# EFECTO DE DIFERENTES NORMAS DE RIEGO SOBRE EL CULTIVO DEL TOMATE. I. DINAMICA DE LA HUMEDAD DEL SUELO, EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD INTERNA DE LOS FRUTOS

## J. Dell'Amico, E. Jerez y D. Morales

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas

Palabras claves : Fisiología vegetal, riego, tomate, Lycopersicon esculentum, rendimiento de cultivos, contenido de agua en el suelo, calidad

ABSTRACT. This research work was conducted over Winter sowing periods of 1986-1987, 1987-1988 and 1988-1989, in which the effect of different irrigation patterns on tomato crop was studied, using Campbell-28 cv. Results proved that even at the poor rainfall period (1988-1989), soil moisture did not fall below 70 % available water at 40 cm deep, concerning the treatment with lesser irrigation. On the other hand, yields increased by 40 % as an average from three periods and so did internal fruit quality over the treatments having got a lower water supply.

RESUMEN. El trabajo se realizó durante los períodos de siembra de invierno, correspondientes a los años 1986-1987, 1987-1988 y 1988-1989, donde se estudió el efecto de diferentes normas de riego sobre el cultivo del tomate. La variedad utilizada fue la Campbell-28. Los resultados mostraron que aún en el período de menores precipitaciones (1988-1989), la humedad del suelo no descendió por debajo del 70 % del agua disponible a 40 cm de profundidad, en el tratamiento donde se aplicó el menor número de riegos. Por otra parte, los rendimientos fueron incrementados en un 40 % como promedio de las tres campañas y la calidad interna de los frutos también en los tratamientos de menor suministro hídrico.

#### INTRODUCCION

La problemática del abastecimiento hídrico del cultivo del tomate, así como sus efectos sobre el rendimiento y la calidad de la cosecha, ha dado lugar al desarrollo de una gran cantidad de investigaciones, con el objetivo de obtener una respuesta satisfactoria de la misma.

Sin embargo, estos estudios se han realizado bajo diferentes condiciones edafoclimáticas y de cultivo, por lo que en la actualidad existe una gran diversidad de criterios acerca de los beneficios de esta actividad.

En Cuba, los trabajos realizados en este sentido por Bonet, Sotolongo e Ileana Corchado (1981), María León y Delibaltov (1981) así como María León y María Portuondo (1984), han puesto de manifiesto la necesidad de lograr un manejo adecuado del riego para alcanzar altos rendimientos en este cultivo.

Por otra parte, dadas las limitaciones actuales de los recursos hidráulicos en nuestro país, agravados considerablemente por varios años de sequía, es verdaderamente importente lograr rendimientos capaces de satisfacer las demandas de esta preciada hortaliza, con la utilización del agua mínima requerida para ello.

También resulta de gran importancia tener en cuenta las potencialidades de adaptación de las plantas al medio que las rodea, así como su régimen fisiológico (Miriam Núñez y Bukin, 1983).

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de conocer los efectos de diferentes tratamientos de riego sobre la dinámica de la humedad del suelo, el rendimiento y la calidad interna de los frutos del tomate.

#### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en condiciones de campo, en el Area Central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) durante las campañas de invierno 1986-1987, 1987-1988 y 1988-1989.

Los datos climáticos se tomaron de una estación meteorológica situada aproximadamente a 1 500 m del área experimental.

Para la realización del trabajo se seleccionó un área sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado, con características físico-químicas homogéneas y en el mismo se plantaron cuatro bloques de 800 m² (20 m de ancho x 40 m de largo) cada uno, con posturas de tomate (Lycopersicon esculentum) variedad Campbell-28.

