarios productivos incluyendo los organopónicos, el factor fundamental de la eficiencia del riego lo constituye el conocimiento por el hombre para determinar las necesidades hídricas de los cultivos. El exceso de humedad puede provocar el desarrollo de algas sobre la superficie del suelo y la falta de oxígeno en el sistema radical, mientras que el déficit de humedad puede reducir el crecimiento y rendimiento de las plantas.

En los organopónicos se ha demostrado que es factible la utilización del riego localizado (Frizzzone, 2003) y en específico el empleo de difusores microjet debido a la facilidad para controlar los niveles de humedad en el suelo.

La lechuga se cultivo en todas las regiones de Cuba y constituye una de las principales hortalizas que consume la

población, debido a su alto contenido de vitaminas y sustancias nutritivas (Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2007). Se ha indicado que esta hortaliza, durante los primeras fases de su crecimiento a causa de un sistema radical poco desarrollado, casi superficial y de poca capacidad de absorción, se considera un cultivo exigente en cuanto a la humedad del suelo por lo que requiere riegos frecuentes (Biblioteca Técnica, 2010).

Sin embargo, poco se ha informado acerca de las normas de riego adecuadas para el cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico.

Teniendo en cuenta los elementos antes expuestos, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo principal de determinar la influencia de varios niveles de humedad sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico en La Habana.

MÉTODOS

El trabajo se realizó en el organopónico experimental del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric). El cultivo estudiado fue la lechuga (*Lactuca sativa L.* var. Chile 1185-3), caracterizada por formar roseta de hojas sueltas (Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2007).

El trabajo se realizó en el período de noviembre a diciembre 1999 sobre 9 canteros de asbesto cemento con un ancho de 0,76 m, largo de 8 m y una distancia entre pasillo de 0,90 m. Se trasplantó a 3 hileras por cantero, a una distancia de 0,15 m entre plantas y 0,20 m entre hileras. Como se observa en la Tabla 1, el sustrato es alcalino y de buena fertilidad por lo que es válido para una siembra exitosa. El sustrato utilizado consistió en una mezcla de suelo Ferralítico Rojo (70%) y materia orgánica (cachaza 30%), cuyas propiedades hidrofísicas aparecen en la Tabla 2 (Cid, 1995). Para determinar la fertilidad química del mismo se hicieron análisis antes del trasplante. Se tomaron muestras en cada cantero hasta una profundidad de 0,20 m. Las determinaciones de los elementos químicos del sustrato se realizaron en condiciones de laboratorio utilizando los métodos establecidos en el Manual de Técnicas Analíticas, INCA 1998.

La interpretación de los resultados se realizaron mediante los procedimientos establecidos por Paneque (2001).

TABLA 1 Propiedades químicas del sustrato

P (mg/100)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	K (cmol/kg)	Na (cmol/kg)	% MO	pH
4,6	36,02	5,04	0,52	1,22	8,12	7,7

TABLA 2. Propiedades hidrofísicas

Permeabilidad (m/día)	Capacidad de campo % Pss	Dens Ap. (g/cm ³)	Dens Real (g/cm ³)	Poros Total %
5,6	43,47	0,977	2,5	61

La aplicación del agua se realizó a través de un sistema de riego localizado con difusores microjet que poseen un gasto de 40,65 L·h⁻¹ a una presión de 15 m.c.a., insertados en laterales de PEBD de 16 mm de diámetro separados a 1 m.

Para el estudio de la influencia de los diferentes niveles de humedad, se aplicaron 3 tratamientos cada uno con 4 réplicas de un metro cuadrado, los tratamientos consistieron en:

1. Regar al 95% de la capacidad de campo (Cc).
2. Regar al 85% de la capacidad de campo (Cc).
3. Regar al 75% de la Cc en la fase de establecimiento de la planta a inicio de la de roseta de hojas, Regar al 85 % de la Cc en la fase de formación de roseta de hojas a iniciación del repollo interior y regar al 95% de Cc en la fase de desarrollo de la roseta y del repollo interior de hojas hasta la cosecha.

El comportamiento de variables climáticas durante el desarrollo del experimento noviembre–diciembre 1999 se representa en la Tabla 3.

La lluvia ocurrida fue de un total de 177 mm distribuidos en 13 ocasiones lo que implicó la reducción en el número de riegos según los tratamientos. Teniendo en cuenta los estudios realizados de los elementos del clima, Tabla 3, se consideró la etapa experimental de noviembre–diciembre dentro de un año medio húmedo, según la probabilidad de ocurrencia de las lluvias para el período seco (nov-dic). La evaporación y la lluvia se registraron en el evaporímetro clase “A” y un pluviómetro respectivamente, ubicados en el área experimental.

