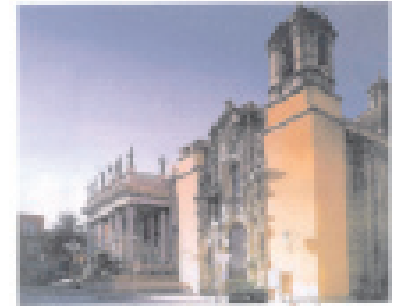


## Sumario

### Ensayos

- 3 Implementación de la **Ley de Zipf para el análisis visual** de patrones del ambiente urbano.  
Pavel Makagonov, Liliana E. Sánchez Platas
- 9 Comportamiento de **líneas y variedades de pimiento** frente a dos aislados de *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*.  
Tomás Depestre Manso, Yaritza Rodríguez Llanes, María R. Vázquez, Yaquelin Hernández
- 13 Prueba de **híbridos  $f_1$  holandeses de tomate** en condiciones de cultivo protegido en Cuba.  
Gisela Rodríguez Rodríguez, Olimpia Gómez Consuegra, Francisco Roger Pupo



### Notas

- 19 Una breve reflexión sobre el **uso y desarrollo de los fertilizantes de liberación lenta** y controlada.  
J. Rieumont, M. Gonzalez Hurtado, C. Rodríguez Acosta.
- 29 **La Importancia del Consumidor** en el Contexto B2C.  
Bonifacio Eloy Mendoza Ortiz, David Martínez Guzmán, Pavel Sumano Ortega, Ricardo Ruiz Rodríguez.
- 34 **Máquinas Moleculares. El control de las cosas a escala molecular.**  
Raúl Salas-Coronado, Norma F. Santos-Sánchez
- 40 **Hongos patógenos** procedentes del suelo. Problemas que ocasionan en la sanidad de los cultivos.  
Mercedes Cruz Borrueal, René Novo Sordo, José Antonio Franqui Ramírez
- 61 **Extraña rosa** (*Callistephus sinensis*): incidencia de patógenos fungosos en la semilla  
Georgina de Armas Arredondo, R. F. Castañeda Ruiz, Tomás Díaz, Aideé Hernández, Sandra Velazquez

- 65 Revisión del **Desarrollo de Conceptos en Diseño**  
Santos-Reyes, D. E., Márquez M. M., Mendoza J. A.

### Fronteras de la ciencia

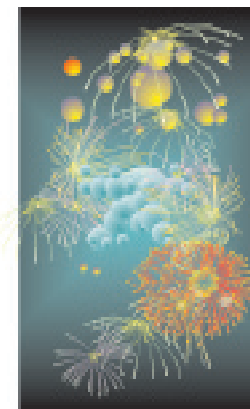
- 73 **El Superordenador Más Rápido • Circuitos Integrados Bacteriales • SpaceShipOne • Robot Autónomo Casi Listo •**  
Victor Manuel Cruz Martínez

### Vida académica en la UTM

- 79 **Ingeniería Industrial**  
Daniel Erasto Santos Reyes

### PORTADA:

Sin título



**TEMAS** DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA es una publicación cuatrimestral (enero, mayo, septiembre) de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, Km. 2.5 carretera a Acatlima, Huajuapán de León, Oaxaca. C.P. 69000. Tels. y fax: 01(953) 53 203 99 - 53 202 14. e-mail: temas@mixteco.utm.mx. Registro en trámite. Los artículos son responsabilidad de los autores y no representan el punto de vista de la institución. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado siempre que se cite la fuente.

### 83 Libros

Sin tapujos. Oscar Wilde. Ed. Errepar. Buenos Aires, 1999. 139 pp. • Programming & Problem Solving with Delphi de Mitchell C. Kerman; Editorial Addison Wesley Longman, 2002, 650 páginas y un CD.



## Ensayos

# Implementación de la Ley de Zipf para el análisis visual de patrones del ambiente urbano.

### Resumen

El presente artículo propone una solución para el problema de medir la calidad visual del ambiente urbano. Es posible estimar la calidad de cualquier patrón visual del paisaje de la ciudad, tal como espacios abiertos, un ensamble de edificios o una serie de ellos, con la ayuda del análisis estadístico de las áreas superficiales a través de una estructura jerárquica de sus partes. En este artículo se propone un acercamiento interdisciplinario para modelar la descomposición en un sistema jerárquico de las partes que más se distinguen de una imagen integral dada.

Como resultado de esta descomposición, se obtiene la distribución de rangos de Zipf para las partes de las imágenes que se consideran agradables al ojo humano. En las imágenes que se consideran desagradables al ojo humano, nuestro método muestra una desviación considerable en la parte media de la distribución. Este método hombre-maquina se podrá mejorar con componentes desarrollados por la computadora y en su forma actual puede ser útil para la evaluación de calidad de cualquier objeto proyectado o realizado en el ambiente urbano.

### Abstract

This study proposes a solution to the problem of measuring the visual quality of urban environment. It is possible to estimate the quality of any visual pattern of city landscape, such as open spaces, assemblage or series of buildings, with the help of the statistical analysis of the surface areas of the hierarchical structures of the parts. In this article we propose an interdisciplinary approach to model the decomposition in a hierarchical system, of the salient parts in a given integral image.

As a result of this decomposition, we obtain the Zipf area-rank distribution for the parts of the images that are considered pleasing to the human eye. In images that would be considered visually unattractive, our method shows a considerable deviation in the middle part of the area-rank distribution. This man-machine method could be improved with a more developed computer component; in its present form it can be useful for quality evaluation of any projected or real object in an urban environment.

### Abstrait

Cet article propose une solution en ce qui concerne le problème de mesure de la qualité visuelle du milieu ambiantal urbain. Il est possible d'estimer la qualité de tout type de patron visuel de paysage urbain, telle que celle d'espaces ouverts, d'un ensemble d'immeubles ou d'une série de ceux-ci, à l'aide de l'analyse statistique des aires superficielles au travers d'une structure hiérarchique de ses parties. On propose, au travers de cet article, une approche interdisciplinaire afin de modeler la décomposition du système hiérarchique des parties qui se distinguent le plus d'une image totale donnée.

On a obtenu, comme résultat de cette décomposition, la distribution de rangs de Zipf en ce qui concerne les parties de l'image qui sont considérées comme désagréables à la vue humaine. En ce qui concerne les images estimées désagréables à la vue humaine, notre méthode montre une déviation considérable dans la partie centrale/ médiane de la distribution de l'image. Cette méthode «homme-machine» pourrait s'améliorer à l'aide de composants développés par ordinateur et dans sa forme actuelle, il pourrait être utile pour l'évolution de la qualité de tout objet projeté ou réalisé en milieu urbain.

Palabras claves: análisis de la forma, descomposición jerárquica de patrones, distribución de rangos, ecología visual.

## 1. Introducción. Ley de Zipf como ley universal para los sistemas sociales.

Es común en el mundo científico que en la descripción de muchas situaciones sociales sea posible el utilizar leyes similares a la Ley de Zipf, como la ley de Mandelbrot [1]. Este tipo de ley fue descrita en una primera ocasión por Auerbach [2] con la fórmula:

$$R_N = R_0 / N \quad (1)$$

\* Pavel Makagonov

\* Liliana E. Sánchez Platas

\* Universidad Tecnológica de la Mixteca

Aquí  $R_N$  se refiere al tamaño de la ciudad,  $R_0$  es el tamaño de la ciudad más grande y  $N$  es una ciudad alineada según su tamaño. Realmente esta ley se aplica solamente para un sistema de ciudades que tenga características de integridad, tal como aglomeración o unidad metropolitana estándar. La característica de integridad es fundamental para la aplicación de esta ley. En 1949 esta ley fue reformulada por Zipf en la siguiente forma:

$$R_N = R_0 N^{-A} \quad (\text{Auerbach 1913})$$

Aquí "A" es un parámetro positivo, valor el cual es cerca a 1.0. Esta ley se aplica en la descripción de sistemas sociales integrales o de creaciones humanas tales como idiomas nativos, música clásica, pintura y ciencia urbana (población de la ciudad, área de la ciudad, etc.) [Hill 1970, Miller y Newman 1958, Orlov 1980]. Todos los investigadores antes mencionados consideraban esta ley una expresión de armonía entre seres humanos o acontecimientos sociales.

Los especialistas en desarrollo urbano conocen la teoría del lugar-central de Walter Christaller [Shuper 1995, Walter] que incluye las reglas para la distribución del tamaño, o la población para las ciudades que se organizan como un sistema integral. Algunos de ellos [Shuper 1995] consideran la distribución de Christaller como la etapa posterior al desarrollo del sistema de la ciudad, y la ley de Zipf como la etapa reciente.

Como puede verse en la Figura 1 [Makagonov 2001], la distribución de Christaller, (función de pasos), tiene buena concordancia con la ley de Zipf, - función lineal en una escala bi-logarítmica:

$$Y = -A \cdot X + B;$$

(Bruce 1970)

$$Y = \log(R_N), B = \log(R_0), X = \log(N).$$

(Miller y Newman 1958)

Esta serie de pasos funciona si se registra el comportamiento y la distribución de ciertas palabras en una lista de frecuencia de palabras de cualquier lengua nativa. De hecho, las palabras con frecuencias absolutas bajas producen el efecto de escalón.

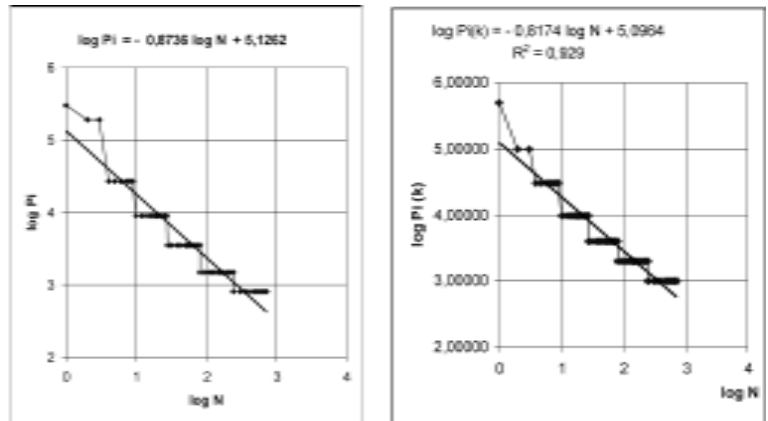


Figura 1. Los ejemplos de Christaller y la distribución de Zipf

Hay muchos ejemplos [1, Makagonov 2001] de la implementación de la ley de Zipf como criterio de integridad de un sistema de ciudades. Más o menos el mismo procedimiento se utiliza para estimar la integridad de una lista de palabras para una sub-lengua o para las obras maestras de la música clásica. Por todo esto es razonable presumir que esta ley se puede utilizar como criterio de integridad buscando la armonía para cualquier producto humano en arquitectura o en el planeamiento de paisajes.

Los sistemas informáticos y los paquetes computacionales se han utilizado durante mucho tiempo desde los años 70's [Stiny 1974] como ayuda en el diseño arquitectónico. Pero para la evaluación de la calidad solamente se utilizan algunos sistemas expertos en la evaluación de las características parciales tales como el color, la forma, las proporciones, etc. Algunos problemas se identifican como problemas de la ecología visual [Filin 1998].

Así pues, esta etapa del conocimiento científico todavía necesita algunos métodos cuantitativos de evaluación de las imágenes de la ciudad. La razón de esta investigación es la necesidad de reconocer los criterios para medir la calidad arquitectónica de proyectos de jóvenes especialistas y/o de los elementos del ambiente urbano en las zonas históricas de las ciudades.

## 2. Metodología para formar una distribución de rangos para una imagen urbana del ambiente.

Para elaborar la metodología y comprobar su capacidad se utilizaron 30 imágenes de obras maestras arquitectónicas que pertenecen a diversos estilos y épocas, reconocidas en todo el mundo.

Con esta opinión común y la experiencia de siglos, se tuvieron las condiciones necesarias pero aún no suficientes de la coincidencia de la metodología que se elaboró. Como unidad de medida se tomó una parte selecta de la imagen. Esto fue necesario para revelar imágenes en orden jerárquico por tamaños para obtener la distribución de rangos.

La primera etapa del análisis consiste en delimitar el contorno de la imagen. Si hay más de una imagen inicial, la regla es separar imágenes en su orientación principal; es decir, horizontal, vertical o en dos dimensiones, o en tres dimensiones, tales como una esfera.

Es una regla que el fondo se maneje como un elemento neutral, el cual puede llegar a ser eliminado, un ejemplo de ello es el cielo.



Figura 2. Edificio solo. Un ejemplo de imagen integral "agradable para el ojo humano"

Una analogía simple de esta descomposición es el considerar el teatro (figura 2), con sus partes laterales y el elemento central.

Los contornos de estas imágenes de primer nivel deben ser fijos y sus áreas calculadas. Con nuestro método es suficiente utilizar 100 píxeles como unidad mínima de área.

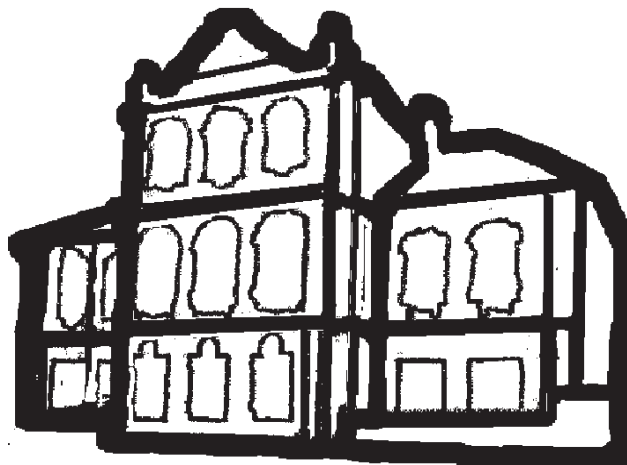


Figura 3. Sistema jerárquico de partes de una imagen integral dada

Las etapas siguientes de la descomposición consisten en la delimitación de cada parte que integra la estructura de la imagen principal, desde el punto de vista de la «experiencia» del espectador. Se puede ver este proceso comparando la fotografía de un edificio solo, como ejemplo de «imagen integral agradable para el ojo humano» en la Figura 2, con el sistema jerárquico de partes de la imagen dada en la Figura 3. Los elementos del sistema que corresponden a la descomposición son marcados por líneas más gruesas. Para revelar estas partes se manejaron áreas con elementos diversos, tales como textura, disposición (inclinación) en un espacio, color, etc. Se puede decir que hay un acercamiento interdisciplinario para modelar la descomposición en el sistema jerárquico de piezas utilizado. En este acercamiento el espectador utiliza los detalles visibles como estímulo para identificar el detalle con los patrones en su memoria.

La etapa anterior está conectada con la división de los detalles que se pueden percibir en su totalidad. Después de este paso es frecuente que el espectador pierda interés en un análisis más detallado, pero la necesidad psicológica de estos detalles todavía existe como participación en la imagen total, para no obtener una impresión del ambiente visual homogéneo. De cualquiera de las formas, después de esta última etapa el espectador obtiene cerca de 50 a 100 áreas para la distribución de rangos.

La imagen a color es evidentemente más informativa. Por ejemplo, las reproducciones en blanco y negro de pinturas impresionistas pierden muchos detalles que tienen gran intensidad de brillo a color.

La etapa manual de la descomposición todavía no se puede sustituir por ninguna herramienta de inteligencia artificial. La participación de la computadora es posible solamente en la etapa de cálculo del área de figuras delimitadas. En las primeras etapas de delimitación es posible perder partes de las imágenes que no se contengan dentro de los límites del dibujo.

Así también en la etapa anterior es posible perder cierta parte de los detalles monótonos que disminuyen gradualmente su tamaño visible.

Los resultados de la aplicación de la metodología para dos tipos de imágenes se exponen en las Figuras 6 y 7. Una de las imágenes (Figura 2), es considerada por los especialistas en ecología visual como «agradable para el ojo humano», la otra, presentado en la Figura 4 es considerada como "desagradable para el ojo humano" [Filin 1998]. La Figura 5 nos da un ejemplo de un ambiente visual agradable para el ojo humano con integridad al límite inferior.



Figura 4. Una muestra desagradable, agresiva y homogénea del ambiente visual para el ojo humano



Figura 5. Una muestra agradable, con integridad del ambiente visual para el ojo humano

La distribución de rangos de la Figura 4 (Serie 2 en la Figura 6) muestra decadencia bien definida en la parte media de la distribución de rangos en comparación con la distribución de la Figura 2 (Serie 1 en Figura 6), y con la curva de la ley de Zipf, (aproximación lineal de la Serie 1), que estructura una «imagen agradable para el ojo humano». Las características especiales de las imágenes que se consideran como desagradables desde el punto de vista de la ecología visual son su homogeneidad y agresividad. El ambiente visual homogéneo significa un ambiente donde no están disponibles los elementos visibles en su totalidad o su número se reduce agudamente, y el ambiente visual agresivo se asocia a una gran cantidad de elementos similares [Filin 1998].

En general estas curvas presentan más discrepancia en la parte inicial y en la final. Por tal razón a veces se necesita disminuir la influencia de ambas partes «finales» de la secuencia. En nuestro caso en la fórmula de cuadros mínimos:

$$\Phi = \sum_{n=1}^N p_n [\log S_n + A \cdot X_n - B]^2 \quad (\text{Orlov 1980})$$

utilizamos los pesos  $p_1, p_2, \dots, p_{N-k}, p_{N-k+1}, p_{N-k+2}, \dots, p_N$  con valor cero para la desviación visible en la parte inicial y en la parte final de la muestra. La desviación inicial se puede conectar con una presentación incompleta de la imagen. La desviación en la última parte es causada por el poco interés de los espectadores en detalles pequeños.