Tabla I. Características de las campañas de siembra por decenas

		Cai	mpaña	1986 -	1987		
dic 86	enero 87			febrero 87			
3ra *	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	Total
22.00	19.40	19.90	20.10	19.00	21.30	23.30	
26.70	24.80	25.00	26.20	26.20	27.00	29.40	
18.60	14.70	13.90	11.70	12.50	16.40	18.80	
14.20	3.60	5.60	13.20	34.50	-	43.90	115.00
_	27.00	33.34	48.75				
90.00	71.00	81.00	74.00	80.00	82.00	82.00	
Campaña			1987 - 1988				
dic 87	enero 88		febrero 88		38		
3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	Total
22.10	21.90	21.10	19.30	20.30	20.50	18.30	
27.50	27.10	26.00	23.00	25.10	26.30	24.00	
18.10	17.50	14.60	16.00	16.60	14.50	12.80	
1.50	26.00		25.00	7.90	33.00	30.90	124.30
40.09	33.59	34.38	48.56	37.82	43.47	33.96	271.82
82.00	87.00	83.00	86.00	85.00	77.00	80.00	
Campaña			mpaña	1988 - 1989			
diciembre 88		ε	enero 89		feb 89	_	
1ra	2ra	3da	1ra	2ra	3da	1ra	Total
					00.00	00.00	
20.50	19.70	25.20	20.80	22.70	22.90	22.60	
20.50 25.20	19.70 25.20	25.20 24.90	20.80 27.30	22.70 28.30	22.90 29.50	28.50	
					_		
25.20	25.20	24.90	27.30	28.30	29.50	28.50	41.10
25.20 16.50	25.20 13.90	24.90 19.00	27.30 15.10	28.30	29.50 16.30	28.50 18.10	41.10 274.97
	3ra * 22.00 26.70 18.60 14.20 90.00  dic 87 3ra 22.10 27.50 18.10 1.50 40.09 82.00	3ra * 1ra  22.00 19.40 26.70 24.80 18.60 14.70 14.20 3.60 — 27.00 90.00 71.00  dic 87  3ra 1ra  22.10 21.90 27.50 27.10 18.10 17.50 1.50 26.00 40.09 33.59 82.00 87.00  diciembre  1ra 2ra	dic 86         enero 8           3ra *         1ra         2da           22.00         19.40         19.90           26.70         24.80         25.00           18.60         14.70         13.90           14.20         3.60         5.60           —         27.00         33.34           90.00         71.00         81.00           Car           dic 87         enero 8           3ra         1ra         2da           22.10         21.90         21.10           27.50         27.10         26.00           1.50         26.00         —           40.09         33.59         34.38           82.00         87.00         83.00           Car           diciembre 88           1ra         2ra         3da	dic 86         enero 87           3ra *         1ra         2da         3ra           22.00         19.40         19.90         20.10           26.70         24.80         25.00         26.20           18.60         14.70         13.90         11.70           14.20         3.60         5.60         13.20           —         27.00         33.34         48.75           90.00         71.00         81.00         74.00           Campaña           dic 87         enero 88           3ra         1ra         2da         3ra           22.10         21.90         21.10         19.30           27.50         27.10         26.00         23.00           18.10         17.50         14.60         16.00           1.50         26.00         —         25.00           40.09         33.59         34.38         48.56           82.00         87.00         83.00         86.00           Campaña           diciembre 88         6           1ra         2ra         3da         1ra	dic 86         enero 87         fe           3ra *         1ra         2da         3ra         1ra           22.00         19.40         19.90         20.10         19.00           26.70         24.80         25.00         26.20         26.20           18.60         14.70         13.90         11.70         12.50           14.20         3.60         5.60         13.20         34.50           —         27.00         33.34         48.75         —           90.00         71.00         81.00         74.00         80.00           Campaña         1987 -           dic 87         enero 88         fe           3ra         1ra         2da         3ra         1ra           22.10         21.90         21.10         19.30         20.30           27.50         27.10         26.00         23.00         25.10           18.10         17.50         14.60         16.00         16.60           1.50         26.00         —         25.00         7.90           40.09         33.59         34.38         48.56         37.82           82.00         87.00         83.00	3ra *         1ra         2da         3ra         1ra         2da           22.00         19.40         19.90         20.10         19.00         21.30           26.70         24.80         25.00         26.20         26.20         27.00           18.60         14.70         13.90         11.70         12.50         16.40           14.20         3.60         5.60         13.20         34.50         —           27.00         33.34         48.75         —         —           90.00         71.00         81.00         74.00         80.00         82.00           Campaña         1987 - 1988           dic 87         enero 88         febrero 8           3ra         1ra         2da         3ra         1ra         2da           22.10         21.90         21.10         19.30         20.30         20.50           27.50         27.10         26.00         23.00         25.10         26.30           18.10         17.50         14.60         16.00         16.60         14.50           1.50         26.00         —         25.00         7.90         33.00           40.09	dic 86         enero 87         febrero 87           3ra *         1ra         2da         3ra         1ra         2da         3ra           22.00         19.40         19.90         20.10         19.00         21.30         23.30           26.70         24.80         25.00         26.20         26.20         27.00         29.40           18.60         14.70         13.90         11.70         12.50         16.40         18.80           14.20         3.60         5.60         13.20         34.50         —         43.90           —         27.00         33.34         48.75         —         —         43.90           —         27.00         81.00         74.00         80.00         82.00         82.00           Campaña         1987 - 1988           dic 87         enero 88         febrero 88           gran para para para para para para para p