TABLA 3. Comportamiento de variables climáticas durante el ciclo del cultivo de la lechuga

Meses Décadas	Noviembre			Diciembre	
	1	2	3	1	2
Ev (mm)	3,34	3,78	3,19	4,06	3,05
LL (mm)	-	92,5	32	53,1	-
V.V (m/s)	1,49	4,42	1,78	2,86	1,62
Tmx (°C)	29,4	32,4	30,6	29,2	29,4
Tmin (°C)	17,8	17,3	16,5	14,8	15
Tmed (°C)	23,6	24,85	23,75	22	22,2
Hr %	89,75	91,66	86,6	88,34	80,4

Se evaluó a dinámica de la humedad en el sustrato por el método gravimétrico y se tomaron muestras a intervalos de 5 – 6 días en tres repeticiones por cantero, cada 0,10 m, hasta la profundidad de 0,30 m. La reserva de humedad al inicio y al final de cada período se calculó por la expresión:

$$W = 10 \cdot h \cdot Da \cdot Hn$$

donde:

W: Reserva de agua en el sustrato ($L \cdot m^{-2}$);

h: Profundidad de la capa activa (m);

Da: Densidad aparente ($g \cdot cm^{-3}$);

Hn: Humedad (% en base al peso del suelo seco).

En la ecuación de balance hídrico se tomaron en cuenta las lluvias que incidieron hasta el límite de cubrir la capacidad de campo del suelo.

El rendimiento se midió por el peso fresco de las plantas por metro cuadrado, número de hojas. Se seleccionaron 10 plantas por cada tratamiento.

Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias entre las medias de los tratamientos estudiados se determinaron según la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD con un 95% de confiabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Régimen hídrico aplicado

En la Tabla 4 se muestran los resultados del comportamiento de las componentes del régimen de riego. Se observó que en el tratamiento regado al 95% de Cc (T1) se aplicó un mayor número de riegos (7), comparado con los tratamientos T2 y T3, donde se realizaron 4 riegos. No obstante, las dosis totales y parciales fueron menores para el T1, lo cual pudiera asociarse a que para lograr el 95% de Cc, se necesita aumentar el número de riegos y por tanto la frecuencia.

Los resultados anteriores corroboran los estudios realizados por otros autores tales como León *et al.* (2001); Cabrera, (2004); Trani, (2005), quienes demostraron que al aumentar la frecuencia se incrementa el número de riego. Por otra parte, la dosis total fue superior en el tratamiento T3 donde se varió la humedad del sustrato por fase de cultivo y este alcanzó un valor de $68,6 L \cdot m^{-2}$.

En el caso de la lluvia aprovechable, esta fue menor en la medida que se mantuvo mayor nivel de humedad en el sustrato, lo cual se puede apreciar en el tratamiento T1. El mayor valor alcanzado se presentó cuando la humedad se mantuvo al 85 % de Cc durante todo el ciclo del cultivo.

TABLA 4. Regímenes de riego de la lechuga

Tratamiento	# de riegos	Dosis parcial ($L \cdot m^2$)	Dosis total ($L \cdot m^2$)	Lluvia efectiva ($L \cdot m^2$)
T1	7	5,05	35,35	13,68
T2	4	8,34	41,76	35,5
T3	4	17,06	68,6	27,42

Contenido de humedad en el sustrato

En las Figuras 1,2 y 3 se presentan los valores de humedad en base al peso del suelo seco (% Pss) a la profundidad de 0 a 0,30 m, según los tratamientos de riego estudiado. En el tratamiento T1, regado al límite del 95% de Cc, la humedad osciló entre

41,49% y 43,47% (Figura 1), lo cual está en correspondencia con el suministro de agua y la frecuencia de riego que se aplicó. Este resultado pudiera indicar un menor esfuerzo por parte de la planta para la extracción del agua del suelo.

En el tratamiento T2 (85% Cc) la humedad osciló entre 39,10% y 43,47% (Figura 2), también se correspondió con el agua suministrada. En el caso del tratamiento T3, ocurrió mayor variación de la humedad en el sustrato (Figura 3). Desde la pri-

mera fase hasta la formación de la roseta de hojas, la humedad se mantuvo cercana al 75% de Cc, aunque no llegó exactamente a este valor debido a que la lluvia enmascaró un poco este resultado elevando el nivel de humedad, trabajos realizados por Santos *et al.* (2010), coinciden en que la lluvia influye en el balance final de la humedad en el suelo. A medida que se desarrolló el repollo interior y hasta la cosecha la humedad se mantuvo entre el 85% Cc y el 95% Cc.

