

# EFECTOS DE LA TECNOLOGÍA DE SIEMBRA SOBRE EL CULTIVO DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN CONDICIONES TROPICALES

A. Ramírez<sup>✉</sup>, R. Plana e Irene Moreno

**ABSTRACT.** This research study was conducted with the aim of determining the influence of row spacing and sowing density on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and weed association, as a possible approach to substitute herbicide application. It was developed on a typical red Ferralitic soil at "Vivian Alonso" Research Station from INCA over 1996-1997 and 1997-1998 seasons. The Mexican variety Culiacán was used in a randomized block design with 12 treatments and three replicates. The different levels of each factor studied had a significant influence on crop yield, the highest values being recorded as row spacing was reduced and sowing rates increased, due to higher yield components, mainly ear number per square meter. Its effect on species composition proved the possibility of crop development without herbicides by keeping weed levels below 50 individuals/m<sup>2</sup> (below damage threshold), besides having a strong depressive effect upon very aggressive species under humid tropic conditions, as *Cyperus rotundus* and some economically important dicots, enabling to diminish its harmful effects on the environment.

**RESUMEN.** El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la influencia que sobre el rendimiento del cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) y la asociación de malezas tiene la distancia entre surcos y la densidad de siembra, como vía posible para sustituir el uso de herbicidas. Este se desarrolló durante dos campañas (1996-1997 y 1997-1998) en la Estación Experimental "Vivian Alonso" del INCA, sobre un suelo Ferralítico rojo típico, empleándose la variedad Culiacán de origen mexicano en un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y tres réplicas. Los diferentes niveles de cada factor estudiado tuvieron una influencia significativa sobre el rendimiento del cultivo, alcanzándose los mayores valores en la medida en que disminuyó la distancia entre surcos y aumentó la dosis de siembra, debido al incremento de los componentes del rendimiento, en especial el número de espigas por metro cuadrado. El efecto sobre la composición de especies demostró la posibilidad de desarrollar el cultivo sin uso de herbicidas al mantener los niveles de enmalezamiento por debajo de los 50 individuos/m<sup>2</sup> (inferior al umbral de daños) y ejercer un fuerte efecto depresivo sobre especies muy agresivas en condiciones del trópico húmedo, como fue el *Cyperus rotundus* y algunas dicotiledóneas de importancia económica, contribuyendo así a la disminución de efectos agresivos sobre el medio.

*Key words:* wheat, *Triticum aestivum*, spacing, weeds, yield

*Palabras clave:* trigo, *Triticum aestivum*, espaciamiento, malezas, rendimiento

## INTRODUCCIÓN

La planta de trigo (*Triticum aestivum* L.) constituye el cultivo más antiguo explotado por el hombre, siendo en la actualidad el cereal de mayor producción mundial. Esta planta anual de crecimiento «invierno-primaveral» está capacitada para crecer y producir en ambientes muy distintos entre sí. Por ello, la necesidad de producir trigo constituye una estrategia extraordinaria para la autosuficiencia económica de todos los países del universo (1).

El trigo constituye la base de la industria panadera y formuladora de piensos, siendo un alimento rico en energías y vitaminas (2).

Los principales aspectos morfológicos y fisiológicos de la producción en trigo, deben revisarse y actualizarse a la luz del papel primordial que los factores distancia y densidad de siembra ejercen en su expresión.

Con el objeto de asegurarse un buen resultado económico, el agricultor trata de alcanzar rendimientos altos en su cultivo y que se repitan con regularidad, dado que la práctica del cultivo del trigo en las condiciones actuales conlleva una utilización de costo relativamente alta (3).

Es posible enumerar una larga lista de factores que afectan el rendimiento del cultivo del trigo: tipo de suelo, fertilización nitrogenada, fecha de siembra, variedad, distancia y densidad de siembra, condiciones del terreno en el momento de la siembra, grado de infestación de las «malas hierbas», incidencias de enfermedades y climatología a lo largo del período de desarrollo del cultivo (4).