El marco de plantación utilizado fue de 1.40 x 0.30 m y el sistema de siembra revolcado. Las atenciones culturales a la plantación se realizaron de acuerdo con lo planteado en el Instructivo Técnico para el cultivo del tomate (Cuba. MINAGRI, 1984), excepto el riego, el que se aplicó según le correspondió a cada tratamiento (Tabla II).

Los bloques se ubicaron con una separación entre ellos de 10 m, para evitar el efecto de un tratamiento sobre otro. Es importante aclarar que, además, la distribución en el campo de los diferentes tratamientos de riego fue diferente cada año.

La entrega del agua se controló mediante el aforo de los aspersores utilizados y midiendo la presión en el lateral con un manómetro. El control de la humedad del suelo se realizó por el método gravimétrico de 0–20 y de 20–40 cm de profundidad y el mismo se efectuó 24 horas antes y 24 horas después de cada riego.

El rendimiento y sus componentes se evaluaron sobre veinte plantas seleccionadas al azar en cada tratamiento, las que fueron identificadas previamente; además se hicieron evaluaciones de la calidad interna de los frutos (brix, acidez, vitamina C y materia seca), utilizando técnicas convencionales de laboratorio.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente, mediante un modelo de clasificación simple.

#### **RESULTADOS Y DISCUSION**

En las figuras 1, 2 y 3 se presenta la dinámica seguida por la humedad del suelo en cada tratamiento de riego, para cada una de las campañas estudiadas, así como las precipitaciones ocurridas en las mismas. En relación con esto puede señalarse que en las campañas 86-87 y 88-89, se presentaron las mayores diferencias entre los tratamientos, siendo estas más acentuadas en la última campaña, donde la ocurrencia de precipitaciones fue extraordinariamente escasa (41.1 mm), lo que permitió que en este período se alcanzaran los valores más bajos de humedad en el suelo (70 % del agua disponible) en el tratamiento D (0 N) que solamente se regó para establecer el cultivo. Esta información, obtenida del comportamiento de la humedad del suelo, pone de manifiesto lo planteado por Hernando y Orihuel (1979), quienes señalaron que el suelo muestra una gran capacidad para tomar y retener el agua, cuyo consumo por las plantas depende de su tamaño, de las condiciones climáticas (luz, temperatura, humedad) y del aqua útil existente en el suelo.

Al analizar los datos obtenidos, en cuanto al rendimiento de las plantas y sus componentes en cada campaña (Tabla III), se encontró que, de forma general, estos fueron favorecidos cuando las plantas tuvieron menor suministro hídrico por riego.

Estos resultados coinciden con los señalados por diferentes autores, quienes han planteado que el cultivo del tomate se adapta y produce satisfactoriamente con un régimen de humedad relativamente bajo en el suelo (Hernando y Orihuel, 1979), ya que el mismo presenta además un buen control estomático de la transpiración (Behbodian, 1977) y del potencial foliar (Army, 1978, citado por Rudich *et al.*, 1981).

Por otra parte, se ha indicado como una práctica usual en algunos países productores de tomate, someter a las plantas a regímenes secos de humedad en el suelo, cuando las mismas entran en su fase reproductiva, con el objetivo de restringir su crecimiento vegetativo, estimular el crecimiento generativo y aumentar la calidad de los frutos (De Koning y Hurd, 1983).