La parte media de la ley de Zipf, para dos imágenes «agradables» (Figuras 2 y 5) se presentan en la Figura 7. Estas distribuciones presentan buena concordancia con la ley de Zipf, pero tienen diferentes parámetros. La segunda curva (Serie 2) es discontinua. Esto se puede explicar por la pérdida parcial de integridad de esta composición. Al mismo tiempo, la distribución de rangos para el edificio del teatro (Figura 2 en la parte izquierda) generó una distribución ideal de Zipf. Este hecho se puede explicar por el punto de la visual hacia el edificio. De hecho, sí es posible descubrir el punto de la visual desde donde estén visibles ambos edificios buscando mantener el mismo tamaño, puede mejorar la forma de la distribución de rangos. Quien pueda reconocer este lugar identificará el punto de vista preferido para inspirar armonía. Esto les permitirá asociar una imagen dada con la imagen «ideal» del mismo lugar y asignar esta imagen para dar otra.

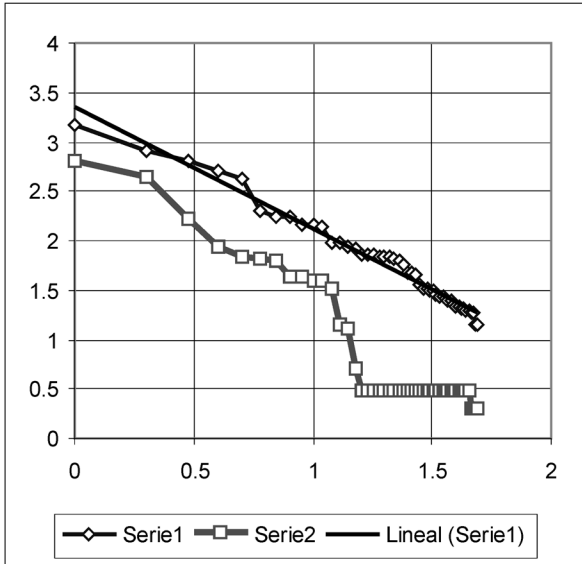


Figura 6 Comentarios en el texto.

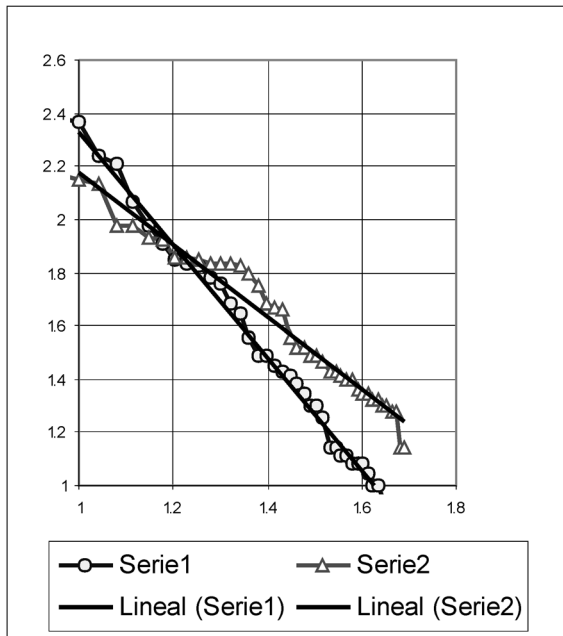


Figura 7. Comentarios en el texto

Esta metodología esta basada esencialmente en las capacidades de percepción de los seres humanos y en una experiencia personal de revelar imágenes elementales en un dibujo, que no es posible sustituir por ningún procedimiento formal en la computadora. La comparación de los resultados calculados por diversas personas de la misma imagen da el mismo nivel relativo de discrepancia que el cálculo repetido de la misma persona después de un corto plazo al «haberse

despejado su memoria».

### 3. Conclusiones

Esta metodología esta preparada para utilizarse para la valoración de proyectos estudiantiles de Ingeniería en Diseño y para mantener un equilibrio en la densidad de detalles de diferentes tamaños. Es evidentemente necesario utilizar otros principios además de la Ley de Zipf. Por ejemplo, no es posible utilizar un sistema de detalles del mismo tamaño entre estilos muy diversos.

Otra de las posibles y útiles aplicaciones de la distribución de Zipf desde el punto de vista práctico es el revelar lugares con un ambiente visual homogéneo y agresivo a través del análisis de la distribución de rangos. Por tal razón este método se puede utilizar para revelar lugares atractivos y lugares con un alto grado de rechazo.

Así también este método hombre-máquina se podría mejorar con un componente desarrollado por computadora, sin embargo en su forma actual puede ser útil para la evaluación de calidad de cualquier objeto proyectado o real en el ambiente urbano.

### Referencias

- 1) <http://linkage.rockefeller.edu/wli/zipf/>
- 2) F. AUERBACH.  
1913 Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration, Petermanns Geographische Mitteilungen, LIX:73-76.
- 3) BRUCE M HILL.  
1970 Zipf's law and prior distributions for the composition of a population, Journal of the American Statistical Association, 65:1220-1232.
- 4) GA MILLER, EB NEWMAN.  
1958 Tests of a statistical explanation of the rank-frequency relation for words in written English, American Journal of Psychology, 71, 209-218.
- 5) YU.K. ORLOV.  
1980 Invisible Harmony. In: Issue «Mysl' i chislo» (Thought and Number) N3 Edition «Znanie» Moscow. 70-106pp
- 6) SHUPER V. A.  
1995 Self-organizing of an urban population. (Rus.) Ed. Russian Open University. Moscow. 166pp
- 7) Walter Christaller & Central Place Theory <http://faculty.washington.edu/krumme/450/christaller.html>

8) MAKAGONOV P.

2001 Management of the urban territory development. Academic book. Moscow, Russian Institute of State Service, 2001, 352 pp.

9) STINY G., GIPS J.

1974 Formalization of analysis and design in the arts. In: Basic questions of the design theory. Amsterdam.

10) V.A. FILIN.

1998 Videoecology. Good and bad for eyes. Moscow, MC: Videoecology. 295p.

## Ensayos

# Comportamiento de líneas y variedades de pimiento

frente a dos aislados de *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*.

### Resumen

El trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova», en Quivicán, provincia La Habana. El mismo se llevó a cabo en Mayo de 1999 en condiciones controladas a una temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  en un fotoperíodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. El compuesto utilizado fue materia orgánica, utilizándose 29 líneas y variedades de pimiento dulce y cuatro testigos que forman una serie diferencial para esta bacteria. El inóculo se obtuvo sembrando la bacteria en un medio de cultivo específico denominado G.Y.C.A. Se utilizó el método de inoculación por inyección con jeringuilla en las dos hojas más viejas, manteniéndose en cámara húmeda las siguientes 72 horas. Transcurrido este tiempo se realizó la evaluación observándose que algunas líneas mostraron resistencia a un aislado y susceptibilidad al otro por lo cual podemos asegurar que nos encontramos ante dos cepas de este patógeno, el aislado cinco pertenece a las cepas 4 ó 5 y el aislado seis no podemos aún identificarlo.

### Abstract

This study was carried out in the "Liliana Dimitrova" Horticultural Research Institute located in Quivocan, province of Havana, during May 1999. It was done under controlled conditions at a temperature of  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  in a photoperiod of 12 hours of light and 12 hours of darkness. The compound used was organic matter, using 29 lines and varieties of sweet peppers and four controls that form a differential series for this bacterium. The inoculate was obtained by sowing the bacterium in a specific culture medium called G.Y.C.A. An inoculation method by syringe injection was used on the two oldest leaves, which were then kept in a humid chamber for the following 24 hours. After this lapse of time, an evaluation found that some lines showed resistance to an isolate and susceptibility to another. This shows the presence of two varieties of this pathogen: isolate 5 belongs to varieties 4 or 5, while isolate 6 has not been identified.

### Abstrait

L'étude s'est effectuée au sein de l'Institut de Recherche Horticole «Liliana Dimitrova», à Quivicán, province de la Havane. Cette recherche s'est conclue en Mai 1999 sous des conditions contrôlées d'une température de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  dans une photopériode de 12 heures exposée à la lumière et de 12 heures dans l'obscurité. Le composant de matière organique utilisé était constitué de 29 lignes et variétés de poivron rouge et de quatre témoins formant une série différentielle concernant cette bactérie. On a obtenu l'inocule en semant la bactérie dans un milieu de culture spécifique nommé G.Y.C.A. La méthode utilisée fut celle de l'inoculation par injection à l'aide d'une seringue dans les deux feuilles les plus vieilles, en les maintenant dans une chambre humide pendant 72 heures. Au cours de ces 72 heures, on a réalisé l'évaluation suivante: à travers l'observation de quelques lignes montrant une résistance à

l'isolement et d'autre part une sensibilité, nous pouvons affirmer que nous nous trouvons devant deux souches de ce pathogène, l'isolé cinq appartient aux souches 4 ou 5 mais nous ne pouvons identifier l'appartenance de l'isolé 6.

Palabras claves: materia orgánica, pimiento dulce, bacteria, inóculo, cámara húmeda, resistencia, susceptibilidad, cepas, aislado.

## Introducción

La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* es un patógeno que causa grandes daños en el cultivo del pimiento (Leite y col., 1995). Cuando ataca a las plantas pequeñas produce una gran defoliación, cuando se produce un estado adulto de las plantas produce manchas en las hojas y lesiones en forma de pústulas en los frutos, dañando la calidad de los mismos (Leite y col., 1995; Neda y Sagi, 1995).

Desde hace años se trabaja en la búsqueda de resistencia genética a este patógeno en el cultivo del pimiento, habiéndose identificado tres genes mayores  $Bs_1$ ,  $Bs_2$  y  $Bs_3$  que controlan por hipersensibilidad la resistencia a las cinco razas de esta bacteria reportadas (Szarka y Csillery, 1995).

- \* Tomás Depestre Manso,
- \* Yaritza Rodríguez Llanes,
- \* María R. Vázquez
- \* Yaquelín Hernández.

\* Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba.

El gen Bs<sub>1</sub> confiere resistencia a las razas dos y cinco; el gen Bs<sub>2</sub> a las razas uno, dos y tres y el gen Bs<sub>3</sub> a las razas uno y cuatro (Kousik y Ritchié, 1995; Neda y Sagi, 1995; Bounario y col, 1995).

El objetivo del presente trabajo es estudiar el comportamiento de 29 líneas de pimiento frente a esta bacteria mediante un nuevo método de inoculación artificial.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova» situado en Quivicán, La Habana bajo condiciones controladas a una temperatura de 22 ± 2°C y un fotoperíodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Se utilizaron dos aislados de la bacteria nombradas cinco y seis procedentes del INIFAT. El medio de cultivo fue el GYCA (Glucose Yeart Chelk Agar) en el cual se mantuvieron durante 72 horas.

La concentración utilizada al preparar el inóculo fue de 10<sup>7</sup> células por mililitros.

La inoculación se realizó con jeringuilla, inyectándose el inóculo por el envés de la hoja hasta que se formara un círculo de 1.5-2 cm de diámetro y se utilizaron las hojas más viejas de la planta. Posteriormente se mantuvieron durante 72 horas en cámara húmeda evaluándose al finalizar este período, considerando las resistentes las plantas que presentaban el círculo inoculado necrosado ó en fase de necrosarse y sensibles las plantas que en las cuales el círculo inoculado había desaparecido.

Las líneas utilizadas fueron las sigui ♀ es: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 22, 24, 26, PF y PM ♂.

Como testigos fueron utilizados: ECW 20R (Bs<sub>2</sub>), ECW 30R (Bs<sub>3</sub>) testigos resistentes.

## Resultados y discusión

Al analizar la evaluación 72 horas posteriores a la inoculación, resultaron resistentes al aislado cinco las siguientes líneas y testigos; 5, 7, 8, 9, 11, 13, 17, 20, 21, 23, 24, y ECW 30R (Bs<sub>3</sub>)

Debido a esto resultados puede afirmarse que el aislado cinco pertenece a las razas cuatro ó cinco ya que el otro testigo ECW 20R (Bs<sub>2</sub>) resultó sensible. Bounario y Col (1995) encontraron en Italia resultados similares a los nuestros.

Frente al aislado seis resultaron resistentes las líneas 8, 9, 11, 13, 17, 20, 21, 24 y PM Ningún testigo resultó resistente.

No es posible determinar a que raza pertenece el aislado número seis.

Cultivar	Reacción	
	Aislado 5	Aislado 6
1	S	S
2	S	S
3	S	S
4	S	S
5	R	S
6	S	S
7	R	S
8	R	R
9	R	R
10	S	S
11	R	R
12	S	S
13	R	R
14	S	S
15	S	S
16	S	S
17	R	R
18	S	S
19	S	S
20	R	R
21	R	R
22	S	S
23	R	S
24	R	R
25	S	S
26	S	S
27	S	S
CW	S	S
Prog. M	S	R
Prog. F	S	S
ECW 20R	S	S
ECW 30R	R	S

## Conclusiones

Se cuenta con un número elevado de líneas con resistencia a la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

Puede afirmarse que el aislado cinco pertenece a las razas cuatro ó cinco.

Con la utilización de esta técnica se acorta el tiempo de experimentación ya que se realiza una sola evaluación a las 72 horas de inoculado; además, se elimina la contaminación

ambiental.

## Recomendación

Es necesario continuar los estudios para determinar las cepas de *Xanthomonas* que existen en Cuba

## Bibliografía

BUONARIO, R.; STROVATO, V.M. AND CAPELLI, C.

1995 Races of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from *Capsicum annuum* and copper and streptomycin sensitivity in Italy. In: IX<sup>th</sup> Meeting on genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. Eucarpia. Budapest (Hungary) august 21-25. 193-196.

KOUSIK, C.S. AND RITCHIE, D.F

1995 Insolation of pepper races 4 and 5 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from diseased peppers in Southeastern U.S. fields. *Plant Disease*. 79(5): 540-544.

LEITE, R.P; JONES, J.B; SOMODI, G.C; MIUSAVAGE, G.V. AND STALL, R.E.

1995 Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* associated with pepper and tomato seed by DNA amplification. *Plant Disease*. 79(9): 35-40.

NÉDA, P. AND SÁGI, ZS.

1995 Testing for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper cotyledons. In: IX<sup>th</sup> Meeting on genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. Eucarpia. Budapest (Hungary) august 21-25. 188-192.

SHAHIN, F. AND MILLER, S.A.

1995 First report of pepper race of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of Bacterial spot of pepper. *Plant Disease*. 79(1): 30-33.

SZARKA, J. AND CSILLERY, G.

1995 defence systems against *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in pepper. IX<sup>th</sup> Meeting on genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. Eucarpia. Budapest (Hungary) august 21-25. 184-186.



## Ensayos

# Prueba de híbridos $F_1$ holandeses de tomate en condiciones de cultivo protegido en Cuba.

### Resumen

La demanda sistemática y creciente de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) que hace tanto el mercado nacional como el turismo, lleva a tratar de producir esta hortaliza durante todo el año. Para ello se ha visto la urgencia de diversificar los sistemas de producción e introducir cultivares que se adapten a los mismos.

En el IIHLD de La Habana, se realizó un experimento en condiciones de casas de cultivo del tipo «israelí», con ambiente aislado, con un grupo de 25 híbridos  $F_1$  foráneos indeterminados, desarrollados para tales condiciones. El trasplante se realizó en cepellones, en Julio de 1999, empleándose un esquema de plantación de 130 + 50 x 42,5 cm (doble hilera a tres bolillos) y un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se determinaron componentes productivos de interés, tales como: rendimiento por planta y estructura del mismo, según la clasificación por categorías de los frutos. Se usó como testigo el híbrido 'FA 180'. Los resultados arrojaron que los mayores rendimientos por planta se obtuvieron con: 'HA 3105' (7.2825 Kg), 'FA 852' (6.1254 Kg), 'HA 3108' (5.7233 Kg), 'HA 3147' (5.7148 Kg), 'FA 870' (5.7033 Kg), 'HA 3146' (5.5615 Kg), 'HA 3103' (5.4994 Kg) y 'FA 1401' (5.910 Kg), superiores al testigo 'FA 180' (5.4350 Kg) en época de verano. En cuanto a efectividad económica, 'HA 3105', 'Pernod', 'FA 852', 'FA 870', 'FA 1401' y 'Amaretto' arrojaron los mejores efectos.

### Abstract

The systematic increase in the demand for tomatoes (*Lycopersicon esculentum*, Mill) from both the national as well as the tourist market, has resulted in trying to produce this vegetable all year round. To do so, it is urgently necessary to diversify production systems and introduce hybrids that adapt to these systems.

In the IIHLD of Havana, an experiment was carried out in Israeli-type sheltered cultivation conditions on a group of 25 foreign  $F_1$ -hybrids (sp+) developed for these conditions. Stumps were transplanted in July 1999, using a plantation scheme of 130x50x42.5cm. (in triangles) and a random block design with four repetitions. Yield components of interest were determined, for example, plant yield and their structure, based on the classification by fruit categories. The FA 180 hybrid was used as a control.

Results showed that best yields per plant were obtained with: HA 3105 (7.2825 Kg), FA 852 (6.1254 Kg), HA 3108 (5.7233 Kg), HA 3147 (5.7148 Kg), FA 870 (5.7033 Kg), HA 3146 (5.5615 Kg), HA 3103 (5.4994 Kg), and FA 1401 (5.910 Kg), higher than the witness FA 180 (5.4350 Kg) in the summer season. As regards economic effectiveness, HA 3105, Pernod, FA 852, FA 870, FA 1401 and Amaretto were most effective.