La densidad de siembra por unidad de superficie es una de las prácticas de manejo que puede afectar no sólo el rendimiento sino la emergencia de las malezas, la

A. Ramírez, Investigador; Dr.C. R. Plana, Investigador Titular y Ms.C. Irene Moreno, Investigador Agregado del Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

✉ anto@inca.edu.cu

cual puede ser elevada debido a la ausencia de una efectiva competencia del cultivo, lo que implicaría un gasto adicional para combatirlas.

En Cuba, aunque esta temática ha sido lo suficientemente abordada en otros cultivos, no se tiene información relacionada con el cultivo que nos ocupa.

En el trabajo que a continuación se presenta, se analizan algunos de los factores que se relacionaron anteriormente como la distancia y densidad de siembra, tratando de determinar la influencia que ellos ejercen sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo del trigo, así como la interacción de las malezas en estas condiciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental "Vivian Alonso" del INCA, ubicada en Güira de Melena, en un suelo Ferralítico rojo típico (5), durante los meses de diciembre-marzo de 1996-1997 y 1997-1998 respectivamente, utilizando la variedad Culiacán.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones. Las parcelas empleadas ocuparon una superficie de 3 m largo por 1.50 m de ancho, en las cuales se realizó la siembra a chorrillo.

Los tratamientos estudiados fueron (Tabla I) cuatro distancias de siembra (70, 45, 30 y 15 cm de espaciamiento entre surcos) y tres dosis de semillas para la siembra (90, 120 y 150 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas).

**Tabla I. Tratamientos estudiados**

Tratamientos	Distancia entre surcos	Dosis de semillas
T1	70 cm (doble surco)	D1 (90 kg.ha <sup>-1</sup> )
T2	" " ( " " )	D2 (120 kg.ha <sup>-1</sup> )
T3	" " ( " " )	D3 (150 kg.ha <sup>-1</sup> )
T4	45 cm (un sólo surco)	D1
T5	" " ( " " " )	D2
T6	" " ( " " " )	D3
T7	30 cm ( " " " )	D1
T8	" " ( " " " )	D2
T9	" " ( " " " )	D3
T10	15 cm ( " " " )	D1
T11	" " ( " " " )	D2
T12	" " ( " " " )	D3

Las tres dosis de semillas usadas originaron densidades de 150, 250 y 350 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente como promedio.

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante nitrogenado (urea 46 % de N): 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N al momento de la siembra y 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N en la fase de encañado (45 días después de la germinación). Se aplicaron 50 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo y potasio respectivamente al momento de la siembra.

Se realizó un riego de germinación y cuatro riegos posteriores en las distintas fases críticas del cultivo (ahijamiento, encañado, floración y llenado de granos) con una norma bruta de 300 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

En el momento de la cosecha (97 días después de la siembra) se tomaron muestras de 50 tallos al azar con espigas en cada parcela, cortándolos al nivel del suelo para el cálculo en laboratorio de las variables biomasa, índice de cosecha, peso de 1000 granos y granos por espiga.

En la parcela, después de tomar los 50 tallos se cosecharon y trillaron todas las espigas para determinar el rendimiento en granos por hectárea.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación doble y se realizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad del error, en los casos que existieron diferencias significativas entre tratamientos.

La variable granos por metro cuadrado se transformó por la función  $\sqrt{n}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del experimento se evidenció que la intensificación del sistema de cultivo (menores distancias entre surcos y mayores densidades de siembra) tuvo marcados efectos, tanto en la manifestación del rendimiento como en la interacción de los niveles de enmalezamientos presentes en el cultivo.

En la Tabla II se muestra la respuesta del rendimiento, donde se puede apreciar cómo en la medida que la distancia entre surcos fue menor y la densidad de semillas se incrementó, los resultados fueron mayores con diferencias significativas a su favor. Se destacó la distancia de 15 cm y dosis de siembra de 90 kg.ha<sup>-1</sup> con el mayor valor absoluto de 2.73 t.ha<sup>-1</sup> de granos.