Además, estos resultados pueden estar asociados a que dadas las características fisiológicas del tomate, este requiere de una adecuada aireación en las capas superficiales del suelo (Erickson, 1965, citado por Kramer, 1983). También es conocido que un exceso de agua puede traer como consecuencia una rápida destrucción de la estructura del suelo y el desplazamiento del aire, produciendo a su vez una deficien-

Tabla II. Esquema de riego utilizado en los distintos tratamientos

	Trata	Días			
Número de riegos	A (1N) m³/ha	B (1/2N) m <sup>3</sup> /ha	C (1/4N) m <sup>3</sup> /ha	D (0N) m³/ha	después del trasplante
1	200	200	200	200	en el trasplante
2	200	200	200	200	· 5
3	200	200	200	200	10
4	250	125	65	0	15
5	250	125	65	0	<b>22</b> .
6	250	125	65	0	29
7	250	125	65	0	36
8	250	125	65	0	43
9	250	125	65	0	50
Norma neta					
total	2100	1350	990	600	

N norma de riego del Instructivo Técnico del cultivo

cia de oxígeno en las raíces de las plantas, que afecta diferentes procesos vitales en las mismas (Kramer, 1983), entre ellos el rendimiento, según ha planteado Villareal (1982).

En relación con la calidad interna de los frutos, se encontró (aunque de una forma menos definida que el rendimiento) que la misma fue superior en los frutos de los tratamientos de menor contenido hídrico en el suelo, haciéndose más evidente este comportamiento en la campaña 88/89 (Tabla IV), donde se pudo apreciar una superioridad notoria en cada uno de los diferentes indicadores evaluados.

Por otra parte, es preciso señalar que aún cuando la acidez fue relativamente alta, (0.50) en los frutos del tratamiento D (0 N), esto no afectó las propiedades organolépticas de los mismos, pero además esta es una característica deseada cuando los frutos son destinados a la industria.

Estos resultados corroboran lo planteado por Tovey et al. (1975), Cooper y Hurd (1968), así como Hurd y Graves (1981), quienes obtuvieron una mayor calidad de los frutos de tomate cuando las plantas se cultivaron con un suministro hídrico restringido.

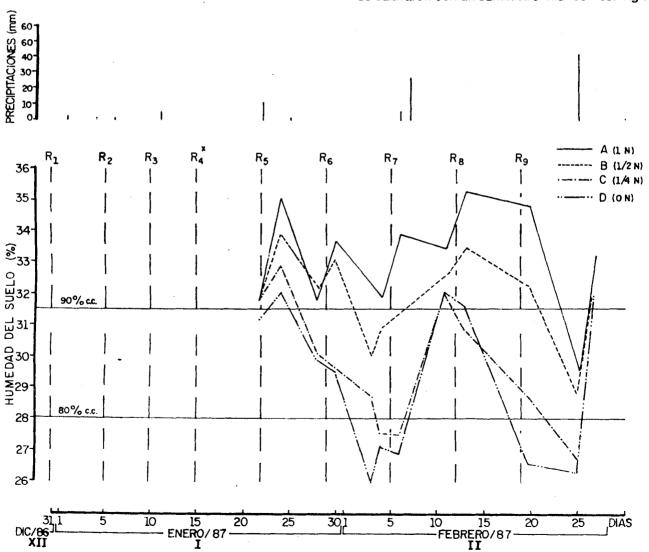


Figura 1. Comportamiento del contenido de humedad del suelo. Campaña 1986-1987

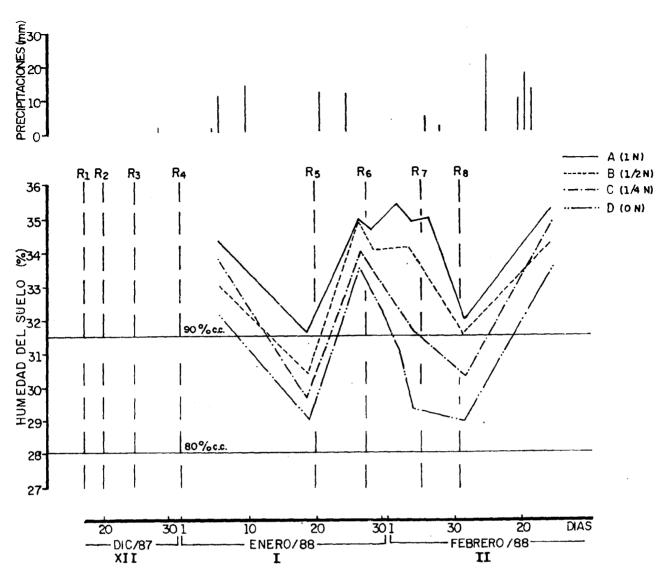


Figura 2. Comportamiento de la humedad del suelo. Campaña 1987-1988

Tabla III. Efecto de los tratamientos de riego sobre el rendimiento y sus componentes en tres campañas