### Abstrait

La demande systématique et croissante de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) implique une production de ce légume tout au long de l'année, tant d'un point de vue du marché national que du tourisme. Pour cela, on a envisagé l'urgence de diversifier des systèmes de production et d'introduire des cultures qui s'adaptent à la demande. À l'IIHLD de la Havane, on a effectué une expérience dans des conditions de maisons de culture de type «israélien», au sein d'une atmosphère isolée, avec un groupe de 25 hybrides  $F_1$  étrangers, indéterminés, développés pour de telles conditions. Le transplant s'est réalisé en cepellones, en juillet 1999, en employant un schéma de plantation de 130 + 50 x 42,5 cm (double rangée de trois «petits pains»), et un graphisme de blocs au hasard formé de quatre répétitions. On a déterminé des composants dignes d'intérêt, tels que des rendements par plantes et structure du même composant, selon la classification par catégories des fruits. On a utilisé comme témoin l'hybride «FA 180». Les résultats ont mis en évidence que les meilleurs rendements par plante furent obtenus avec: 'HA 3105' (7.2825 Kg), 'FA 852' (6.1254 Kg), 'HA 3108' (5.7233 Kg), 'HA 3147' (5.7148 Kg), 'FA 870' (5.7033 Kg), 'HA 3146' (5.5615 Kg), 'HA 3103' (5.4994 Kg) y 'FA 1401' (5.910 Kg), supérieurs au témoin 'FA 180' (5.4350 Kg) en saison estivale. En ce qui concerne l'effet économique, 'HA 3105', 'Pernod', 'FA 852', 'FA 870', 'FA 1401' et «Amaretto» ont mis en relief les meilleurs effets.

- \* Gisela Rodríguez Rodríguez
- \* Olimpia Gómez Consuegra
- \* Francisco Roger Pupo

Palabras claves: Tomate, *Lycopersicon esculentum*, casas, cultivo protegido, híbridos

## Introducción

La producción de hortalizas constituye una de las ramas más importantes de la agricultura en Cuba, ésta ocupa alrededor del 2% de la superficie agrícola del país, pero se ve limitada por diferentes factores que no favorecen los potenciales productivos de algunos cultivos durante gran parte del año, especialmente el tomate (Gómez y

\* Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliána Dimitrova, La Habana, Cuba.

col, 2000).

De lo anterior se infiere que el cultivo del tomate en Cuba es muy difícil durante una parte del año, pero existe gran interés por este tipo de producción.

Por estas razones ha sido necesario diversificar los sistemas de cultivo. Para ello se han introducido nuevas tecnologías para proteger los cultivos de las fuertes lluvias y de la alta radiación solar propias del verano tropical (Langlais, 2000).

Con la aparición de estas tecnologías se hace necesaria la introducción de variedades e híbridos  $F_1$  adaptados a las nuevas condiciones y que tengan producciones altas, estables y de calidad. (Laterrot, 2000). Por otra parte, los híbridos  $F_1$  se utilizan progresivamente en todos los sistemas de cultivo: en invernaderos (sólo se usan híbridos  $F_1$ ), en cultivo tutorado o no tutorado a pleno campo, para el mercado fresco y para la industria. Dentro de las ventajas de los híbridos  $F_1$  están: la posibilidad de acumular genes dominantes de resistencia a numerosas enfermedades; además de permitir la protección varietal y la rentabilidad del trabajo de selección.

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar un grupo de cultivares de tomate de diferentes procedencias en condiciones protegidas cerradas del tipo "israelí" con vistas a recomendar los que mejor se adapten y que sean de mayor competitividad.

## Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova» en una casa de cultivo cerrada del tipo «israelí», sobre suelo Ferralítico Rojo compactado, la que ocupa un área de 0,5 hectárea. Los cultivares estudiados fueron:

N	Cultivar	Procedencia	Observaciones	N	Cultivar	Procedencia
1.	HA 3103	Hazera Genetics	Resist. TYLCV	14	892	Hazera Genetics
2.	HA 3105	" "	Resist. TYLCV	15	Lg 497	"
3.	HA 3108	" "	Resist. TYLCV	16	Lg 519	"
4.	HA 3112	" "	Resist. TYLCV	17	FA 558	"
5.	HA 3146	" "	Resist. TYLCV	18	FA 572	"
6.	HA 3147	" "	Resist. TYLCV	19	FA 574	"
7.	HA 3153	" "	Resist. TYLCV	20	FA 593	"
8.	HA 3154	" "	Resist. TYLCV	21	FA 852	"
9.	HA 3155	" "	Resist. TYLCV	22	FA 870	"
10	Amaretto	Zeraim Gedera	Resist. TYLCV	23	FA 1401	"
11	Pernod	" "	Resist. TYLCV	24	FA 179	"
12	C 99-760	Hazera Genetics	-	25	FA 180 (Testigo)	"
13	C 99-761	" "	-			

El experimento fue montado en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La siembra se efectuó en el mes de Julio de 1999 y se empleó un esquema de plantación de 130 + 50 x 42,5 cm (doble hilera a tres bolillos). En la protección contra insectos se utilizó el medio biológico *Verticillium lecanii* de forma sistemática y sólo se recurrió al Imidacloprid en situación extrema. Se determinaron parámetros productivos tales como: rendimiento por planta y estructura del mismo. Se efectuaron 40 cosechas con un ciclo de recolección de tres veces por semana en días alternos. Los frutos fueron clasificados en categorías según el tamaño: selecto (diámetro superior 85 mm), primera (diámetro entre 65 y 85 mm), segunda (diámetro entre 45 y 64 mm) y tercera (menores de 44 mm) valorados según la escala de precios vigente en el territorio de La Habana para dichas categorías. Las medias fueron sometidas a comparación según Duncan (1955).

## Resultados y discusión

En la Tabla 1 aparecen los resultados productivos alcanzados por los distintos cultivares ensayados en el presente trabajo. Los mejores rendimientos por planta corresponden a los híbridos: HA 3105 (7.28 Kg); FA 852 (6.12 Kg); Pernod (5.87 Kg); HA 3108 ((5.72 Kg); HA 3147 (5.71 Kg); FA 870 (7.70

Kg); HA 3146 (5.56 Kg) y HA 3103 (5.49 Kg); FA 1401 (5.49 Kg) superiores al testigo FA 180 (5.435 Kg).

En un ensayo de este tipo efectuado en época óptima de siembra para el cultivo, Rodríguez y col, (1999) informan

TABLA 1. RENDIMIENTO Y ESTRUCTURA DE LOS CULTIVARES

Cultivar	Selecto	%	Primera	%	Segunda	Tercera	Total
HA 3105	1,49 bc	20	2,88 a	40	2,51 a	0,39 b	7,28 a
FA 852	1,76 bc	29	2,72 a	44	1,39 bc	0,23 c	6,12 a
Pernod	3,18 a	54	1,78 cd	30	0,81b	0,09 f	5,87 ab
HA 3108	0,99 cd	17	2,68 ab	47	1,80 b	0,23 c	5,72 ab
HA 3147	1,04 bc	18	2,51 ab	44	1,81 b	0,33 bc	5,71 ab
FA 870	2,11 abc	37	2,45 abc	43	1,02 bc	0,11 de	5,70 b
HA 3146	0,64 d	12	2,72 a	49	1,79 bc	0,38 b	5,56 bc
HA 3103	0,24 e	4	2,48 abc	45	2,32 ab	0,44 ab	5,49 c
FA 1401	2,65 a	48	1,95 c	36	0,76 c	0,11 de	5,49 c
FA 180	1,68 bc	30	1,15 f	20	1,42 bc	0,17 d	5,43 cd
FA 558	0,85 cd	16	2,35 abc	43	1,84 b	0,35 b	5,41 cd
Amaretto	2,84 a	52	1,73 cd	32	0,70 c	0,12 de	5,41 cd
HA 3112	0,61 d	12	2,74 a	53	1,51 bc	0,34 b	5,20 d
C 99-761	0,76 cd	15	1,60 d	31	2,28 ab	0,54 a	5,20 d
892	0,78 cd	15	2,39 abc	46	1,57 bc	0,42 ab	5,18 de
HA 3154	0,31 e	6	2,26 bc	44	2,24 ab	0,33 b	5,15 e
FA 179	1,43 bc	30	2,52 ab	49	0,97 c	0,20 c	5,14 e
HA 3153	0,30 e	6	2,23 bc	44	2,34 ab	0,24 c	5,12 ef
HA 3155	0,38 e	7	2,34 abc	46	1,90 b	0,48 ab	5,11 ef
FA 593	1,22 bc	25	2,09 bc	43	1,34 bc	0,23 c	4,90 f
C 99-760	0,59 d	12	1,56 d	33	1,99 b	0,57 a	4,72 f
Lg 497	1,80 abc	38	1,82 c	39	0,97 c	0,10 e	4,71 fg
FA 574	1,90 ab	40	1,81 c	39	0,85 c	0,12 de	4,69 g
FA 572	2,06 ab	44	1,46 e	31	0,98 c	0,14 d	4,66 g
Lg 519	2,04 ab	45	1,64 d	36	0,74 c	0,13 de	4,58 h

igualmente la superioridad de los híbridos HA 3105 y Pernod con relación al mismo testigo, aunque en esta ocasión los rendimientos fueron de 10 Kg/planta. En condiciones de cultivo protegido también, en la oriental provincia de Holguín, Aguilera y col, (2000), destacan el comportamiento productivo de los híbridos HA 3105, HA 3108 y HA 3103.

Sin embargo, como en Cuba el tomate se comercializa por tamaño, es preciso conocer la estructura del rendimiento que exhibe cada cultivar en un ambiente dado. De acuerdo con el rendimiento de frutos de las categorías selecta y primera, se confeccionó la Tabla 2, en ella puede apreciarse que los híbridos: Pernod, Amaretto, FA 1401, FA 870, FA 852, y HA 3105, logran un efecto económico por planta superior al testigo FA 180. Lo cual es preciso tener en cuenta desde el punto de vista de la rentabilidad de la


instalación y las posibilidades que ello ofrece fundamentalmente en la época de verano en que se hace difícil lograr altas producciones con este cultivo.

## Conclusiones y Recomendaciones

- Los nuevos híbridos introducidos: Pernod, Amaretto, FA 1401, FA 870, FA 852, y HA 3105, constituyen alternativas al FA 180 (más frecuentemente sembrado), para la siembra fuera de época óptima en casas cerradas del tipo "israelí".

TABLA 2. VALORACIÓN DE LOS FRUTOS SEGÚN LAS CATEGORÍAS SELECTO Y PRIMERA

<b>Cultivares</b>	<b>Selecto (\$1,70/ Kg) (\$/planta)</b>	<b>Primera (\$1,40/ Kg) (\$/planta)</b>	<b>S+P (\$/planta)</b>	<b>Total (\$/planta)</b>
Pernod	1,8022	0,8309	2,6331	8,6750
Amaretto	1,6110	0,8104	2,4214	7,9571
FA 1401	1,5071	0,9104	2,4175	7,9912
FA 870	1,1978	1,1445	2,3423	7,9977
FA 852	1,0818	1,2711	2,2739	8,1817
HA 3105	0,8443	1,3481	2,1924	9,0151
FA 179 (T)	0,8136	1,1766	1,9902	6,9430
FA 180 (T)	0,9527	1,0049	1,9576	7,2360
Lg 519	1,6115	0,7677	1,9292	6,5242
FA 574	1,0771	0,8466	1,9238	6,5973
Lg 497	1,0228	0,8538	1,8766	6,5584
FA 572	1,1723	0,6837	1,8560	6,5206
HA 3108	0,5662	1,2530	1,8192	7,1861
HA 3147	0,5917	1,1729	1,7646	7,0833
FA 593	0,6937	0,9779	1,6716	6,3351
HA 3146	0,6372	1,2734	1,6406	6,7134
HA 3112	0,3492	1,2798	1,6290	6,3991
FA 558	0,4871	1,0971	1,5842	6,5748
892	0,4437	1,1179	1,5615	6,2978
HA 3155	0,2156	1,0941	1,3097	5,8634
HA 3103	0,1381	1,1603	1,2984	6,1859
HA 3154	0,1790	1,0549	1,2338	5,8745
HA 3153	0,1702	1,0442	1,2144	5,8633
C 99-761	0,4311	0,7500	1,1811	5,8474
C 99-760	0,3346	0,7286	1,0632	5,2445

- Con la introducción en la producción de estos nuevos cultivares se puede mantener una oferta sostenible del producto fresco en el mercado durante todo el año a fin de satisfacer la demanda de cada uno de los diferentes mercados 

## Bibliografía

AGUILERA, R.; MARTÍNEZ, L.; HERNÁNDEZ, M.; N. FERNÁNDEZ; O. GÓMEZ Y R. SHENAR.

2000 Evaluación de híbridos de tomate en casas de cultivo tropical. I Forum Tecnológico Especial de Cultivo Protegido. IIHLD. La Habana. Cuba.

GÓMEZ, OLIMPIA; A. CASANOVA; H. LATERROT Y G. ANAIS.

2000 Mejora genética y manejo de cultivo del tomate para

la producción en el Caribe. Ed. IIHLD, La Habana, Cuba.

LANGLAIS, CH. Y PH. RYCKEWAERT.

2000 Guide de la culture sous abris en zone tropicale humide. CIRAD-FLHOR, Martinique. ISBN-2-87614-417-4. 91p.

LATERROT, H.

2000 Disease resistance in tomato: practical situation. Acta Physiologiae Plantarum 22(3):328-331.

RODRÍGUEZ, G. Y O. GÓMEZ.

1999 Comportamiento de híbridos  $F_1$  de tomate en condiciones de cultivo protegido en Cuba. Informe IIHLD, La Habana, Cuba.



## Una breve reflexión sobre el uso y desarrollo de los fertilizantes de liberación lenta y controlada.

Palabras claves: Eficiencia, lixiviación, medioambientalmente, nutrición, volatilización.

### Introducción

La industria del fertilizante enfrenta un desafío permanente para aumentar la eficacia de sus productos, mejorando los fertilizantes en uso o desarrollando nuevos fertilizantes específicos. (Maene, 1995; Trenkel, 1993).

Aparte de los posibles problemas técnicos, ésta no es una tarea fácil debido al mecanismo de nutrición de la planta. Normalmente, las plantas absorben sus nutrientes a través de sus raíces. Sin embargo, la tierra y las plantas son dos sistemas antagónicos que compiten por la disponibilidad de los nutrientes que son aplicados en la tierra. (Amberger, 1996).

Esta competencia es el problema principal que se produce siempre que se aplique nutrientes en forma de fertilizante mineral a la tierra, para la alimentación de las plantas.

No hay, sin embargo, ninguna definición científica universalmente aceptada de la eficiencia de los nutrientes (NUE).

(FINCK, 1994) ofrece las indicaciones siguientes sobre la captación de nutrientes, relacionando la eficiencia de los nutrientes aplicados en forma de fertilizantes minerales:

- La proporción de nitrógeno utilizado en un fertilizante mineral es aproximadamente 50-70% durante el primer año.
- La proporción de fósforo utilizado en un fertilizante mineral es 10-25% (promedio 15%) durante el primer año.
- La proporción de potasio utilizado en un fertilizante mineral es aproximadamente 50-60% durante el primer año.

Uno de los principales factores que afecta la eficiencia de los fertilizantes son las posibles pérdidas de los mismos, los cuales se producen fundamentalmente en el nitrógeno a través de la inmovilización, desnitrificación, volatilización y lixiviación.

Por consiguiente, ha sido un reto para la industria de los

fertilizantes desarrollar nuevos tipos de fertilizantes especiales que eviten o reduzcan tales pérdidas. (Joly, 1993).

Estos tipos especiales pueden ser enumerados como:

- Fertilizante foliar.
- Fertilizante de liberación lenta, encapsulado o recubierto.
- Fertilizantes inhibidores y estabilizadores de la ureasa (fertilizantes asociados con la nitrificación o inhibición de la ureasa).

De hecho, la proporción de nutrientes a utilizar podría mejorarse considerablemente a través de una aplicación foliar, porque se evita cualquier inmovilización o lixiviación. En la práctica se hace imposible económicamente aplicar todos los nutrientes necesarios en las hojas de la planta. (Amberger, 1996).

Otra posible ruta de mejorar la eficacia de los nutrientes es emplear fertilizantes minerales, particularmente fertilizantes nitrogenados, que liberen los nutrientes necesarios para las plantas, los cuales son llamados fertilizantes inteligentes. Al aplicar un fertilizante de liberación lenta y controlada, la planta puede consumir los nutrientes cuando lo requiera.

(SHOJI y GANDEZA, 1996), consideran que el fertilizante ideal debe poseer al menos tres características fundamentales:

- Que sólo necesite una única aplicación a lo largo de su período de crecimiento, con la proporción de nutrientes requeridos para el desarrollo óptimo de la planta.
- Presentar un porcentaje máximo de producción.
- Tener efectos perjudiciales mínimos en la tierra, agua y medioambiente.

Los fertilizantes de liberación lenta y controlada reúnen estos requisitos de fertilizante ideal.

## Desarrollo

### Definiciones y especificaciones generales.

Desde la antigüedad se conoce que al incorporar al suelo ciertos productos o sustancias se mejoraba el rendimiento de los cultivos. Pero el estudio sistemático sobre el tema comienza hace aproximadamente 200 años, cuando Liebig demuestra el papel que cumplen las sustancias minerales en la nutrición de los vegetales. (<http://www.agrodes.com>, 1999).

Hoy sabemos perfectamente la influencia que tienen la presencia de ciertas sustancias orgánicas e inorgánicas sobre los cultivos. También somos conscientes de la pérdida de nutrientes que se produce por efecto de las cosechas. Para cuantificar estas pérdidas podemos decir con bastante certeza que por cada 100 kg de maíz o trigo producido, se exportan del suelo aproximadamente 15 kg de nutrientes, lo cual nos lleva a pensar que para mantener la productividad es necesario reponer al suelo lo que este entrega en cada cosecha.