**Tabla II. Efectos de la distancia y densidad de siembra sobre el rendimiento**

Distancia \ Dosis de semilla	1996			1997		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
0.70 m	1.23 d	1.31 d	0.82 e	1.27 d	1.32 d	0.93 e
0.45 m	2.35 ab	2.32 b	1.90 c	2.40 ab	2.27 b	1.85 c
0.30 m	2.62 ab	2.56 ab	2.61 ab	2.70 a	2.51 ab	2.58 ab
0.15 m	2.54 ab	2.50 ab	2.50 ab	2.73 a	2.57 ab	2.61 ab
X		1.95			2.12	
CV (%)		8.27			9.11	
Es X		0.09			0.12	

Un incremento en la dosis de semillas superior a los 90 kg.ha<sup>-1</sup> no mejoró de forma significativa los rendimientos, los cuales se mantuvieron entre 2.14 y 2.73 t.ha<sup>-1</sup>. Cuando se incrementó la dosis de semillas particular para cada surco (70 cm-D5 y 45 cm-D5), el rendimiento se vio deprimido al parecer por la interferencia establecida entre las plantas del mismo cultivo, ya que el uso de las mismas densidades (D5), pero distribuidas en mayor número de surcos (distancias de 30 y 15 cm entre surcos), brindaron resultados muy superiores. Se han presentado resultados similares al señalar la obtención de una media de producción mundial de 2.5-4.0 t.ha<sup>-1</sup> con dosis de semillas entre 90-120 kg.ha<sup>-1</sup> y promedios de cinco hijos por plantón (1).

En la Tabla III se presenta el efecto de las variables estudiadas sobre el número de espigas por metro cuadrado, donde podemos observar que a medida que disminuyó la distancia entre surcos y se incrementó la dosis de semilla, los valores obtenidos para esta variable fueron los mayores, destacándose como la mejor variante la de 15 cm de espaciamento entre surcos con una dosis de 150 kg.ha<sup>-1</sup>, la cual brindó el mayor valor absoluto. Se ha informado al número de espigas por metro cuadrado como uno de los componentes de rendimiento más importantes en la obtención de altos rendimientos, siempre que el tamaño de la espiga no esté restringido por el espaciamento entre plantas (6).

**Tabla III. Efectos de la densidad y distancia de siembra sobre los principales componentes del rendimiento**

Tratamientos	Espigas/m <sup>2</sup>		Granos/espigas		Granos/m <sup>2</sup>	
	1996	1997	1996	1997	1996	1997
70cmD1	60.65 e	61.40 e	32.71 ab	33.01 ab	1977 (44) e	2060 (45) e
D2	113.53 de	114.1 de	26.74 bc	27.93 bc	3142 (55) c	3112 (55) d
D3	92.96 e	93.20 e	31.36 ab	32.11 ab	2910 (53) d	3001 (54) d
45cmD1	173.03 cd	175.20 cd	33.67 ab	34.03 b	5814 (76) ab	5864 (76) b
D2	185.23 c	193.14 c	29.08 bc	30.17 b	5401 (73) b	5500 (74) b
D3	169.37 cd	211.10 bc	27.01 bc	27.94 bc	4563 (67) bc	4729 (68) c
30cmD1	201.60 bc	203.13 bc	32.71 ab	33.17 b	6522 (80) a	6428 (79) a
D2	207.21 bc	206.14 bc	29.46 b	30.01 b	6069 (77) ab	6170 (76) b
D3	219.80 bc	221.30 bc	28.88 bc	29.48 b	6247 (79) ab	6319 (79) a
15cmD1	159.68 c	253.60 b	31.26 ab	32.13 b	5002 (70) bc	5407(71) bc
D2	232.34 b	228.17 b	26.03 bc	27.31 c	5999 (77) ab	6214 (78) a
D3	264.79 a	260.31 a	24.06 c	25.03 d	6372 (79) a	6288 (79) a
Sign.	**	***	***	***	***	***
X	153.14	181.65	30.97	30.19	4610 (67)	5057 (69)
CV(%)	11.99	12.18	8.23	8.92	4.56	7.32
ES x	10.60	10.93	1.47	2.04	1.76	3.51

En cuanto al peso de 1000 granos, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, lo cual pudo estar debido al uso de una sola variedad, por lo que los factores distancia y dosis de semillas no ejercen influencia sobre este carácter. Diferentes autores señalan al peso unitario de los granos como un carácter más dependiente del aspecto genético-varietal que de los factores ambientales o de cultivo (3, 7, 8, 9). En todos los casos, el valor del peso unitario superó los 40 g.