	Trata-	Masa fresca de frutos/ planta	Número de	Masa promedio de los
Campaña	miento	(g)	frutos/planta	frutos
	A (I N)	995.26	8.4 c	118.48
	B (1/2N)	1118.57	9.0 bc	124.28
86-87	C (1/4N)	1170.88	10.8 a	108.41
	D (0 N)	1139.66	10.2 ab	111.73
	E.S. x	64.965 NS	0.595 *	6.147NS
	A (I N)	2126.85 b	21.5 b	98.92 ab
	B (1/2N)	1789.19 b	17.4 b	108.82 ab
87-88	C (1/4N)	2329.30 b	27.0 a	86.27 b
	D (0 N)	3072.51 a	27.2 a	112.95 a
	E.S. x	185.659 *	1.88 **	4.308 *
	A (I N)	1028.33 b	12.9	79.71 b
	B (1/2N)	1195.57 b	13.5	88.56 b
88-89	C (1/4N)	1175.03 b	12.8	91.79 ab
	D (0 N)	1665.94 a	15.6	106.79 a
	E.S. X	100.047 *	1.114NS	4.307 *

De forma general, los resultados en este trabajo ponen de manifiesto la posibilidad de obtener rendimientos adecuados y una mayor calidad de los frutos de tomate, al suprimir el riego a partir del establecimiento del cultivo, lo que además permite un considerable ahorro de agua que puede ser utilizada con otros fines.

Por otra parte, se considera oportuno señalar la Imperiosa necesidad que existe de profundizar en la fisiología, no sólo del tomate sino de los cultivos irrigables en general, conocer sus características fisiológicas y obtener rendimientos que justifiquen económicamente los recursos que se emplean.

Por lo que se hace necesario el desarrollo de investigaciones multidisciplinarias, que den respuesta a las realidades de la producción y donde debe ocupar un lugar destacado el estudio y la Investigación de los indicadores fisiológicos del suministro de agua a las plantas.

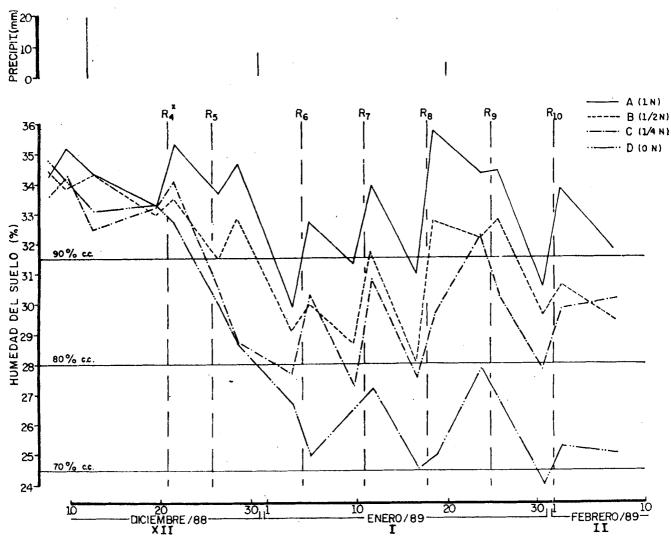


Figura 3. Comportamiento de la humedad del suelo. Campaña 1988-1989

Tabla IV. Efecto de los tratamientos de riego sobre la calidad Interna de los frutos en tres campañas

Campaña	Trata- mientos	Brix (%)	Acidez (%)	Vitamina C (mg/%)	Masa seca (%)
86-87	A (1 N)	3.82	0.21	12.32 a	3.89
	B (1/2 N)	3.98	0.21	9.09 c	4.20
	C (1/4 N)	3.98	0.23	9.53 c	4.12
	D (0_N)	4.32	0.23	10.85 b	4.12
	E.S. x	0.117 NS	0.013 NS	0.311 •	0.102 NS
87-88 <sup>-</sup>	A (1 N)	4.02	0.36	11.44	4.27 b
	B (1/2 N)	4.26	0.33	13.56	4.00 bc
	C (1/4 N)	4.26	0.38	13.56	3.82 c
	D (0 N)	4.32	0.36	13.20	4.82 a
	E.S. x	0.099 NS	0.012 NS	0.607	0.603 •
88-89	A (1 N)	4.26 b	0.38 b	12.72 b	3.72 c
	B (1/2 N)	4.66 ab	0.47 ab	13.92 b	4.21 bc
	C (1/4 N)	4.96 ab	0.47 ab	13.44 b	4.54 ab
	D (0 N)	5.26 a	0.50 a	17.52 a	5.06 a
	E.S. x	0.158 •	0.24 •	0.281 •	0.148 •