La fertilización tiene como objetivo precisamente el reponer al suelo las pérdidas que en él se producen por distintas causas y esto debe realizarse cada vez de forma más eficiente.

En la última década han tomado importancia las llamadas tecnologías de liberación controlada o «controlled release». Esta tecnología puede definirse como la transferencia lenta, moderada o gradual, de un material activo desde un sustrato de reserva a otro medio, con el fin de conseguir sobre el mismo una acción determinada.

Con la aplicación de esta tecnología se busca aumentar la eficiencia de la sustancia aplicada alargando su acción en el tiempo, evitando pérdidas de todo tipo. (lixiviación, volatilización, etc.). (<http://www.agrodes.com>, 1999).

Por otra parte según la Asociación Americana del Control Oficial de Planta y Alimentos (AAPFCO, 1995), los fertilizantes de acción lenta o controlada, son aquellos fertilizantes que disponen de los nutrientes para las plantas de diferentes formas:

A- Retardando la disponibilidad de éstos, al ser captados por las plantas y así ser usados después de su aplicación.

B- Permitiendo que la disponibilidad de estos nutrientes en las plantas sea significativamente alta por un período largo, con respecto a los nutrientes del fertilizante tradicional,

los cuales se encuentran disponibles rápidamente por las plantas tales como: el nitrato de amonio, urea, fosfato de amonio y cloruro de potasio.

No hay una diferencia oficial entre el término liberación lenta y liberación controlada. La (AAPFCO, 1997), usa ambos términos y definiciones. Sin embargo, la descomposición microbológica de productos nitrogenados como UFs (urea-formaldehídos), normalmente se comercializan como fertilizantes de liberación lenta y los productos recubiertos o encapsulados como fertilizantes de liberación controlada.

El Comité Europeo de Normalización ha establecido las siguientes definiciones: (Kloth, 1996).

**Liberación:** La transformación producida en la planta por la entrega de una sustancia química en forma de nutriente disponible para ésta (ejemplo. disolución, hidrólisis, y degradación).

**Liberación lenta:** Es una proporción definida liberada por una sustancia química que se encuentra en forma nutriente disponible para las plantas, en general es la proporción de los nutrientes disponibles liberados a la planta después de una aplicación. (la liberación lenta del nitrógeno responde a la relación por ciento/planta que se libera en una aplicación de urea, amonio o solución del nitrato).

Este retardo o prolongación del tiempo de disponibilidad de los nutrientes puede ocurrir por varios mecanismos: por recubrimiento semipermeable, oclusión, por polímeros insolubles en agua, organismos nitrógenos naturales, materiales proteicos u otras formas químicas así como, por la hidrólisis lenta de compuestos solubles o de poco peso molecular (100-200 unidades estructurales) que actúan por otros mecanismos no conocidos en los cuales influyen la solubilidad del material en agua. (AAPFCO, 1995).

Al realizar un estudio del comportamiento de un fertilizante convencional y otro de liberación lenta, el primero libera en muy poco tiempo los nutrientes facilitando así las pérdidas, dado que la planta carece de tiempo suficiente como para utilizar en gran medida el fertilizante; mientras que el otro pone a disposición de la planta el nutriente en un tiempo mucho más prolongado, lo que evita la posibilidad de pérdidas dándole a la planta mayor tiempo para absorber el nutriente aplicado.<sup>8</sup>

La liberación lenta de un fertilizante puede obtenerse por 3 caminos principales. (<http://www.agrodes.com>, 1999).

- 1) Productos recubiertos.
- 2) Productos de baja solubilidad.
- 3) Productos que controlan la actividad microbiana.

Los productos recubiertos son fertilizantes convencionales a cuyas partículas se les recubre con sustancias insolubles o poco solubles en agua. El objetivo es que mediante una barrera física se atenué el ingreso de agua al gránulo evitando así una rápida disolución del mismo. El agua penetra por grietas u orificios de la cubierta. Los productos utilizados para recubrir los gránulos deben ser inactivos.

Los productos de baja solubilidad consisten en sustancias orgánicas o inorgánicas de baja solubilidad, de forma que se necesiten mayores volúmenes de agua para conseguir igual cantidad de fertilizante disuelto.

Las sustancias orgánicas son las más difundidas y de ellas las más comunes son: urea con aldehídos, formaldehído, isobutil-aldehído, crotonaldehído, etc. que se descomponen lentamente en el suelo liberando de esta forma el nitrógeno en forma amoniacal.

Finalmente la última alternativa para obtener fertilizantes de liberación lenta es incorporar a fertilizantes convencionales sustancias que inhiben procesos microbianos como la nitrificación o desnitrificación.

Las sustancias más utilizadas son la nitraforina, el disulfuro de carbono, la urotropina, etc.

En el caso de la urea se trata de evitar la acción de la ureasa, enzima ésta que produce la hidrólisis de la urea, transformándola en carbonato de amonio.

La velocidad de aporte de nutrientes es la gran diferencia con los fertilizantes tradicionales, favoreciendo así a la planta en la competencia con el suelo por los nutrientes aportados.

Los factores que intervienen en este procesos son mostrados en la Tabla 1. (<http://www.agrodes.com>, 1999).

TABLA.1- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL APOORTE DE NUTRIENTES POR

LOS FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN LENTA.	
	FACTORES
	Tipo de recubrimiento.
Actividad microbiana	Tipo de microorganismos
	Forma y tamaño del gránulo
Calidad del recubrimiento	% de recubrimiento
	Naturaleza del recubrimiento
	Presencia de grietas o agujeros
	Situación del fertilizante
Método de aplicación	Relación fertilizante/suelo
	Temperatura
	Humedad
Medio de incubación	Tiempo de incubación
	pH del medio
	Contenido de materia orgánica
	Capacidad de intercambio catiónico.

Calidad del recubrimiento: El recubrimiento es más eficaz cuanto más duro, homogéneo y resistente sea. Todos los métodos de fabricación apuntan a estas características, sin embargo, las tecnologías más modernas apuntan a recubrimientos más delgados y más eficaces, haciendo de esta manera, más eficiente la aplicación.

Dentro de los medios de incubación los más importantes son el pH y la temperatura.

Temperatura: Es bien conocida la acción de la temperatura sobre la disolución de sustancias. Resumidas estas acciones podemos indicar.

- a) El incremento de solubilidad de la sustancia fertilizante en agua.
- b) Aumento en la velocidad de difusión del fertilizante en la solución del suelo.
- c) Aumento en la velocidad de degradación del recubrimiento.

pH: Este factor ejerce su influencia sobre el recubrimiento o sobre el lavado y absorción de los iones.

Método de aplicación: Este aspecto es aún discutido, existen razones a favor y en contra respecto a la conveniencia de colocar el producto cerca de la superficie o más profundamente. Las pérdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) son más importantes si la aplicación

es superficial, por otro lado la puesta a disposición del nitrógeno a la planta por degradación de la cubierta es más rápida cuando los gránulos están mezclados con el suelo. Estos fenómenos están influenciados además por el grado de humedad.

Actividad microbiana: El accionar de los microorganismos influye fundamentalmente en la disolución del fertilizante, por la acción que tienen éstos sobre la cubierta. Existen algunos recubrimientos, como los plásticos, que no sufren el ataque de los microorganismos, pero otros sí lo sufren y es el caso de los recubrimientos a base de azufre. En los casos donde la acción de los microorganismos es muy intensa se incorporan a los recubrimientos sustancias microbidas que atenúan este ataque retardando de esta manera la degradación de la cubierta.

## Ventajas y desventajas de los fertilizantes de liberación lenta y controlada

### Ventajas

Las más significativas de los fertilizantes de liberación lenta y controlada son:

- Reducción de la toxicidad (particularmente en los semilleros) que es causada por las altas concentraciones iónicas producidas por la disolución rápida de los fertilizantes convencionales solubles (en algunos casos también del amoníaco, por ejemplo, después de la aplicación de urea) por lo que de esta forma se contribuye a una mejor seguridad agronómica. (Aglukon, 1993, Grace, 1994)

Debido a la reducción de la toxicidad y al volumen de sal de los sustratos se puede realizar una mayor aplicación del fertilizante (reduciéndose la frecuencia de aplicación) en comparación como los fertilizantes convencionales solubles.

- Una significación económica elevada, pues disminuyen las labores en el campo y permite la utilización de fertilizantes más conveniente. Representando esto la mayor ventaja para el consumo de los fertilizantes de liberación lenta y controlada, contribuyendo a un avanzado programa de sistema de cultivo con una sola aplicación del fertilizante. Permite además ser utilizado en cultivos protegidos al suministrar la cantidad de nutrientes ne-

cesarios con una sola aplicación del fertilizante.

- Reducción de las posibles pérdidas de nutrientes, particularmente las pérdidas de nitrógeno que se producen entre aplicaciones y permite captar los nutrientes por la planta de manera gradual.
- La disminución substancial del riesgo a la contaminación medioambiental, permite reducir las pérdidas por evaporación del amonio (Wang, 1996), contribuyendo así a reducir las emisiones de gases ( $N_2O$ ) a la atmósfera. (Shoji, 1994)

### Desventajas

- La falta de disponibilidad de métodos estabilizados que permitan disponer de un modelo confiable de liberación de nutrientes. (Hall, 1996).
- La aplicación de fertilizantes de liberación lenta y controlada puede aumentar la acidez de la tierra. Ejemplo, al cubrir la urea con grandes cantidades de azufre contribuye al aumento de la acidez.
- La posibilidad de que los fertilizantes encapsulados o recubiertos puedan dejar residuos de material sintético en los campos, los cuales se descomponen muy lentamente o no llegan a descomponerse en la tierra produciendo esto una acumulación indeseable de residuos de plástico (50 kg por ha en un año). (Kluge, 1996)
- No permite realizar correcciones cuando es aplicado ya que los mismo generalmente se aplican una sola vez.
- El costo de fabricación de los fertilizantes encapsulados de liberación controlada todavía son considerablemente altos al ser comparados con la producción de los fertilizantes minerales convencionales. (Goertz, 1993). El costo de producción más alto se debe a:
  - El proceso de producción es más complicado al intentar obtener una capa perfecta para su encapsulado o recubrimiento.
    - Se requiere de un mercado especializado en los servicios con gastos de ventas superior en comparación con los fertilizantes convencionales.

## Principales líneas de investigación de los fertilizantes de liberación lenta y controlada. (Martín, 1997).

En Australia, Canadá, PR China, Alemania, Francia, India, Israel, Italia, Japón, los Países Bajos de Rusia, el Reino Unido y los Estados Unidos se dedican numerosas instituciones, universidades y compañías industriales a investigar sobre

los fertilizantes de liberación lenta y controlada. Algunas investigaciones también se han llevado en la República Checa, Dinamarca, Egipto, Ghana, la República de Corea, Filipina, Polonia, Malasia, África del Sur, España y Tailandia.

Las principales líneas de investigación están encaminadas a:

- La valoración de los beneficios medioambientales que reportan el uso de los FLC y FLL, incluyendo los aportes económicos que éstos producen tales como la reducción de las pérdidas de los nutrientes y la toxicidad, así como la productividad sostenida de los mismos.
- El estudio de los modelos de mecanismos de liberación.
- La descomposición y la degradación (biológico, físico, químico) de los materiales poliméricos que se usan como recubrimiento, bajo ciertas condiciones específicas y climatológicas.
- El efecto de la liberación controlada del nitrógeno, la lixiviación del mismo y las emisiones del  $N_2O$  y  $NO_x$  a la atmósfera.
- Se trabaja intensivamente en el desarrollo de los nuevos fertilizantes de liberación controlada de bajo-coste.

En los Estados Unidos, además de trabajar en las principales líneas de investigaciones anteriormente expuestas, muchas instituciones y universidades trabajan en el estudio de las aplicaciones ecológicas de estos fertilizantes. A continuación se muestran ejemplos de universidades que se destacan en estos estudios. (Fujita, 1992)

- Universidad de California.
- Universidad de la Florida.
- Universidad de Illinois
- Universidad de Georgia.
- Universidad del Estado de Mississippi.

En Europa Occidental se trabaja en investigación práctica en horticultura, en los modelos de degradación de los polímeros usados como material recubridor. (Hahndel, 1997).

En Japón, se está trabajando en el recubrimiento de fertilizantes con poliolefinas. (Fujita, 1996).

Algunas de las instituciones y universidades más importante que se destacan en estos trabajos:

- Sta. Agr. Exp. Ohgata Branch, Akita Prefectural.
- Sta. Agr. Exp. Okayama Agr.
- Universidad de Yamagata. Facultad de Agr.
- Universidad de Tohoku. Facultad de Agr. Kawatabi Farm.
- Facultad de Agr. Universidad de Tohoku.

Instituciones que trabajan estos temas relacionados con

los vegetales:

Instituto de Fertilizantes. Chisso S.A.

- Sta. Agr. Exp. Kumamoto.
- Sta. Agr. Exp. Aichi Sogo.

Los problemas medioambientales son trabajados por:

- Instituto Nacional de Ciencias Agronómicas Medioambientales.
- Sta. Agr. Exp. Fukushima
- Sta. Agr. Exp. Gifu Agr.
- Universidad Agr. Akita Prefectural.

En Israel, se llevan a cabo programas intensivos de investigación en la Facultad de Química Agrícola de Haifa S.A, así como por su Instituto Tecnológico. (Gordonov, 1995).

## Principales compañías que comercializan los fertilizantes de liberación lenta y controlada.

En los Estados Unidos y Canadá los principales productores y proveedores de fertilizantes de liberación lenta y controlada entre otros son:

- Pursell Tecnologías Inc (POLYON, y TriKOTE).
- Compañía de Scotts (Osmocote, Pro Turf).
- Vigoro Industries/IMC Global.
- LESCO, Corporation.

Según el Sistema de Registro Internacional (SRI) (Landels, 1994), estas compañías proporcionaron 92 % de los productos consumidos en el mercado de los EE.UU, el otro 8% son importaciones de urea y azufre recubierta de Canadá (Terra International), y fertilizantes recubiertos con materiales poliméricos de Japón y Israel.

Los principales productores y proveedores en Europa Occidental y Israel así como sus productos líderes son:

- AGLUKON Spezialdunger GmbH, Germany. PLANTACOTE.
- BASF Aktiengesellschaft, Germany . ISODUR, NITROPHOS.
- Scotts Europe B.V, The Netherlands . PROTURF.
- EniChem SpA, Agricultural Div. Italy.

En Israel el líder en esta producción es:

- Haifa Chemical Ltd. MULTICOTE

Según el boletín Report Controlled Release Fertilizers (<http://www.abstractofceh.com>, 2003), del 2003 plantea que: El consumo de fertilizante de liberación lenta y controlada en el año 2000 en los E.U.A , Europa Occidental y Japón fue

mayor de 615 mil toneladas métricas. El mayor consumo en los E.U.A y Europa Occidental está en el sector no agrícola, mientras que en Japón su mayor consumo está en horticultura ornamental considerando éste un mercado agrícola. Se espera que durante los años 2000-2005 se crezca en 3.6% en los EUA, el Europa Occidental en 5.4 % mientras que en Japón no se mostrará un aumento significativo.

El aumento del consumo de estos fertilizantes desde 1989 en los EUA fue de 4 % anual, lo que está dado por la preocupación del medio ambiente, y la prevención de la contaminación de los nitratos a la tierra y al agua, siendo éste el motivo principal de muchas compañías en desarrollar nuevos productos a pesar de sus altos costos de producción en comparación con los fertilizantes tradicionales.

### Principal campo de aplicación de los fertilizantes de liberación lenta y controlada.

Al comparar los índices de los precios de los fertilizantes de liberación lenta y controlada con los fertilizantes minerales convencionales se explican claramente el porqué del uso muy limitado de estos fertilizantes específicos, sobre todo en cosechas agrícolas de poco valor. Sin embargo los precios de estos productos se han establecido favorablemente con la alta especialización de los mercados. (Kafkafi, 1928)

En los Estados Unidos estos fertilizantes son usados fundamentalmente en las cosechas agrícolas tales como:

Fresas.

El cítrico y otras frutas.

Vegetales.

No hay ninguna duda que es rentable aplicar un fertilizante encapsulado de liberación lenta en las cosechas de alto valor. En relación con una alta inversión anual en la que se dispone de 30000 a 60000 plantas de fresa donde el gasto de fertilizante por metros cuadrados es bajo. Esta aplicación es extremadamente cara (al compararla con un fertilizante convencional) ya que los productos usados son de liberación controlada recubierto con polímeros.

Además esta es la vía más práctica y responsable para el uso de estos fertilizantes, estos se aplican entonces en un periodo de 8 a 9 meses antes de sembrar la planta.

En California los cultivadores de lechuga, pueden hacer una inversión anual en esta cosecha de 500.00 a 8500.00 US por hectárea y para minimizar los riesgos de la pérdida del rendimiento, puede escogerse la fertilización por goteo

sobre el fertilizante de liberación controlada disponible. (Hauck, 1996)

Aproximadamente el 70 % en California usan el método del fertilizante de liberación controlado, en el crecimiento de las fresas.

El objetivo es disminuir la cantidad de fertilizante a utilizar y en especial el nitrógeno utilizado con un aumento de la productividad.

Se conoce que las fresas se siembran en agosto y que el por ciento de nitrógeno consumido es de 80-90 kg por hectárea.

Se comprobó que con un fertilizante convencional se necesita 1200 kg/ha por cosecha con 200 kg de nitrógeno. La eficiencia del nitrógeno es de 25 %. Con un fertilizante de liberación controlada (AGROBLEN 17-9-8-3 MgO) se necesita 450 kg/ha de fertilizante con 76 kg de nitrógeno y una eficiencia de nitrógeno de 66%.