Otra variable analizada fue la de granos por espiga (Tabla II), donde se presentaron diferencias significativas a favor de aquellos tratamientos con menores dosis de semillas, destacándose la distancia de 20 cm con la dosis de 30 kg.ha<sup>-1</sup>. Este resultado puede estar relacionado con lo señalado por otros autores (8), quienes encontraron una disminución en el número de espiguillas fértiles por espiga al aumentar la dosis de semillas. También, entre otros factores, la temperatura y densidad de siembra influyen sobre la capacidad de ahijamiento de las variedades, oscilando desde un mínimo de tres hasta un máximo de 12 hijos fértiles por planta, lo cual representa de 100 a 600 granos producidos por grano sembrado. Resultados similares fueron descritos (9) y se recomen-

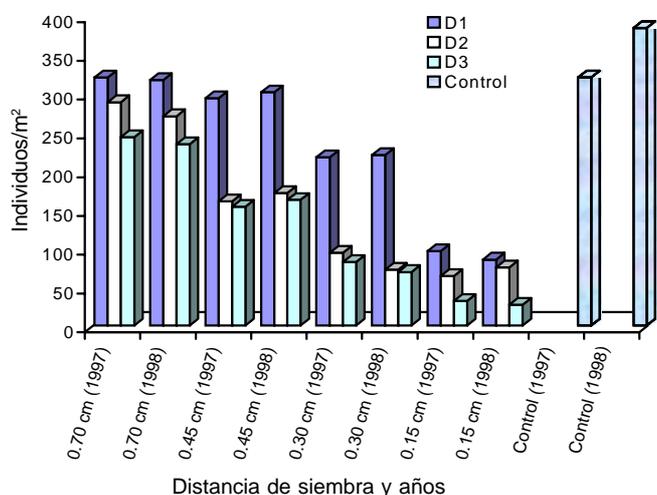
dó el uso de bajas dosis de siembras para el noroeste mexicano, siempre que se empleen variedades de alta capacidad de ahijamiento, ya que no sólo el componente granos por espiga es quien decide el rendimiento final.

Acerca del número de granos por metro cuadrado (Tabla II), se puede apreciar que las diferencias significativas se presentaron a favor de aquellas variables representadas por una disminución de la distancia entre surcos con un aumento de la densidad de siembra, resultando mejores las de 30 y 15 cm entre surcos con dosis entre 90 y 150 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas. Este componente toda vez que el peso unitario se mantuvo sin variaciones significativas entre tratamientos, es quien pudo estar decidiendo el resultado final del rendimiento.

El aumento de la interferencia cultivo-malezas como consecuencia de las modificaciones producidas por el espaciamento del cultivo, provocó cambios tanto cuantitativos como cualitativos de los niveles de arvenses presentes en el cultivo.

No se apreciaron cambios importantes entre los años estudiados para la variable número de individuos por metro cuadrado, la cual mostró valores muy similares tanto en las fases iniciales (45 dds) como finales del cultivo (90 dds).

Las tres densidades de siembra probadas en la distancia de 70 cm entre surcos, así como la menor densidad empleada en la distancia de 30 cm a los 45 días después de la siembra (dds) presentaron una abundancia inicial de las malezas similar a la parcela control con valores que superaron los 200 individuos por metro cuadrado (Figura 1).