#### **BIBLIOGRAFIA**

Behbodian, M. H. Water relation of cucumber, tomato and sweet pepper. Meded. Lanhouwhogesch (Wageningen) 77:1–84, 1977.

Bonet, C., B. Sotolongo e lleana Corchado. Respuesta del cultivo del tomate al agua en las distintas fases del desarrollo de dicho cultivo. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Riego y Drenaje (La Habana)4(1):5–17, 1981.

Cooper, A. J. y R. G. Hurd. Effect of planting stage on fruiting of Glasshouse Tomatoes. **Journal of Horticultural Science** (Londres)43:167–173, 1968.

Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instructivo Técnico para el cultivo del tomate. 1984.— 100 p.

De Koning, A. y R. G. Hurd. A comparison of winter sown tomato plants grown with restricted and unlimited water supply. **Journal of Horticultural Science** (Londres)58(4):575–581, 1983.

Hernando, V. y B. G. Orihuel. Los efectos del régimen hídrico y distintos niveles de fertilidad sobre el rendimiento, la calidad y el tamaño del tomate de invierno. Los efectos del riego en el cultivo del tomate. Anales de Edafología y Agrobiología (Madrid)38(1/2):349, 1979.

Hurd, R. G. y C. J. Graves. Controlling the water. **Grower** (Kansas)96(19):17–22, 1981.

Kramer, J. P. Water Relations of Plant. / J. P. Kramer. — Londres: Academic Press, 1983.— 489 p.

León, María y E. S. Delibaltov. Evapotranspiración máxima y real del tomate (*Lycopersicon esculentum*). Ciencia y Técnica en la Agricultura. Riego y Drenaje (La Habana)4(1), 1981.

León, María y María de los A. Portuondo. Requerimiento de agua del cultivo del tomate. **Agrotecnia de Cuba** (La Habana)16(1), 1984.

Núñez, Miriam de la C. Algunos aspectos fisiológicos del diagnóstico de los períodos óptimos para el riego y los cultivos agrícolas. Conferencia. / Miriam de la C. Núñez, V. Bukin.— En: IV Seminarlo Científico del INCA, 1983.— 33 p.

Producción comercial de tomates. / F. W. Tovey... /et al./.—Zaragoza: Editorial Acribia, 1985.

Rudich, J. [et al.]. Use of leaf water potential to determine water stress in field-grown tomato plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. (Londres)106(6):732-736, 1981.

Villareal, R. tomates. / R. Villareal.— San José: IICA, 1982.— 184 p.

Recibido: 22 de enero de 1990 Aceptado: 16 de febrero de 1990

### GOOD NEWS!

Our Institute has recently started to work on the chemical induction of defence mechanims in crop plants, with the aim of achieving ecologically clean products acting upon pests and diseases besides making host plants inmune.

We have just obtained oligosaccharides derived from national sources, to become the main active compounds of phytosanitary formulation we are expecting to attain in a near future.

We'd like to get in touch with Complex carbohydrate Research Centre (Athens, Georgia) and Centre de Reserches sur les Macromolécules Végétales (Francia) as well as with any other centre linked to this subject.

# IATENCIÓN!

Hace poco tiempo nuestro Instituto trabaja en la inducción por medios químicos de los mecanismos de defensa de las plantas de cultivo, con el objetivo de lograr productos ecológicamente limpios y que actúen sobre las plagas y enfermedades, mediante la inmunización del hospedero (planta).

Estamos comenzando a obtener oligosacáridos de diversas fuentes nacionales, con el fin de que sean los compuestos activos fundamentales de las formulaciones que esperamos obtener en un plazo relativamente breve

Nos interesa hacer contactos con los centros vinculados con esta temática, principalmente el Complex Carbohydrate Research Centre (Athens, Georgia) y Centre de Recherchea aur les Macromolécules Végétales (Francia).