Otro ejemplo fue demostrado por (SALMAN y col, en 1990), en cultivo de tomates con los cuales se obtuvieron altos rendimientos, utilizándose un fertilizante de urea recubierto con polímero (6 % de recubrimiento). La productividad fue de 67 % y 45 % mayor que con un fertilizante de urea sin recubrir y uno de urea recubierto con azufre.

En cosechas permanentes, particularmente cuando crecen en suelos lixiviables, la aplicación de fertilizante nitrogenado por estación y el uso de fertilizantes de liberación lenta reduce significativamente el costo de las labores, disminuyendo el número de aplicaciones, así como también la cantidad de nutrientes aplicados que pueden compensar el costo tan alto de fertilizante recubierto con polímero.

Estos experimentos muestran que el uso de fertilizantes de liberación controlada, y la cantidad de nutrientes aplicados puede ser significativamente reducida al compararla con la práctica común. El ahorro de trabajo, así como el costo de la energía empleada y la mayor eficiencia del nitrógeno usado a partir del fertilizante de liberación lenta podrá minimizar las posibles pérdidas por lixiviación del nitrato. (Shojita, 1994).

Existen algunos casos donde se puede aplicar una alta cantidad de nutrientes en los fertilizantes de liberación controlada, los cuales son entregados por estos fertilizantes a la planta por un periodo de tiempo prolongado reforzando el crecimiento y por consiguiente una alta demanda de nutrientes a la misma.

El aspecto medioambiental ha sido bien estudiado por (SHAVIV y MIKKELSEN, 1993) al realizar una comparación entre una serie de polímeros que recubren a la urea, (SHA-

VIV, 1995) encontró el incremento eficiente del nitrógeno y por tanto la disminución de daños al medioambiente por el uso de estos fertilizantes de liberación controlada de nitrógeno.

En los Estados Unidos de un total de 356,000 toneladas de fertilizantes de liberación lenta y controlada se consume solamente alrededor de 25,000 toneladas fundamentalmente como urea recubierta con azufre (SCU) y fertilizantes recubiertos con polímeros los que se usan en la agricultura, sin embargo la inmensa mayoría (92 %) son aplicados en el sector no agrícola así como:

- Viveros e invernáculos.
- Campos de golf.
- Casas y jardines.
- Jardines de recreación y en otro cuidado de césped profesional, etc.

En Europa Occidental con excepción de algunos vegetales protegidos se estima que 87,000 toneladas de fertilizantes de liberación controlada fueron consumidas en el período de 1995-96, fundamentalmente en viveros y en invernáculos (horticultura profesional), plantas puestas en contenedores, en césped, en parque públicos, en casa y jardines y en sectores donde se permiten el lujo de tales especialidades favorablemente apreciadas.

Sólo en Japón con una única estructura agrícola y política de protección, utiliza una gran cantidad de los fertilizantes de liberación lenta y controlada (urea-formaldehído, crotoniliden diurea utilizando como base cualquier recubrimiento polimérico) los cuales son aplicados en el arroz, en los vegetales y en la horticultura profesional la cual en este país se incluyen en la agricultura.

Fertilizantes de liberación lenta y controlada en cosechas tropicales (Arroz).

La posibilidad de usar fertilizantes de liberación controlada en la agricultura de los países tropicales es mucho mayor que en la agricultura de los países de las regiones templadas. Estas aplicaciones son especialmente para las regiones con suelos calientes y de lluvias fuertes e irrigaciones. Bajo estas condiciones la pérdida de nitrógeno procedente de los fertilizantes convencionales es alta.

Los fertilizantes de liberación lenta y controlada son significativamente menos sensibles a las influencias del aire y fluctuaciones en la temperatura, además de que su almacenaje es mejor, y menos susceptible a la lixiviación y la desnitrificación. Es por estas razones que los fertilizantes de liberación controlada y lenta recubiertos o encapsulados han sido probados en arroz, viveros de arroz, sojas, caña de

azúcar, pastos y así como también en cosechas de árboles de caucho y aceite de Senegal.

En el arroz el régimen de fertilizar el suelo es completamente diferente que en otras cosechas, particularmente a lo concerniente a la aplicación de un fertilizante nitrogenado. (Allen, 1984; Boudin, 1986; García, 1982). Cuando los fertilizantes que contienen el nitrógeno en forma de nitrato son aplicados y si el nitrógeno amoniacal nitrifica antes de la inundación del suelo las pérdidas por la desnitrificación pueden ser muy grandes.

Por esta razón el nitrógeno amoniacal o amídico utilizado en los fertilizantes de los arrozales son los preferidos, ya que este tipo de fertilizante disminuye las pérdidas, siendo éstas significativamente mayores cuando se alternan la falta de agua de irrigación y se cultiva en condiciones de lluvia.

Japón es el único país en el que las cantidades sustanciales de urea recubierta con polímero así como fertilizantes de NPK recubierto, se aplican en gran escala en el cultivo del arroz.

KANETA y Col, 1995a, 1995b) compararon urea recubierta con un fertilizante compuesto convencional en una sola aplicación en el arroz. En este experimento la absorción de N de urea cubierta era mayor que el del fertilizante convencional (se recupera un 79 % de N de la urea cubierta en la maduración).

Sin embargo, más allá de una comprobación extensa en el campo de la práctica, la relación valor-costo es necesario que se tenga en cuenta seguida de los beneficios calculados.

## Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo se pueden dividir en dos aspectos fundamentales:

- 1- Teniendo en cuenta el costo de estos productos.  
La diferencia en costo se identifica como la razón principal que restringe su uso a las cosechas de altos valores, sistemas del cultivo específicos y sectores no-agrícolas (horticultura profesional, las guarderías, invernáculo, campos de golf, consumidores de la casa, céspedes, jardines recreativos y parques del público).
- 2- Teniendo en cuenta su impacto medioambiental  
Además de los aspectos agronómicos de los mismo, los aspectos medioambientales de su uso merecen atención especial ya que éstos pueden contribuir significativamente a la protección del ambiente al reducir la lixiviación del nitrato, volatilización de amoníaco y las emisiones de óxido nitroso

a la atmósfera.

La legislación medioambiental debe poner restricciones en las aplicaciones del nitrógeno en el campo, que puedan contaminar, arroyos, lagos, y ríos obligando a los agricultores al uso de estos fertilizantes, pues reducen las emisiones de gases de  $N_2O$  y  $N_xO$  a la atmósfera, ya que como es conocido el nitrógeno fijado en forma de amoníaco y nitratos es absorbido directamente por las plantas e incorporado a sus tejidos en forma de proteínas vegetales. Después, el nitrógeno recorre la cadena alimentaria desde las plantas a los herbívoros, y de éstos a los carnívoros. Cuando las plantas y los animales mueren, los compuestos nitrogenados se descomponen produciendo amoníaco, un proceso llamado amonificación. Parte de este amoníaco es recuperado por las plantas; el resto se disuelve en el agua o permanece en el suelo, donde los microorganismos lo convierten en nitratos o nitritos en un proceso llamado nitrificación. Los nitratos pueden almacenarse en el humus en descomposición o desaparecer del suelo por lixiviación, siendo arrastrado a los arroyos y los lagos.

La lixiviación del nitrógeno de las tierras de cultivo demasiado fertilizadas, la tala indiscriminada de bosques, los residuos animales y las aguas residuales han añadido demasiado nitrógeno a los ecosistemas acuáticos, produciendo un descenso en la calidad del agua y estimulando un crecimiento excesivo de las algas.

La lixiviación es responsable de un problema medioambiental muy grave, ya que produce la contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas o superficiales cuando el agua de lluvia arrastra sustancias contaminantes presentes. Se suelen acumular carbonatos, nitratos y sulfatos de hierro, calcio o aluminio.

Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables de estos graves problemas. El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor, y un cúmulo de algas o verdín desagradable a la vista, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras.

La agricultura, la ganadería comercial y las granjas avícolas, son la fuente de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivo como compuestos de fósforo

y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escorrentías.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado se puede plantear que hoy en día el mundo experimenta un progresivo descenso en la calidad y disponibilidad del agua. Casi el 75% de la población rural del mundo y el 20% de su población urbana carece de acceso directo a agua no contaminada, ya que en muchas regiones, las reservas de agua están contaminadas con productos químicos tóxicos y nitratos. Por tanto las enfermedades transmitidas por el agua afectan a un tercio de la humanidad y matan a 10 millones de personas al año, por lo que este aspecto se considera de suma importancia para la salud mundial.

## Bibliografía

AGLUKON NUTRALENE.

1993 Nitroform, AZOLON-Biologically. Controlled Nitrogen Release. Auglokon Spezialdünger GmbH, Düsseldorf, Germany.

ALLEN, S. E.

1984 Slow-Release Nitrogen Fertilizers. Nitrogen in Crop Production. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI 53711, USA.

AMBERGER, A.

1996 Pflanzenernährung (Plant Nutrition). 4<sup>th</sup> Edition. German. Uni-Taschenbücher 846, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.

1995 Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO), No. 48., Inc; West Lafayette, Indiana, USA.

1997 Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO), No 50 Inc; West Lafayette, Indiana, USA.

BOULDIN, D. R.

1986 The Chemistry and Biology of flooded soils in relation to the nitrogen economy in rice fields. Fertilizer Research 9.

FINCK, A.

1992 Fertilizers and their efficient use. IFA World Fertilizers Use Manual. International Industry Association, Paris France.

FUJITA, T; YAMASHITA, Y; YOSHIDA, S; YAMAHIRA, K.

1992 Granular fertilizer with a decomposable coating and process for producing the same. Canadian Patent, No. CA 1,295,849, pp.57. Feb. 18, Japan.

- FUJITA, T.  
1996 Reply to the request on controlled-release fertilizers. Personal communication.
- GARCIA, J. L.; DOMMERGUES, Y. R.  
1982 Denitrification in rice soils. Review. Microbiology of tropical soils and plant productivity, pp. 187-208.
- GOERTZ, H. M.  
1993 Technology Developments in Coated Fertilizers Proceedings: Dahlia Greidinger Memorial International Workshop on Controlled/Slow Release Fertilizer, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, 7-12 March.
- Gordonov, B. Haifa  
1995 Chemicals Ltd. Reply to the request on controlled-release fertilizers. Personal communication.
- GRACE SIERRA.  
1994 Less nutrients and more growing power with Osmocote Plus. Grace Sierra. International BV, De Meern, The Netherlands.
- Hähndel, R. BASF.  
1997 Reply to the request on controlled-release fertilizers. Personal communication.
- Hall, W. L. Vigoro Industries: Reply to the request on controlled-release fertilizers. 1996.
- Hauck, R. D. Controlled Availability Fertilizers: Technical and Public Perspective. Proceedings: Dahlia Greidinger Memorial International Workshop on Controlled/Slow Release Fertilizer, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, 7-12 March 1993.
- INTERNET.http.www.abstract of CEH.2003.  
INTERNET.http.www.agrodes.1999.
- JOLY, C.  
1993 Mineral Fertilizer: plant nutrient content, formulation and efficiency. In FAO Fertilizer and Plant Nutrition bulletin 12, Integrated plant nutrition systems. Edited by Dudal, R. and Roy, R. N. FAO Land and Water Development Division, Rome.
- KAFKAFI, U.  
1996 A Worthwhile Premiun. ASIAFAB Summer.
- KANETA, Y.  
1995 Single application of controlled availability fertilizer to nursery boxes in non-tillage rice culture. JARQ 29, pp 111-116.
- KANETA, Y; AWASAKI, H.  
1995 The non-tillage rice culture by single application of fertilizer in a nursery boxes with controlled release fertilizer. Japanese. Nippon Dojo Hiriyogaku Zsshi , 65,4, pp 385-91.
- KLOTH, B.  
1996 Aglukon Spezialdünger GmbH: Reply to the request on controlled-release fertilizer.
- KLUGE, G; EMBERT, G.  
1996 The Fertilizer Law with Technical Explanations 1996. Bonn, Germany.
- LANDELS, S. P.  
1994 Controlled Release Fertilizer, Supply and Demand Trends in U.S. Nonfarm Markets. SRI International. Menlo Park, CA, USA.
- MAENE, L. M.  
1995 Changing Perception of Fertilizer Worldwide. Fertilizer Industry Round Table.
- MARTÍN E.  
1997 Trenkel. Controlled Release and stabilized Fertilizers in agriculture. IFA.
- SALMAN, O. A.  
1990 Polymer Coated Urea: physical and field test. Proceedings of the XI International Congress on the Use of Plastic in Agriculture.
- SHAVIV, A.  
1995 Plant response and environmental aspects as affected by rate and pattern of nitrogen release from controlled release N fertilizers. Plant and Soil, 1-7.
- SHOJI, S; GANDEZA, A. T.  
1992 Controlled Release Fertilizer with Polyolefin Resin Coating. Kanno Printing Co. Ltd. Sendai, Japan.
- SHOJI, S; KANNO, H.  
1994 Use of polyolefin-coated fertilizer for increasing fertilizer efficiency and reducing nitrate leaching and nitrous oxide emissions. Review. Fertilizer Research 39,147-152, The Netherlands.
- SHOJI, S; KANNO, H.  
1994 Use of polyolefin-coated fertilizer for increasing fertilizer efficiency and reducing nitrate leaching and nitrous oxide emissions. Review. Fertilizer Research 39,147-152, The Netherlands.
- SHOJI, S; KANNO, H.  
1993 Innovation of New Agrothechnical Using Controlled Release Fertilizers for Minimizing the Environmental Deterioration. Proceedings, Dahlia Greidinger Memorial International Workshop on Controlled/Slow Release Fertilizer, Technion-larael Institute of Technology, Haifa, 7-12 March.
- TRENKEL, M. E.

New Challenges for the World Fertilizers Industry with Regard to Agriculture. IFA Agro-Economic committee, Monte Carlo.1993.

WANG, F.

1996 Modelling Nitrogen Transport and Transformations in Soil Subject to Environmentally Friendly Fertilization Practices. Research thesis. Israel Institute of Technology, Haifa, Israel.

Dr. J. Rieumont\*\* ,  
M. Gonzalez Hurtado\*,  
C. Rodríguez Acosta\*.

\* Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas. La Habana, Cuba.

\*\* Fac. Química, Dpto. Química-Física, Univ. de La Habana, Cuba.

# La Importancia del Consumidor en el Contexto B2C.

## Resumen

El comercio electrónico y en particular su categoría B2C están ganando cada vez más terreno alrededor del mundo. En México se está avanzando a paso lento, sin embargo las estadísticas muestran un aumento de usuarios de Internet, lo que lleva a indicar que existen usuarios potenciales que pueden adquirir productos y/o servicios en su modalidad virtual.

Por otro lado, es importante para las empresas conocer los intereses de los consumidores con el objeto de dirigir sus estrategias comerciales hacia la completa satisfacción de éstos, y con ello hacerles la vida más cómoda dándoles la oportunidad de ocupar su tiempo en sus actividades laborales y de recreación, quitándoles así la carga de acudir a las tiendas físicas para buscar productos y precios acordes a su necesidades con todos los riesgos implicados en ello, como por ejemplo, el de no encontrarlos.

Este artículo es resultado de un estudio realizado a cuarenta personas; en donde la mayoría de ellas han realizado al menos una compra en línea. El objetivo fue conocer los beneficios y problemática en su experiencia en el uso de sitios de comercio electrónico y, con base en estos datos, determinar la importancia del consumidor en el contexto B2C.

Palabras clave: Comercio Electrónico, B2C.

## Introducción

El comercio electrónico y la Internet han venido a cambiar la forma de hacer negocios o de realizar compras, según sea el punto de vista. Se está pasando gradualmente de la forma tradicional de hacer compras en los mercados o centros comerciales, a las compras en tiendas virtuales desde la comodidad del lugar en donde se tenga una conexión a Internet. Apoyando a este fenómeno resaltan los bajos costos del hardware y la facilidad para registrarse como usuario con algún proveedor de servicios de Internet. Así, casi cualquier persona tiene la posibilidad de adquirir un equipo de cómputo y una cuenta en algún servidor.

Las empresas que hacen negocio de la forma tradicional, se están apoyando del comercio electrónico para ampliar su mercado y/o aumentar sus ingresos, enfrentando a la competencia, quién a su vez está haciendo lo mismo. En

algunos años, estos negocios estarán satisfaciendo las necesidades reclamadas por sus aferrados y fieles compradores, o simplemente estarán enterrados en los malos recuerdos de los consumidores. Por ello, dependiendo de las estrategias implementadas por los negocios se podrá, no sólo tener consumidores eventuales, sino mantenerlos comprando y sobre todo, mantenerlos satisfechos.

La información del presente artículo condensa un conjunto de conocimientos adquiridos durante la revisión de diversos artículos y de la opinión de cuarenta personas encuestadas, mismas que en su mayoría han realizado por lo menos una compra o han adquirido un producto o servicio a través de un sitio de comercio electrónico. El tema es abordado comentando aspectos del comercio electrónico en su categoría B2C, continuando con estadísticas que reflejan el papel de México en este ámbito, posteriormente se comentan las demandas del consumidor y la atención que se está dando a ellas, concluyendo con algunos aspectos que consideramos importantes para beneficio de los consumidores.

## El comercio electrónico y el comercio B2C.

El comercio electrónico o también conocido como e-commerce es la forma de hacer una transacción comercial utilizando medios electrónicos entre quién vende u ofrece y quién compra o adquiere, sin importar horario ni distancia. Lo importante aquí es que el consumidor logre tener el producto o servicio solicitado en el tiempo acordado. Esta definición refleja nuestra postura en este artículo, pero existen otras definiciones relacionadas en [1], [2], [3], [4], [5], [6] y [7].