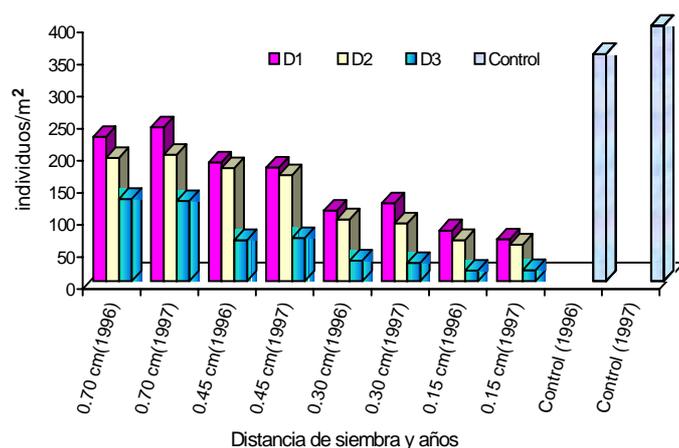


**Figura 1. Efectos de la distancia y densidad de siembra sobre la abundancia inicial de las malezas a los 45 dds**

El uso de densidades medias y altas (D2 y D3) en combinación con las menores distancias entre surcos (30 y 15 cm) causaron una depresión importante del nivel de enmalezamiento, cuyos valores (menos de 100 individuos/m<sup>2</sup>) resultaron inferiores a los umbrales de daños, los cuales se corresponden con niveles de enmalezamiento inferiores a 100 individuos/m<sup>2</sup> para todo el ciclo del cultivo (10).

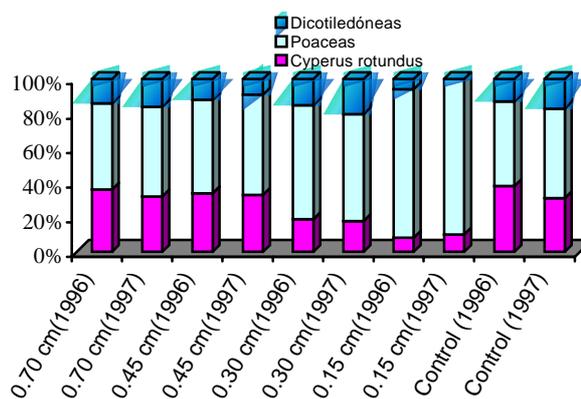
Resultados similares presentó también la menor densidad de siembra (D1) en combinación con la menor distancia (15 cm), a diferencia de cuando esta misma densidad fue sembrada a 30 cm de espaciamiento, que permitió la presencia de valores ligeramente superiores a los 200 individuos/m<sup>2</sup>.

Los cambios experimentados por la dinámica de la asociación al final del ciclo del cultivo (90 dds) se muestran en la Figura 2, donde se puede observar una acción depresiva más intensa sobre el grado de enmalezamiento al emplear mayores densidades de siembra por unidades de superficie (30 y 15 cm con D3). Estos tratamientos redujeron las malezas a valores inferiores a 50 individuos/m<sup>2</sup>. Se puede apreciar además una disminución general en la dinámica de la asociación con respecto a las fases iniciales del cultivo (45 dds), lo cual puede ser debido al efecto acumulativo que tiene lugar en la competencia interespecífica cultivo-malezas, ya que por ser el trigo un cultivo muy precoz coincide con otros planteamientos (11) de que las variedades de rápida germinación y profuso ahijamiento toman menor tiempo en "cerrar" los surcos. Estas variedades son altamente competitivas con las malezas y permiten al agricultor manejarlas con un mínimo de labores de control.



**Figura 2. Efectos de la distancia y densidad de siembra sobre la abundancia de las malezas a los 90 dds**

Cuando se analiza el comportamiento por especie de la asociación (Figura 3), se puede observar cómo la especie *Cyperus rotundus*, que representaba tanto en las parcelas control como en las distancias de 70 y 45 cm más del 20 % de la asociación, fue disminuyendo su presencia en la misma medida que se fue reduciendo la distancia de siembra, llegando a ocupar (para la distancia de 15 cm) valores menores al 5 % de la composición total de especies, lo que demuestra la capacidad del cultivo cuando se maneja convenientemente su espaciamiento para competir frente a dicha especie, considerada como una de las malezas más competitivas del mundo (12). En Cuba, dicha especie está entre las más agresivas y difundidas en los cultivos económicos (13), lo cual demuestra la importancia de este resultado.