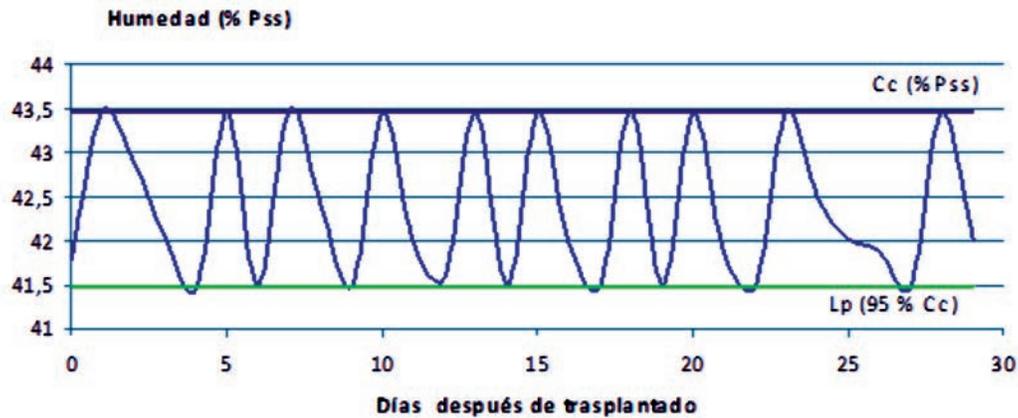


FIGURA 1. Dinámica de humedad en el sustrato Tratamiento de riego al 95% de la Cc.

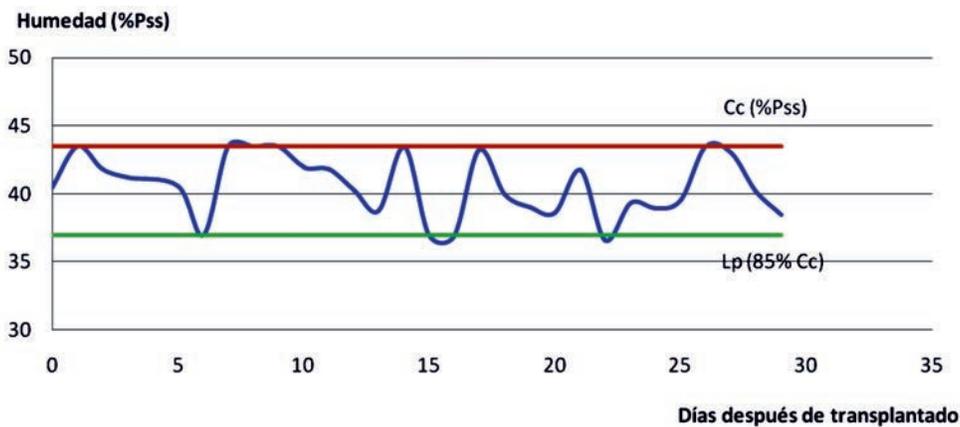


FIGURA 2. Dinámica de humedad en el sustrato Tratamiento de riego al 85% de la Cc en el cultivo de la lechuga.

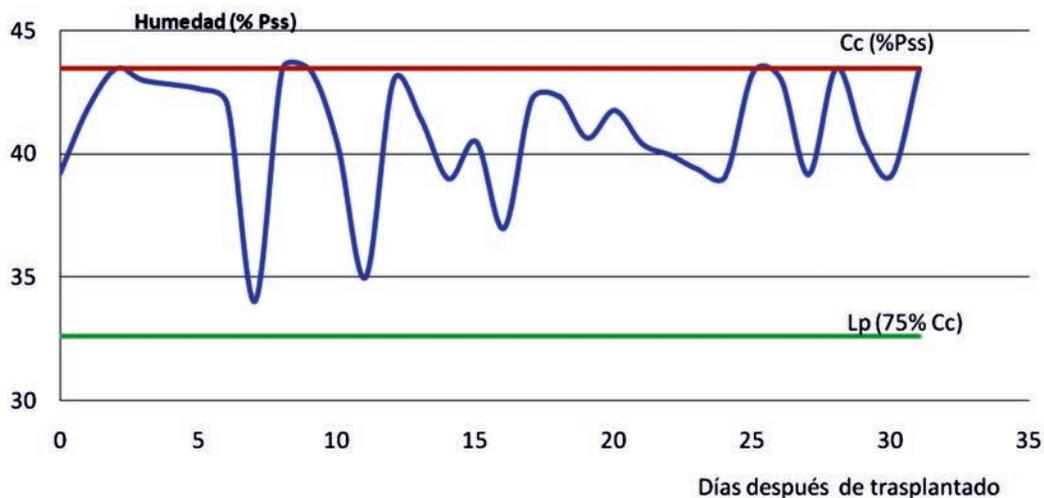


FIGURA 3. Dinámica de humedad en el sustrato utilizando dosis variable por fases de desarrollo del cultivo.