Dentro de esta forma de transacción comercial, se identifica una categoría denominada B2C (Business to Consumer), donde se ubican las transacciones comerciales entre empresas y consumidores. La empresa puede ser cualquier negocio que ofrezca productos y servicios, desde una transaccional hasta pequeñas y medianas empresas. Mientras que los consumidores son las personas que compran en dichos negocios o que tienen acceso a sus servicios en línea. Dentro del comercio electrónico existen otras categorías tales como B2B (Business to Business), B2A (Business to Administration),

entre otras, pero que quedan fuera del ámbito de este documento.

### El comercio electrónico en México

Un estudio realizado por la Universidad la Salle y la Asociación Mexicana de Estándares de Comercio Electrónico (AMECE) [8] reporta que en México "el 54.2% de las empresas, ya participan en el comercio electrónico, mientras que el 33.9% tiene interés en hacerlo y sólo el 11.9% manifestó que actualmente no hace comercio electrónico".

Según datos publicados por el INEGI [9], de 5 058 000 usuarios de Internet en el 2000, la cifra creció a 10 765 000 en el 2002. Así mismo de 56 769 dominios .com.mx registrados en el 2000, la cifra se incrementó a 70 443 en el 2003.

En América Latina hasta el 2002, el comercio electrónico está principalmente concentrado en cuatro mercados relativamente desarrollados en Internet (Argentina, Brasil, Chile y México), como un reporte de las Naciones Unidas [10].

Estas estadísticas expresan el paso gradual que se está dando en México en materia de comercio electrónico, así también el incremento de usuarios potenciales que podrían comprar o adquirir productos y servicios de manera electrónica.

Sin embargo, no únicamente se trata de la existencia de usuarios potenciales, sino que implica una serie de consideraciones legales, geográficas, costumbres y tradiciones, tecnología y de seguridad, entre otras, que las empresas deben tomar en cuenta para ofrecer productos y/o servicios en línea. Más adelante se comentan algunas de ellas, con base en el estudio realizado.

### Lo que demandan los consumidores.

El estudio realizado consistió en elaborar una encuesta de ocho preguntas abiertas a cuarenta personas de diferentes regiones geográficas de México quienes han realizado por lo menos una compra en línea. El objetivo era el de conocer los beneficios y la problemática que los encuestados han tenido en su experiencia de búsqueda o adquisición de productos en los sitios de comercio electrónico que han visitado y, a partir de los resultados, determinar la importancia que el consumidor tiene en el contexto B2C.

Los encuestados, manifestaron haber obtenido el benefi-

cio de no tener que acudir a una tienda física, cuando desde la comodidad de su hogar o lugar de trabajo pueden realizar sus compras, evitando riesgos implicados, como por ejemplo soportar grandes filas y en ocasiones la mala atención de los dependientes.

Otro de los grandes beneficios para los consumidores, es conseguir productos no disponibles en sus localidades.

Los resultados de nuestro estudio muestran que los sitios de comercio electrónico deben cubrir, entre otros, los aspectos que se listan a continuación:

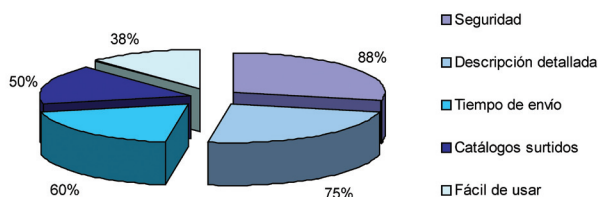
- Datos particulares de la empresa, que permitan a los consumidores contactarla en caso de algún problema o comentario.
- Políticas de funcionamiento. Todas las especificaciones necesarias que eviten conflictos entre consumidor y vendedor por incumplimiento de obligaciones.
- Seguridad. Qué la información proporcionada, en especial datos de tarjeta de crédito viajen siempre de manera encriptada.
- Confidencialidad. Qué toda información proporcionada por el consumidor sea tratada de manera confidencial y para los fines acordados entre comprador y vendedor.
- Atención a los comentarios y quejas que el usuario realice vía e-mail o telefónica.
- Diferentes formas de pago. Algunos prefieren depósito bancario porque desconfían del pago con tarjeta, otros al contrario, prefieren el pago con tarjeta para evitar largas filas en el banco u horarios rigurosos para realizar un depósito.
- Una gran cantidad y variedad de artículos, que sean fáciles de encontrar en los catálogos.
- Precios accesibles, más bajos que los de la localidad.
- Ofertas y descuentos.
- Información detallada de los productos.
- Comentarios de parte de otros usuarios, quienes han adquirido productos similares.
- Cumplimiento de entrega del producto en tiempo y con la calidad acordada.
- Mantener informado al cliente vía e-mail, sobre el estado del producto a partir de la fecha en que el consumidor lo paga hasta que lo tiene en sus manos.
- Mejorar los tiempos de envío, que por lo regular van de los 3 a los 15 días dependiendo de la zona geográfica, medios de envío y del producto. Es una preocupación de los consumidores y es una problemática que las em-

presas que hacen comercio electrónico no han podido mejorar. Mantienen al consumidor estresado al no tener su producto en el tiempo acordado y que al contactar con la empresa sólo les responden que lo han enviado. Después de algunos días logran tranquilizarse al ver llegar al mensajero con su pedido, todo esto reportado como resultado de nuestro estudio.

- Intuitivo y fácil de aprender a usar.

Esta lista incluye desde el aspecto de relativo menor interés (comentarios de otros usuarios) hasta el de mayor importancia (seguridad). El estudio reflejó que 88% de las personas que participaron en el estudio ven a la seguridad como el aspecto principal que todo sitio debe cubrir porque se involucra un valor monetario, 75% manifestaron que una descripción detallada los ha llevado a finalizar una compra, 60% desean que se mejoren los tiempos de envío, 50% buscan catálogos con un gran surtido de artículos y 38% esperan que los sitios sean fáciles de usar. Estos resultados se muestran en la gráfica 1.

GRÁFICA 1



El estudio realizado nos lleva a pensar que, si el número de encuestados se incrementa, se tendría una larga lista de demandas por parte de los consumidores, quiénes dispuestos a comprar, son capaces de volverse fieles al negocio que le satisface la mayoría de sus necesidades.

## Que hay sobre la atención a las demandas del consumidor.

De las necesidades listadas, podríamos decir que se están cumpliendo parcialmente. Nuestra afirmación está basada en comentarios [11] y de los problemas que han tenido las personas objeto de nuestro estudio.

En un estudio previo al que se presenta en este documento, analizamos las características de ocho sitios de comercio electrónico con el objetivo de compararlos den-

tro de un esquema general de funcionalidad, servicios y presentación de la información. Algunos de los resultados obtenidos son:

- El sitio Amazon<sup>1</sup> permite ordenar el resultado de las búsquedas, y la descripción de los artículos la presenta en forma detallada con una imagen en la mayoría de los casos. Amazon proporciona direcciones y teléfonos de las empresas de envío para que los compradores puedan seguir el curso de sus entregas. También ofrece el servicio de personalización, siendo una característica atractiva, donde a través de un asistente o wizard el usuario puede seleccionar tiendas, categorías, especificar marcas o ítems posibles a comprar a corto plazo.
- El sitio Furniture<sup>2</sup> proporciona un módulo llamado «room planner», donde el usuario puede interactuar con elementos tales como muebles y ubicarlos a su conveniencia dentro de un espacio virtual que representa una habitación.
- Todos los sitios de comercio electrónico están obligados a ofrecer el servicio de seguridad a sus clientes. SSL (Secure Socket Layer) es un protocolo desarrollado por Netscape y estándar utilizado para comunicaciones encriptadas entre los browsers de los clientes y los servidores Web.
- El pago por tarjeta de crédito se ha vuelto popular en el mundo del comercio electrónico, pero los consumidores consideran que no debe ser el único medio de pago porque hay personas que no pueden comprobar ingresos o son de escasos recursos y por lo tanto no tienen acceso a una tarjeta de ese tipo. El sitio Barnesandnoble<sup>3</sup> es uno de tantos sitios que permite diversidad de formas de pago, entre las que figuran tarjeta de crédito, pago por teléfono, fax, certificado de regalo y cupones.
- En su mayoría los sitios de comercio electrónico, envían recomendaciones de los mejores artículos, ofertas, descuentos y novedades a los usuarios que se han registrado en línea.

Aunado a las atenciones prestadas por los sitios de comercio electrónico para atender las demandas de sus clientes, mencionamos el proyecto econsumer.gov, en el cual está incluido México y que tiene como propósito reunir y compartir quejas sobre comercio electrónico transfron-

<sup>1</sup> <http://www.amazon.com>

<sup>2</sup> <http://www.furniture.com>

<sup>3</sup> <http://www.barnesandnoble.com>

rizo. Las quejas que se reciban serán compartidas con las autoridades participantes responsables de aplicar la ley en materia de protección al consumidor. La PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor) es la autoridad responsable de proteger los incumplimientos de compra en el país. La referencia completa puede revisarse en [12].

Por otro lado, una de las tendencias del comercio electrónico es el uso de sistemas recomendadores para extraer información de diversas tiendas, a través de entradas explícitas o acciones del usuario, con la finalidad de incrementar la satisfacción del consumidor quién ahorrará tiempo y dinero al tener un amigo que en su representación, le ayudará en una de sus cotidianas actividades [13]. A su vez, los portales de voz serán parte de la estrategia aplicada por los negocios virtuales para ampliar su mercado, según lo comentado en [14].

## Conclusiones

La importancia del consumidor en el contexto B2C a partir del estudio realizado, se centra en el grado de satisfacción que tienen los consumidores al visitar y comprar en un sitio de comercio electrónico. Por lo tanto, si las empresas aplican sus estrategias con el objeto de incrementar dicho grado de satisfacción, seguramente podrán mantenerse a la par o al frente de la competencia.

Los resultados obtenidos de nuestro estudio indican que los consumidores se ven mayormente satisfechos en el cumplimiento de aspectos de seguridad, descripción detallada de productos, disminución del tiempo de envío, surtido en catálogos y la facilidad de uso. Datos que han coincidido con información que hemos consultado en artículos sobre comercio electrónico.

Dado que las estadísticas muestran un incremento en el número de usuarios de Internet, quienes forman parte de un posible mercado potencial y que esperan la mejor oferta de servicios, no debe ser pasado por alto en las empresas, ya que éste podría ampliar su mercado y por ende incrementar sus ingresos.

Las nuevas tendencias atractivas al consumidor, deben ser adoptadas como parte de la estrategia comercial para incrementar el número de consumidores fieles. Por mencionar una, los sistemas recomendadores por ejemplo, pueden ayudar al consumidor en la búsqueda de productos que se ajusten a sus necesidades o preferencias.

Finalmente, consideramos que las necesidades de los actuales y nuevos consumidores deben ser atendidas por parte de las empresas con participación en el comercio electrónico, ya que si éstas desean mantener clientes fieles y satisfechos, deben considerar la importancia del consumidor en el contexto de B2C y tener en cuenta que no deben hacerse a un lado estos aspectos

## Referencias:

- [1] ESPACIOPYME S.A.  
2001 Introducción al comercio electrónico. Noviembre.
- [2] WAEL A. HASSAN.  
E-Commerce: an Indispensable Technology.
- [3] KAIYIN HUANG.  
The Impact of Electronic Commerce. The School of Management Studies, University of Twente
- [4] FREDERICK J.  
Riggins and HyeunSuk (Sue) Rhee. Toward a Unified View of Electronic Commerce
- [5] DENNIS D. STEINAUER SHUKRI A. WAKID STANLEY RASBERRY.  
Trust and Traceability in Electronic Commerce Information Technology Laboratory, National Institute Of Standards And Technology, Gaithersburg, Md
- [6] ALBERT L.  
Lederer. Electronic Commerce: A Strategic Application?. Decision Sciences and Information Systems Area, School of Management, College of Business and Economics. University of Kentucky, Lexington, KY.
- [7] PETER MCBURNEY.  
Posit Spaces: A Performative Model of e-Commerce. Department of Computer Science. University of Liverpool UK.
- [8] DR. JOAQUÍN PÉREZ ORTEGA.  
Cómo construir un sitio de comercio electrónico en 10 horas. CENIDET.
- [9] INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA).  
2004 [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx). Acceso el 28/enero.
- [10] UNITED NATIONS.  
2002 E-Commerce and development Executive Summary. United Nations Conference On Trade And Development, New York and Geneva.
- [11] NETMEDIA.  
2004 <http://www.netmedia.info/informationweek/articulos.php>. Acceso el 28/enero.

[12] Econsumer.

2004 <http://www.econsumer.gov>. Acceso el 28/enero.

[13] HYACINTH S. Nwana.

Agent-Mediated Electronic Commerce: Issues,  
Challenges and some Viewpoints

[14] MERRILL WARKENTIN.

2001 The Next Big Thing in eCommerce. Northeastern  
University. Decision Line, December/January.

Bonifacio Eloy Mendoza Ortiz \*

David Martínez Guzmán \*

Pavel Sumano Ortega \*

Ricardo Ruiz Rodríguez \*\*.

\* División de Estudios de Posgrado,

\*\* Instituto de Electrónica y Computación  
Universidad Tecnológica de la Mixteca.

## Máquinas Moleculares. El control de las cosas a escala molecular.

### Resumen

Desde los inicios de la revolución industrial ha existido el interés por reducir el tamaño de los dispositivos, máquinas, equipos, etc., que regularmente utilizamos para el trabajo o inclusive para nuestro entretenimiento, por ejemplo la televisión. Esta inquietud se apoyó fuertemente en el siglo XX, para tratar de llegar a dispositivos electrónicos y mecánicos con el menor tamaño posible. La primera vez que se utilizó el concepto «máquina molecular» fue en 1959 propuesto por el físico Richard Feynman.

Actualmente, el estudio de máquinas moleculares es toda una división de investigación que forma parte de la química supramolecular. En la presente discusión se da una explicación detallada de los conceptos que definen a una máquina molecular y algunos ejemplos representativos de ellas.

### Máquinas a escala molecular

#### ¿Cuál debe ser la utilidad de dichas máquinas?

Las palabras textuales de Richard Feynman (1960), «No puedo ver exactamente qué es lo que pasa a nivel molecular, pero apenas dudo que al tener algún control sobre el arreglo de las cosas a escala molecular, se podría llegar a obtener una gran cantidad de propiedades de esas sustancias; así como también, hacer diversos trabajos con ellas»,<sup>1</sup> resumen



Richard P. Feynman (1959).

Richard P. Feynman nació en la ciudad de Nueva York el 11 de mayo de 1918. Estudió en el Instituto Tecnológico de Massachusetts donde obtuvo su grado de B.Sc. en 1939 y en la universidad de Princeton donde obtuvo su grado de Ph.D. en 1942. Fue investigador asistente en Princeton de 1940 a 1941, profesor de física teórica en la universidad de Cornell (1945-1950), profesor visitante y posteriormente profesor de física teórica en el Instituto Tecnológico de California. Recibió los siguientes premios: premio Albert Einstein (1954, Princeton); premio Lawrence (1962). Recibió el premio Nobel en física en 1965 por sus trabajos en electrodinámica cuántica, fundamentales en el estudio de las partículas elementales. Richard Feynman murió en 1988.

la importancia de comprender el funcionamiento de máquinas a escala molecular. En esos tiempos, resultaba novedoso y hasta cierto punto incomprensible el concepto de máquina molecular, si se toma en consideración que todavía no existían formas de identificar de manera rápida e inequívoca las estructuras moleculares de una complejidad relativa, por ejemplo los compuestos macrocíclicos, constituidos por más de 50 átomos y las técnicas espectroscópicas apenas estaban surgiendo; actualmente, estas técnicas son una herramienta poderosa para la caracterización de compuestos químicos.

La construcción de máquinas moleculares que mimetizan sistemas físicos y biológicos ha cautivado la atención de muchos científicos en los últimos 30 años.<sup>2</sup> Este interés se debe en gran parte al esfuerzo por reducir el tamaño de los dispositivos mecánicos. La miniaturización de motores implica una fascinación particular. En 1959, el premio Nobel de Física, Richard Feynman, ofreció un premio de \$1000 dólares a quien desarrollara el primer «motor eléctrico de un tamaño de apenas 1/64 pulgadas cúbicas».<sup>3</sup> Recientemente, utilizando técnicas de microfabricación fotolitográfica, se ha llegado a la obtención de motores cuyos diámetros son más pequeños que el de un cabello humano, esto no quiere decir que sean máquinas moleculares, pero sí es un paso importante en el diseño de máquinas a microescala.<sup>4</sup> Durante décadas, los físicos, bioingenieros, matemáticos, entre otros, le han dado mucha atención a los motores de combustión molecular.<sup>5</sup>

### Definición de una máquina

Cada día de nuestra vida hacemos uso extensivo de máquinas (macroscópicas). Una máquina «es un aparato para aplicar poder mecánico, compuesto de varias partes y cada una de esas partes con una función específica».

El principio operacional de cualquier máquina indica, que al menos alguno de sus componentes presenta un cambio en las posiciones relativas de los mismos. Técnicamente, una máquina se caracteriza por:

<sup>1)</sup> Feynman R. P., Eng. Sci., 23, 22, (1960).

<sup>2)</sup> Joachim C., Gimzewski J. K., Aviram A., Nature, 408, 541, (2000).

<sup>3)</sup> Symon K. R., Mechanics, Addison-Wesley, London, (1961).

<sup>4)</sup> Schnapp B. J., Nature, 273, 655, (1995).

<sup>5)</sup> Magnasco M. O., Phys. Rev. Letter, 72, 2656, (1994).

- 1) La clase de energía suministrada para hacer el trabajo.
- 2) Los tipos de movimientos realizados por sus componentes.
- 3) La forma de monitorear y controlar su operación.
- 4) La posibilidad de repetir la operación y establecer un proceso cíclico.
- 5) La escala de tiempo para medir un ciclo de operación.
- 6) La función realizada por la máquina.