Distancia de siembra y años

**Figura 3. Efectos de la distancia y densidad de siembra sobre la composición de especies**

El comportamiento de las dicotiledóneas experimentó una evolución similar para la misma distancia, llegando incluso a desaparecer de la asociación durante el segundo año del experimento al no poder competir con la tasa de crecimiento del cultivo (14). En correspondencia inversa con estos resultados se pudo apreciar un aumento de las Poaceas, las cuales pasaron a ocupar los nichos ecológicos liberados por aquellos individuos de otras especies que no pudieron sobrevivir a la competencia (15).

## REFERENCIAS

1. FAO. Anuario de producción. 1997, vol. 51, p. 176.
2. Nonhebel, S. Effect of changes in temperature and CO<sub>2</sub> concentration on simulated spring wheat yields in the Netherlands climate change. 1997, vol. 24, p. 311-329.
3. Moreno, I.; Plana R.; Ramírez, A. e Iglesias, L. A. Comportamiento fenológico y agrícola de 10 variedades de trigo para el occidente de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 2, p. 16-18.
4. Iglesias, L. A. y Pérez, N. El cultivo del trigo en condiciones tropicales y posibilidades para su siembra en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 1995, vol. 16, no. 1, p. 52-63.
5. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : Agrinford, 1999. 64 p.
6. García R., Mac Maney M., Vega A., Vargas F., Scott R. y Britos U. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento en grano y sus componentes de tres cultivares de trigo: Prointa Isla Verde, Granero INTA y Prointa Federal. Boletín de divulgación técnica, 1993, no. 97.
7. Riki B., Veneklaas E., Peacock J., and Lambers H. Yield and water use of wheat (*Triticum aestivum*) in a mediterranean environment: Cultivar differences and sowing density effects. *Plant and Soil*, 1998, vol. 181, p. 251-262.
8. Maestu, J. Influencia de la variedad, fecha y densidad de siembra en el rendimiento del trigo De invierno (*Triticum aestivum*) y sus componentes. *Anales Serie Agrícola*, 1985, vol. 28, no. 1, p.52-58.
9. Moreno, O. La siembra de trigo en surcos. C. México SARH, 1980, 20 p.

10. Magrín, G. Competencia de malezas en trigo según la densidad de siembra y fertilización con nitrógeno. Informe técnico. INTA, 1986, no. 1999.
11. Díaz, J. C., Hernández, S., Cutiño, A. L., Maldonado, R. y Díaz, J. J. Programa de control de malezas en las unidades productoras cañeras. Curso de control integral de malezas en caña de azúcar. La Habana, MINAZ, 1999. p. 67-68.
12. Eiszner, H., Blandon, V. y Pohlan, J. La rotación de cultivos como alternativa ecológica y económica para el monocultivo del algodón. *Manejo integrado de plagas*, 1997, no. 44, p. 1-6.
13. Labrada, R. y Parker, C. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. En: *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Roma : FAO, 1998. 400 p.
14. Parihart, G. y Singh, R. The response of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to seed rate and sowing method under western rajasthan conditions. *Indian Journal of Agronomy*, 1998, vol. 40, no. 1, p.95-98.
15. Rivero, L. E. Resistencia de malezas a herbicidas en arroz. En: *I Encuentro Nacional de Ciencias de Malezas*. Memorias, 1999, p. 9.

Recibido: 17 de abril del 2001

Aceptado: 6 de julio del 2001

# CURSOS DE POSGRADO

Precio: 200 USD

## Anatomía de órganos

*Coordinador: Dr.C. Ofelia Sam Morejón*

*Duración: 30 horas*

*Fecha: a la medida*



## SOLICITAR INFORMACIÓN

**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación, Servicios Informativos**  
**y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba. CP 32700**  
**Telef: (53) (64) 6-3773**  
**Fax: (53) (64) 6-3867**  
**E.mail: posgrado@inca.edu.cu**