Influencia de los diferentes niveles de humedad sobre el rendimiento y sus componentes

Los análisis estadísticos evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos al evaluar el rendimiento y sus componentes (Tabla 5). Los mayores valores del rendimiento, número de hojas por planta y peso unitario se obtuvieron en los tratamientos T2 y T3, sin diferencias significativas entre sí. Sin embargo el régimen hídrico aplicado en el T1 provocó una reducción significativa del rendimiento y sus componentes. Un menor número de hojas pudiera deberse a que durante la fase de desarrollo de la roseta de hoja y del repollo el alto contenido de humedad provocó pudrición en las hojas más cercanas al suelo. Similares observaciones fueron informadas por Consuelo (1991); Robles (1997) e Infoagro (2010). La lechuga se resiente ante cualquier aproximación a la sequía, sin embargo, esto no significa que haya tolerancia a una humedad elevada próxima al valor óptimo de la capacidad de campo del sustrato, pues tales condiciones solo pueden conducir a la podredumbre del cuello y de las hojas, (Fueyo *et al.*, (2010).

TABLA 5. Rendimiento del cultivo y sus componentes

Tratamientos	Peso unitario (g-planta ⁻¹)	Numero de hojas por planta	Rendimiento (kg·m ⁻²)
T1	50,22 b	20,8 b	1,56 b
T2	66,4 a	23 a	2,14 a
T3	60,8 ab	23,2 a	1,91a
Sig	**	*	*
E. S.	2,706	0,38922	0,13214
C.V%	17,72	3,76	14,145

CONCLUSIONES

- Aplicar el riego al cultivo de la lechuga, var Chile 1185-3, en condiciones de organopónico cuando el nivel de humedad desciende al 85% de la capacidad de campo durante todo el ciclo del cultivo, favorece el desarrollo del mismo, permitiéndole alcanzar el rendimiento de 2,14 kg·m⁻² con un consumo total de 41,76 L·m⁻² en 4 riegos en el periodo óptimo. Recomendamos la aplicación de esta estrategia de riego y continuar el estudio del régimen hídrico de este cultivo en otras épocas climáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIBLIOTECA TÉCNICA: *El cultivo de la lechuga. Servicios y Almacigos S.A, definitions [en línea] Disponible en: <http://www.Biblioteca-técnica.info> [Consulta: 2010].*
- CID, G.: *Introducción de métodos y metodologías para la caracterización de las propiedades hidrofísicas así como las variaciones espacio temporales, Informe del Contrato 004 Ed. IIRD-MTCMA,1995.*
- DOS SANTOS, S: *Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensoes da agua no solo, em ambiente protegido, Disertacao (Maestrado em Irrigacao e Drenagem),Universidades Federal de Lavras, Brasil, 2010.*
- HUERRES, C.; N. CARBALLO: *Cultivo de zanahoria, remolacha, rabanito, lechuga y habichuela*, 128pp., En: Horticultura, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1991.
- FUEYO, M. A., ARRIETA: *Producción de lechuga, [en línea] Tecnología Agroalimentaria. CIATA. Edición especial 1998, <http://www.horticultura.com> [consulta 2010].*
- FRIZZONE, JA, D. DOURADO: *Availacao de sistemas de irrigacao*, pp. 573-652, In: Miranda JH, Pires RCM. Irrigacao Piracicaba: FUNEP, Brasil, 2003.
- GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA: *XXII Aniversario de los organopónicos*, Ed. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2009.
- GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA: *Manual Técnico para organopónico, huertos intensivos y organoponía semiprotégida*, 184pp., sexta edición, Ed. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2007.
- INCA: *Manual de Técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos*, Ed. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Laboratorio de Agroquímica, Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de Plantas, MES, San José de las Lajas, La Habana, 1998.
- INFOAGRO: *El cultivo de la lechuga, Hortalizas, [en línea] Disponible en: <http://www.Infoagro.com> [Consulta 2010].*
- LEÓN, M. y G. HERNÁNDEZ: "Manejo del riego en fresa cultivada en organopónico", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 10(4): 57-60, 2001.
- CABRERA, M.; C. DUARTE: "Demanda hídrica de la variedad de tomate FL-5 en condiciones de organopónico", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 10(3): 67-70, 2004.
- PANEQUE, V.: *La fertilización de los cultivos, aspectos teóricos y prácticos para la recomendación de fertilizantes*, Ed. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, MES, San José de las Lajas, La Habana, 2001.
- ROBLES, J.: *El cultivo de la lechuga en invernadero*, 175pp., En: *Cómo se cultiva en invernadero*. Editorial De Vecchi, S.A., Barcelona, España, 1997.
- TESORO, S. y U. RUBIO: ¿Por dónde le entrega el agua al grifo?, *Atac*, Año 29(25): 27, 2000.
- TRANI, PE, W. TIVELLI, V. PURQUERIO, AZEVEDO & A. FILHO: *Hortalizas, alface (lactuca sativa L). [en línea] Disponible en: <http://www.IAC.sp.gov.br/tecnologías/Alface/Alface.htm> [Consulta 2010].*