## Definición de una máquina molecular<sup>6</sup>

El concepto de una máquina puede extrapolarse a nivel molecular. Una máquina molecular se puede definir como un arreglo de un número discreto de componentes moleculares, previamente diseñado para realizar movimientos mecánicos (salida) como una consecuencia de estímulos externos apropiados (entrada). Aunque hay muchos componentes mecánicos, cuyas constituciones y/o formas pueden modificarse por estímulos externos, el término «máquina molecular» sólo se usa para sistemas cuyos componentes sufren movimientos relativamente grandes (por ejemplo, moléculas capaces de sufrir isomerizaciones *cis/trans* al fotoinducir los enlaces C=C, C=N o N=N)<sup>7</sup>. Además, aquellos sistemas en los que los movimientos no son controlados por algún estímulo fácilmente identificable y bien caracterizado, no se pueden considerar como máquinas moleculares. La extensión del concepto de una máquina molecular no sólo es interesante para la búsqueda de investigación básica, debido a que la combinación de conocimiento en nanociencia, como en nanotecnología serán las bases para el desarrollo de un gran número de nanoproduitos, como por ejemplo, capacitores moleculares, bombas moleculares, celdas moleculares, propelas moleculares, etc.

Cualquier clase de proceso químico que cause movimiento del componente de una máquina, como las isomerizaciones, reacciones ácido/base, procesos de óxido/reducción, equilibrios de quelación-desquelación, y de manera más específica, al involucrar la formación y ruptura de enlaces de hidrógeno, sin duda alguna son medios que podrían servir para la obtención de la energía vital de máquinas moleculares, y consecuentemente dar origen a una máquina molecular.

La mayoría de las reacciones químicas ocurren como

<sup>6)</sup> Blazani V., Credi A., Raymo F. M., Stoddart J. F., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 39, 3348, (2000).

<sup>7)</sup> Shinkai S., Manabe O., *Top. Curr. Chem.*, 121, 76, (1984).

resultado de la activación, térmica y/o fotónica, de la mezcla de los reactantes. Si una máquina molecular trabaja por activación molecular se necesita la adición de reactivos en todas las etapas de su ciclo de trabajo, debido a que esta adición es el suministro de energía química. A pesar de que toda clase de suministro de «combustible» es útil, claramente la adición repetida de reactivos puede resultar en la acumulación de subproductos que después de un número de ciclos relativamente pequeños, podría llegar a comprometer la operación de la máquina, es decir, podría bloquear el ciclo de trabajo, a menos que los productos se puedan remover del sistema, lo cual no es una tarea fácil de realizar considerando que estamos hablando de un sistema a escala molecular; consecuentemente, se debe establecer la necesidad de que la máquina molecular opere a través de un proceso regido por un ciclo catalítico ideal. Desde un punto de vista químico, se puede definir como ciclo catalítico ideal, aquel donde los componentes de la máquina se preservan (el catalizador) y la energía producida se convierte en trabajo (el catalito). En teoría, la mejor clase de energía para lograr la operación de una máquina molecular es aquella que proviene de los fotones y electrones, considerando que la masa de los electrones es prácticamente despreciable, evitando así la acumulación de materia en las diferentes etapas de un proceso cíclico de una máquina molecular.

Los movimientos realizados por las partes que componen una máquina molecular dependen de la naturaleza de la máquina (molecular o supramolecular).<sup>8</sup> Los movimientos de las partes componentes dentro de las moléculas, necesariamente involucran cambios en conformaciones y/o configuraciones alrededor de enlaces covalentes simples y/o dobles. Esos cambios en estructura molecular pueden estar acompañados por la formación y ruptura de enlaces intramoleculares no covalentes. Los movimientos de las partes que componen a las supramoléculas (complejos constituidos por moléculas interaccionando a través de enlaces intermoleculares no covalentes, tales como los enlaces de hidrógeno), están acompañadas por cambios dentro de los componentes moleculares enlazados covalentemente; sin embargo, esto puede ser en buena parte debido a la reorganización de enlaces no covalentes intermoleculares entre las moléculas que usualmente reflejan y constituyen los movimientos dentro de esa clase de máquinas moleculares.

Para monitorear y controlar la operación de una máquina

<sup>8)</sup> Lehn J. M., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 29, 1304, (1990).

molecular, los movimientos de las partes que la conforman deben provocar cambios en ciertas propiedades específicas del sistema. Cualquier clase de prueba física o química es útil para proporcionar lecturas de salida, y las diferentes clases de espectroscopías, son las herramientas de monitoreo que más se utilizan (por ejemplo: resonancia magnética nuclear, fluorescencia, ultravioleta, visible, etc). Adicionalmente, se debe señalar que la fotoquímica y la electroquímica (subdivisiones de la química que se encargan del estudio de los procesos de transformaciones químicas, inducidos por fuentes externas de fotones y electrones respectivamente) son útiles, debido a que tanto los fotones como los electrones tienen un papel dual y consecuentemente pueden ser detectados fácilmente por técnicas específicas derivadas de estas subáreas de investigación.

### Características de una máquina molecular

La primera función de una máquina molecular es el de la «escritura», realizar cambios en el sistema. Mientras que la segunda función es la «lectura», es decir, reportar las condiciones resultantes en el sistema. Además, la escala de tiempo de operación de las máquinas moleculares, se encuentra en el intervalo de nanosegundos a segundos, este intervalo de tiempo, depende de la naturaleza de los componentes químicos involucrados y del tipo de movimientos moleculares (por ejemplo: las isomerizaciones). Respecto a los movimientos, se debe de tomar en cuenta que la descripción de ellos implica la definición de un sistema de referencia, actualmente, todavía no existen estándares de referencia, y consecuentemente la descripción del suceso se fija arbitrariamente.

### Máquinas moleculares naturales

La presencia de máquinas moleculares en cualquier sistema vivo implica la importancia de estos mecanismos en el complejo tema de la vida. Cada una de las unidades de los sistemas biológicos, tales como células y bacterias, está provista de motores moleculares que les permiten una vida independiente para interactuar con otros sistemas más complejos. Como en el caso de motores mecánicos macroscópicos, los motores biológicos usan energía, pero estos últimos, utilizan energía química en forma de ATP (adenosil trifosfato) o fuerzas zwitteriónicas supramoleculares, por

ejemplo: enlaces de hidrógeno; y no electricidad o petróleo como sucede a escala macroscópica.

Las funciones de los organismos vivos, involucran diferencias de energías libres y éstas son causadas por:

- 1) Cambios en el potencial químico, fuerzas mecánicas, temperatura, presión, etc.
- 2) Cambios originados de la absorción de luz u otras radiaciones electromagnéticas.

La tarea de las máquinas moleculares biológicas, que están constituidas de proteínas, consiste en convertir energía a trabajo, o canalizarla hacia otros tipos de energía. Cuando la energía, en una de las formas descritas arriba, está disponible para construir la proteína correcta, se trata entonces de una máquina molecular específica y que en el más exquisito de los casos se llaman máquinas autorreplicables. Los organismos vivos representan la integración sinérgica de máquinas moleculares funcionalmente diversas, por ejemplo la fotosíntesis, Figura 1.

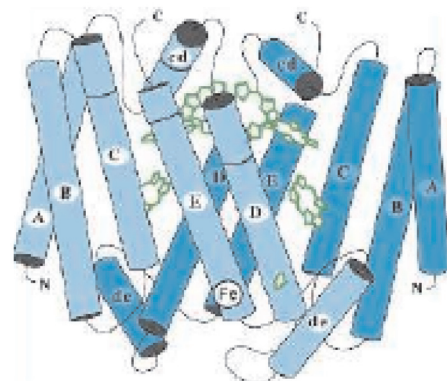


Figura 1. Máquina molecular que existe en la naturaleza para transformar energía solar en nutrientes.

En los últimos años, el destacado desarrollo de la manipulación y la observación de moléculas simples, particularmente por técnicas espectroscópicas, ha ayudado a entender los mecanismos operacionales de varias máquinas biológicas.

La edición más reciente (1995) de Stryer's «Biochemistry»<sup>9</sup> tiene un capítulo completo dedicado al tópico titulado «motores moleculares»; este libro, ofrece varias ilustraciones esquemáticas de cómo un músculo genera movimiento y como la energía química del ATP se transforma a un movimiento coordinado. Así mismo, la última edición de Voet and

Voet's «Biochemistry»<sup>10</sup> contiene una ilustración de cómo se ve un flagelo a través de un microscopio poderoso.

Los motores moleculares de sistemas biológicos se pueden clasificar en motores lineales y rotatorios. Comúnmente asociamos el concepto de movimiento con cambio de posición (traslación), además, esto es fundamental para el transporte de moléculas en sistemas vivos. Pero el movimiento rotatorio también tiene un papel importante en biología. La sintetasa ATP y la flagela son los ejemplos más conocidos, pero hay muchas enzimas alostéricas activadas por cambios conformacionales mediante la rotación de un enlace sencillo. En las Figuras 2 y 3 se presentan algunos de los motores más estudiados, la sintetasa ATP, el motor kinesina y la miosina, clasificados por el tipo de movimiento.

Todos los motores biológicos conocidos, usan energía química para producir movimiento coordinado. En el caso de la sintetasa ATP, el motor biológico más pequeño conocido,<sup>13</sup> la energía normalmente se obtiene de un gradiente de protones y la función del motor se logra por rotación.<sup>14, 15</sup> El motor rotatorio flagelar también usa fuerzas derivadas de gradientes de protones. Este motor bacterial permite movimientos a la velocidad de 100 mm/seg, una velocidad que si se extrapolara al peso de los automóviles, fácilmente rompería la barrera del sonido. El ATP se usa como una fuente de energía por muchos otros motores biológicos complejos, por ejemplo, la miosina (el motor componente del músculo) y la kinesina.<sup>16</sup>

Generalmente las kinesinas basadas en microtúbulos y las miosinas basadas en actinios, son enzimas que están relacionadas con los movimientos asociados al tráfico intracelular, división celular y contracción muscular.

## Máquinas moleculares artificiales

En cualquier discusión importante se requiere de dos factores, el orden y la estructura. Esta tarea nunca es fácil cuando se discuten sistemas químicos. Las máquinas moleculares artificiales no son la excepción. Sin embargo, se puede hacer una distinción clara entre diferentes tipos de máquinas moleculares artificiales al contemplar las siguientes consideraciones:

- 1) Cuando las partes implicadas rotan únicamente alrededor de enlaces covalentes simples o parcialmente dobles en moléculas convencionales.
- 2) Y cuando las partes componentes están asociadas con cambios topológicos u otros geoméricamente relacionados en moléculas entrelazadas, por ejemplo, los rotaxanos y los catenanos, que son macromoléculas conformadas por anillos macrocíclicos atravesados por un «hilo» (molécula lineal) y macrociclos entrelazados a través de sus cavidades formando cadenas, respectivamente, estas macromoléculas se pueden ensamblar

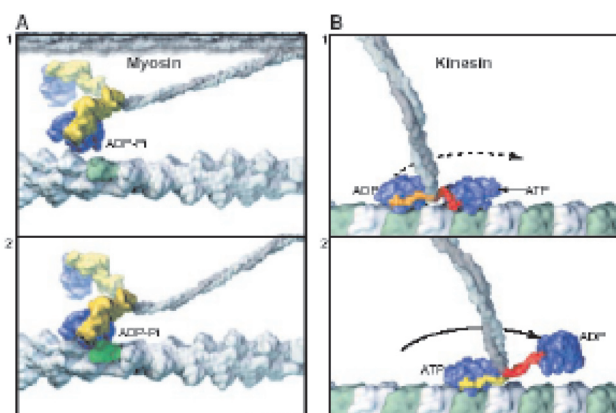


Figura 2. Estructura de la miosina A y la kinesina B, que tienen comportamiento de motor molecular lineal.<sup>11</sup>

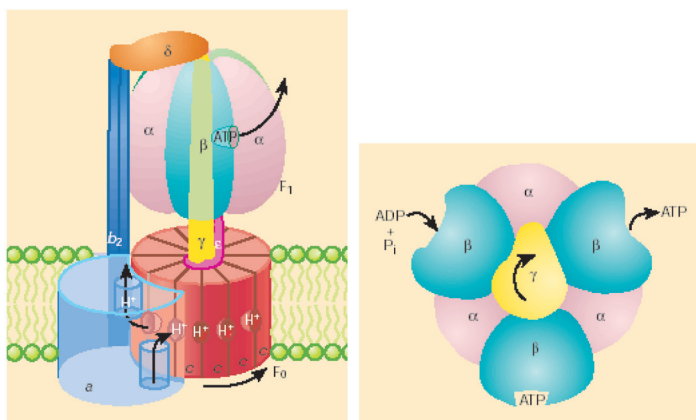


Figura 3. Estructura de la sintetasa ATP, que tiene un comportamiento de motor molecular rotatorio.<sup>12</sup>

<sup>9)</sup> Stryer L., Molecular Motors. In Biochemistry, 4th ed. WH Freeman and Co. New York, Cap. 15, (1995).

<sup>10)</sup> Voet D., Voet J. G., Biochemistry, 2da edn., Wiley New York, (1995).

<sup>11)</sup> Imagen reproducida de: The Way Things Move: Looking Under the Hood of Molecular Motor Proteins, Vale R. D., Milligan R. A., Science, 288, 88, (2000).

<sup>12)</sup> Imagen reproducida de: What makes ATP synthase spin?, Boyer P. D., Science, 402, 247, (1999).

<sup>13)</sup> Block S. M., Nature, 386, 217, (1997).

<sup>14)</sup> Noji H., Yasuda R., Yoshida M., Kinosita K. Jr., Nature, 386, 299, (1997).

<sup>15)</sup> Mitchell P., Science, 206, 1148, (1979).

<sup>16)</sup> Howard J., Nature, 389, 561, (1997).

entre sí (vide supra).

Rotaxanos y Catenanos como posibles dispositivos moleculares artificiales<sup>17</sup>

Una de las metas de la química supramolecular (la química supramolecular, se define como la química de los enlaces intermoleculares, referente a la estructura y funciones de las entidades formadas por la asociación de dos o más especies químicas) es crear dispositivos a escala molecular que sean capaces de interpretar, almacenar, procesar y enviar información justo como las máquinas sofisticadas que se encuentran en la naturaleza. Posiblemente, la influencia más profunda sobre el arte de la síntesis química en tiempos recientes ha sido la síntesis supramolecular, donde los enlaces intermoleculares (responsables de la estructura de muchas proteínas, como por ejemplo, del ADN y de la queratina) tienen un papel importante en las reacciones de hormado y ensamblado molecular. La síntesis supramolecular ha llevado a la creación de los rotaxanos bajo control termodinámico; por otra parte, la asistencia supramolecular en la síntesis molecular bajo control termodinámico y cinético ha contribuido a la construcción de catenanos, la síntesis de catenanos presenta cierto grado de complejidad debido a que se tiene que controlar el número de macrociclos entrelazados, es aquí cuando se tienen que establecer los controles cinéticos (influencia de los tiempos de reacción). Como se ha visto en la naturaleza, el autoensamblaje en su más estricto sentido, ha dado la inspiración para el desarrollo de la química supramolecular hasta un punto donde la síntesis de catenanos y rotaxanos se ha vuelto rutinaria.

La importancia de los rotaxanos y catenanos, que tienen características de engranes moleculares, se basa principalmente en las propiedades y aplicaciones. Las supramoléculas en forma de engranes, tienen propiedades marcadamente diferentes a las moléculas que las anteceden. Los rotaxanos y catenanos tienen diferencias en respuestas espectroscópicas, reactividad química y propiedades mecánicas. Además, se piensa que en un futuro estas supramoléculas podrán utilizarse en la limpieza de arterias dañadas por la arteriosclerosis, se podrían llegar a utilizar en la reparación ADN, en la reconstrucción de células y seguramente formarán parte de computadoras a nivel nanoscópico, etc.

<sup>17)</sup> Raymo F. M., Stoddart J. F., Chem. Rev., 99, 1643, (1999).

## ¿Qué son los rotaxanos?

Los rotaxanos son supramoléculas compuestas de un macrociclo y un compuesto lineal que atraviesa al macrociclo a través de su cavidad, Figura 4. El compuesto lineal debe contener en sus extremos grupos voluminosos que eviten la separación a sus componentes individuales.

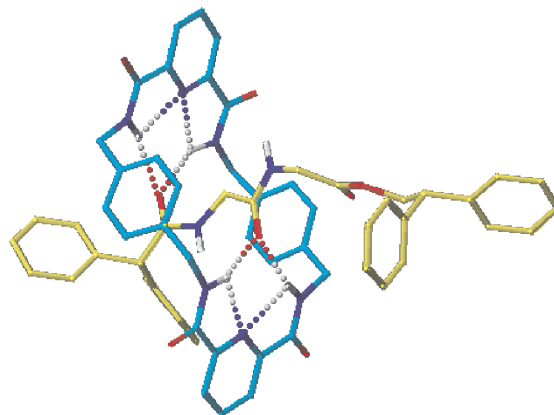


Figura 4. Estructura química de un rotaxano.

## ¿Qué son los catenanos?

Los catenanos son supramoléculas compuestas por dos (o más) moléculas macrocíclicas entrelazadas, por ejemplo, dos macrociclos entrelazados forman un [2]catenano. En estos compuestos, el enlace mecánico (unión de dos moléculas macrocíclicas a través de sus cavidades, forman el eslabón de una cadena), que los une y no se pueden separar a menos que se rompa un enlace covalente. Como resultado, un [2]catenano<sup>18,19</sup> es un componente molecular que no puede disociarse a sus componentes macrocíclicos individuales sin la ruptura de al menos un enlace covalente, que no siempre resulta fácil de hacer, figura 5.

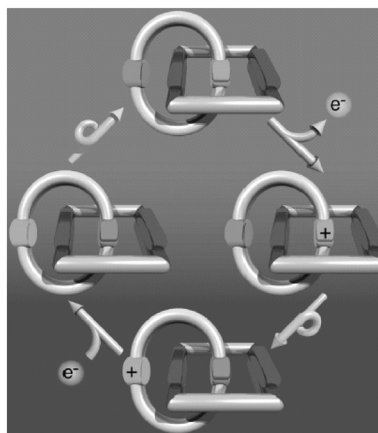


Figura 5. Un proceso redox en solución de un [2]-catenano.

La composición química de un catenano o un rotaxano es idéntica a los dos (o más) componentes separados; en el caso de los catenanos, la catenación (formación de cadenas) de un componente a otro tiene consecuencias relevantes en las propiedades físicas y químicas del agregado resultante, hay cambios en puntos de fusión, punto de ebullición, fase, solubilidad, etc. Esta observación, permite clasificar a las especies entrelazadas como una forma de isomerismo (diferente del isomerismo químico tradicional, por ejemplo *cis/trans* o *fac/mer*). Los catenanos se definen como isómeros «topológicos» de los componentes macrocíclicos separados. En este contexto, se entiende la topología del agregado por medio del número y tipo de puntos de cruzamiento, si la estructura está ilustrada en dos dimensiones. En el plano del papel, no se puede dibujar un [2]catenano sin al menos tener dos puntos cruzados, mientras que dos macrocíclicos, independientes uno del otro, no requieren de puntos de cruzamiento, por lo que podemos mencionar que las dos estructuras son diferentes. Los catenanos son homeomórficos (un mapeo continuo que conmuta con el corrimiento) sin ser isotópicos. Considerando esta definición estricta, los rotaxanos no son isómeros de sus componentes individuales, debido a que éstos últimos tienen estructuras diferentes.

## Perspectivas

Actualmente, la construcción de dispositivos moleculares (prototipos de máquinas moleculares) se puede considerar una realidad, pero no así una máquina molecular. Debido a que las moléculas por su naturaleza, se comportan incoherentemente y consecuentemente no pueden ser tratadas individualmente y de manera simultánea controlarse... por el momento.

Consecuentemente, podemos concluir que antes de pensar en utilizar los arreglos supramoleculares como máquinas, estos arreglos se tienen que interconectar con el mundo macroscópico organizándolos de alguna forma. Es decir, se necesita establecer el contacto entre las nanoestructuras, los agregados de moléculas y las microestructuras; y así llegar a estructuras de nivel microscópico, para que se puedan controlar con la tecnología que existe actualmente, o en su defecto crear nuevas herramientas que permitan la manipulación de estructuras a nanoescala, esta última observación resulta más difícil de crear.

Otra consideración que se debe tomar en cuenta, es que la siguiente generación de máquinas moleculares necesitará estar organizada en las interfaces o estar depositadas en superficies para que se puedan inducir cambios controlados en su comportamiento (en paralelo o en serie) y a su vez ser tratadas a escala microscópica

Raúl Salas-Coronado,  
Norma F. Santos-Sánchez.  
Instituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de  
la Mixteca.

T

<sup>18)</sup> Wasserman E., J. Am. Chem. Soc., 82, 4433, (1960).

<sup>19)</sup> Schill G., Catenanes, Rotaxanes and Knots; Academic Press: New York, (1971).

# Hongos patógenos procedentes del suelo. Problemas que ocasionan en la sanidad de los cultivos.

## Resumen

En el Instituto de Investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova», en el mes de mayo del 2003, se realizó una revisión bibliográfica sobre los hongos patógenos procedentes del suelo, con lo cual se elaboró un material que contiene: la descripción de las sintomatologías características de estos patógenos; ejemplos de algunas de las enfermedades que ocasionan y el organismo a quien se le atribuye; así como la problemática que se presenta en algunos cultivos de interés en el mundo y en Cuba. Además se incluyen algunos de los métodos de aislamientos que se han probado y un análisis sobre los criterios contrapuestos de si estos hongos del suelo son saprófitos o parásitos.

## Introducción

Muchos patógenos atacan plantas de diferentes familias: basta recordar al hongo *Sclerotium rolfsii* que causa una pudrición del cuello en más de un millar de especies. De igual manera actúan el hongo *Rhizoctonia solani*, la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, etc., los nemátodos del género *Meloidogyne*, agentes todos capaces de causar anomalías en muchas especies de plantas, a las cuales denominamos, plantas enfermas.

Las enfermedades pueden dividirse en tres grupos, según donde se produzca la infección. Así por un lado, están las enfermedades que se presentan en la parte aérea de las plantas, las que causan daño de poscosecha y las producidas por hongos de suelo. Las producidas por hongos de suelo en términos generales afectan la transformación, absorción y acumulación de alimentos en la planta (Malaguti, 1997)

En los suelos donde se lleva a cabo un cultivo intensivo, las enfermedades ocasionadas por los hongos del suelo suelen ser un grave problema, sobre todo por lo difícil que se hace su control; ya sea por los métodos químicos o las prácticas culturales que para otras enfermedades resultan adecuadas y permiten su control o al menos minimizar los daños que ocasionan. Lo cual se debe en gran medida al tiempo que pueden permanecer en el suelo, a la gran variedad de plantas que atacan, al período en que causan sus mayores daños (afectan la germinación de las semillas, las plántulas recién germinadas y la fase de vivero fundamentalmente); al

hecho de que al comenzar por las raíces se hace muy difícil el control químico y que permanecen como saprofitos la mayor parte del tiempo, hasta que las condiciones ambientales les son favorables, entre otras.

Debido a la problemática que en el mundo se presenta con estos hongos patógenos procedentes del suelo, de la cual no está exenta Cuba, se ha recopilado información que contribuye al conocimiento de las enfermedades provocadas por estos patógenos de suelo en diferentes cultivos, permite conocer el organismo que ha sido identificado como su agente causal, así como algunas medidas de control recomendadas, todo lo cual puede facilitar el trabajo de especialistas; así como enriquecer los conocimientos de muchas personas interesadas en esta temática.

## Desarrollo

Los síntomas que se presentan como consecuencia de las enfermedades producidas por los hongos de suelo se manifiesta más comúnmente en forma de:

- 1- Podredumbre blanda de las posturas, conocida también como, «Damping – off», «Salcocho» de los semilleros o tizón de las posturas.
- 2- Podredumbre del pie y tallo.
- 3- Pudrición cortical de la base del tallo y raíces (pata prieta).
- 4- Malformaciones de las raíces.
- 5- Deficiencia o exceso de desarrollo.
- 6- Sarna, Roña o Verrugosis.
- 7- Marchitamiento ligado a infecciones sistémicas o vasculares

## Descripción de la sintomatología característica para determinado grupo de enfermedades tipo, provocadas por los hongos de suelo:

1- Podredumbre blanda de las plántulas, también conocida como Damping – off, «Salcocho» de los semilleros o tizón de las posturas.

Las plántulas se presentan como si hubiesen sido pasadas por agua caliente (de allí la terminología «salcocho», ya

en uso); son blandas, de aspecto húmedo y color castaño. Afecta generalmente a semillas en germinación o plántulas pequeñas, suculentas, en ambiente húmedo, especialmente en los semilleros. Los agentes fúngicos causantes pertenecen generalmente a los géneros *Phytium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Sclerotium*. Se estima que el daño lo provocan al producir enzimas pectolíticas que atacan el tejido de las plantas. En los países miembros de la OIRSA (Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) se reporta afectando los cultivos de hortalizas: tomate, brócoli, chile, coliflor, papa, repollo, cebolla, apio, jitomate, ajo, ayote, chayote y pepino, ocasionado por los hongos: *Phytium* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Rosellinia* sp. y *Sclerotium* sp. (Lovisolo y Kranz, 2003); Se conoce que ataca otros muchos cultivos tales como tabaco, judía etc. También se reporta en árboles maderables como el pino (Labrada, 1973).

## 2-Podredumbre del pie y tallo:

Puede presentarse en plántulas en las cuales afecta a raíces y la base del tallo, el cual se torna hundido y de color castaño. Ejemplos conocidos en Venezuela son:

- Podredumbre de las raicillas en sorgo, arroz y maíz (causada por *Phytium arrenhomanes*; *P. ultimum* y *P. aphanidermatum*). Este último causa una podredumbre del tallo en plantas de maíz ya desarrolladas, localizándose en los primeros entrenudos.
- Podredumbre común del pie, denominada «Gomosis» de los cítricos, que ataca la corteza del pie de la planta secándola (causada por *Phytophthora parasítica*, *P. citrophthora*).
- Podredumbre seca del tallo está relacionada con patógenos como *Macrophomina* u otros hongos del suelo; desde la base se extiende a toda la planta donde la corteza toma coloración de paja seca y se recubre frecuentemente de las estructuras del hongo (picnidios, esclerocios), es frecuente en ajonjolí, sorgo y girasol.
- Podredumbre del pie en varias especies (maní, pimentón, ajonjolí etc) por *Sclerotium rolfsii*, donde el hongo causa un estrangulamiento de la corteza de la base de la planta donde son visibles micelios y esclerocios (signos).

Lovisolo y Kranz (2003), dan a conocer la pudrición basal,

amarillamiento, secadera, marchites fungosa o fusariosis, afectando los cultivos de hortalizas: tomate, chile, cebolla, apio, col, ajo, arveja, berenjena, espárrago, lechuga, papa, pepino y repollo; como causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. cepae, f. sp. apii, f. sp. conglutinans; así como la pudrición rosa de la raíz en: cebolla, berenjena, chayote, chile, papa, tomate, y zanahoria, debido al patógeno fungoso *Phoma* sp. terrestre, sp. destructiva en los países miembros de la OIRSA. En Cuba, ha sido diagnosticado también en el cultivo del Kenaf. (Valdés, et. al., 2002)

## 3-Pudrición cortical de la base del tallo y raíces (Pata negra).

Es una podredumbre que se localiza en el pie de la planta, donde la corteza toma una coloración negruzca, de consistencia húmeda; Está relacionada con el ataque de hongos del género *Phytophthora*, y es frecuente en ajonjolí (*P. parasítica*, *P. hibernalis*) pimentón (*P. capsici*) y tabaco (*P. nicotianae*).

## 4-Malformaciones de las raíces:

El aspecto de las raíces puede ser modificado por la acción de agentes que generalmente inducen hiperplasias; como los hongos, entre ellos *Plasmodiophora brassicae* que causa la «hernia de las coles», donde las raíces de las crucíferas afectadas se abultan, toman frecuentemente forma gruesa, y finalmente se desintegran por la acción secundaria de bacterias. También los hongos de las micorrizas, especialmente los del tipo vesicular arbuscular (VA), pueden producir alteraciones en las raíces micorrizadas.

## 5-Deficiencia o exceso de desarrollo:

Entre estos síntomas se encuentran:

- Enanismo: Indica disminución general del organismo que queda inferior al normal por un proceso de hipoplasia o hipertrofia o ambos debido a causas ambientales, o más frecuentemente, a fenómenos infectivos o parasitarios, tales como virosis o infecciones sistémicas como las provocadas por los hongos del suelo.
- Gigantismo: o aumento general del organismo. Puede ser debido al ataque de *Fusarium moniliforme*, que induce el

alargamiento de ciertos órganos en varias plantas (arroz, maíz, caña de azúcar, palmeras).

- c) Atrofia: es la detección del crecimiento de ciertos órganos (ramas, frutos); como sucede en la sandía a causa del *Fusarium oxysporum* f. sp. niveum.

### 6- Sarna, roña o verrugosis;

Se manifiesta bajo forma de rugosidades salientes, debido a un supercrecimiento de los tejidos epidérmicos, generalmente modificados por suberización de las paredes celulares. Puede ser provocada por hongos del género *Elsinoe* sp. (*Spongospora* subterránea causa este síntoma en el tubérculo de la papa).

### 7-Marchitamiento ligado a infecciones sistémicas o vasculares;

Los síntomas iniciales son amarillamiento y flacidez (pérdida de turgencia), seguida por un decaimiento total y secamiento de las plantas; el síntoma principal es histológico o interno que se pone en evidencia al hacer cortes que revelan una coloración u obstrucción de los vasos leñosos, debida a la acción de varios hongos o bacterias. Entre las micosis podemos mencionar las causadas por hongos de los siguientes géneros:

*Fusarium*, especialmente presentes en áreas cálidas y secas y en cultivos tales como: tomate, pimentón, ajonjolí y otros.

*Verticillium*, presente en zonas frescas y en cultivos tales como: tomate, papa, pimentón, algodón, café, melón, berenjena y otros.

*Cerastocystis*, causa micosis vascular en plantas herbáceas (batata) y arbóreas (cacao, café, *Plátanus* sp.). (Malaguti, 1997).

### Problemática en algunos cultivos Algodón (*Gossypium* sp.),

Cultivo excesivamente sensible al ataque de hongos en estado latente presentes en todo tipo de terreno tales como: *Phytium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Si las condiciones climáticas, de buena temperatura (como es necesaria para la germinación de las semillas) se asocia con un alto nivel de humedad en el terreno, el desarrollo de estos patógenos se favorece ocasionando la caída de las plantas y su muerte, lo que puede arruinar totalmente las siembras.

La temperatura más favorable para la proliferación de estos patógenos se sitúa entre los 10 y 20°C es decir a la temperatura mínima para la germinación de la semilla. Por esta causa cuando la germinación se realiza a temperaturas próximas a las citadas, la posibilidad de ataque de estos patógenos es mayor. El ataque de estos patógenos se presenta en el período comprendido entre la siembra y hasta que la planta tiene unos cuatro pares de hojas.

Los efectos que puede producir son:

- Podredumbre de las semillas, no permitiendo la germinación, lo que implica fallas en la población de plantas.
- Muerte de plántulas antes de emerger del terreno; una vez emitido el embrión, este es afectado por los patógenos, impidiendo su desarrollo y las consiguientes fallas en la población de plantas.
- Muerte de plántulas después de emerger del terreno. Normalmente se produce una necrosis del extremo de la raíz, apareciendo a veces primero desecación de cotiledones y muerte de la planta y otras veces a pesar de estar necróticas en el extremo de la raíz, la planta continúa creciendo sin secarse pero con un desarrollo anormal pudriéndose parte de estas raíces y principalmente la pivotante, quedando otras más superficiales y menos vigorosas.

### Los métodos de lucha contra estos patógenos los podemos resumir en:

- Elección de una semilla perfectamente tratada con un fungicida adecuado.
- Evitar encharcamiento.
- Uso de alternativas de cultivo que impida la propagación de los patógenos, tales como:
  - a) Rotación.
  - b) Solarización.(Rodríguez y Carnero, 1991)

Otra problemática que enfrenta este cultivo motivada por los hongos presentes en el suelo es la enfermedad conocida por Wilt; marchitez producida por *Fusarium vasinfectum*, en los Estados Unidos y otros países, donde produce la pérdida de millones de pesos anuales. Cómo síntomas se

aprecian que las hojas pierden su color, decae el vigor de las plantas y se secan; un corte de tallo refleja un color marrón en muchas zonas, al igual que en las raíces, y al final conduce a la muerte de las plantas. (Campos y Varona, 1960).

Agar Cross (2003), informa como causante de enfermedades en algodón, los hongos de suelo: *Phytium* sp.; *Fusarium* sp. (mal de los almácigos); *Rhizoctonia solani* (mal del tallito); *Phytophthora megasperma* (podredumbre de la semilla); *Sclerotinia* sp. (podredumbre de las raíces)

### Cítricos ( *Citrus* Sp.)

Dentro de los hongos invasores, el único que ataca a los cítricos es *Armillaria* y prácticamente el resto de los hongos que hay en el suelo pertenecen al grupo de los llamados, hongos habitantes (*Fusarium*, *Phytophthora*, *Verticillium*...) que, según las condiciones ambientales, pueden parasitar gran cantidad de plantas, entre ellas los cítricos. En general, los hongos habitantes del suelo son difíciles de erradicar, pues si un cítrico, en determinadas condiciones es resistente, al modificar esas condiciones (excesivos abonos nitrogenados, mal uso de abonos foliares, etc.) se modifica su comportamiento y aparece como sensible.

El ataque de *Armillaria melea* se origina de modo imprevisto y agresivo ya que el hongo suele hallarse bien establecido en el suelo antes de que se manifiesten sus síntomas.

Se trata de un hongo móvil en el suelo, en el ámbito de la parcela, sus rizomorfos avanzan alcanzando las raíces de los árboles contiguos y penetra a través de los tejidos, a nivel del cambium o en las raíces.

Este hongo causa daños como podredumbre de las raíces y base del tronco, su desarrollo se intensifica sobre plantas leñosas debilitadas por problemas diversos como, por ejemplo, encharcamiento, humedades permanentes en suelos arcillosos, etc. Su ataque puede producir la muerte de los cítricos, por la falta de absorción de agua y minerales, al acabar pudriendo las raíces, apareciendo debajo de la corteza del árbol un micelio algodonoso, blanco y lechoso.

Esta enfermedad es más grave en regiones templadas donde el crecimiento de los rizomorfos continúa durante el invierno. El desarrollo de este hongo se ve favorecido por el abonado potásico e inhibido por el nitrógeno en forma nítrica, siendo la asfixia radicular el principal factor en el desarrollo de esta enfermedad.

Esta enfermedad es particularmente grave si tenemos en cuenta la imposibilidad de cultivar, en los terrenos afectados, especies sensibles en un período aproximado de diez años teniendo en cuenta que puede afectar a más de doscientas especies de plantas.

Los síntomas en la parte aérea comienzan cuando una o varias de las raíces principales son atacadas por el hongo entre los síntomas más frecuentes se destacan:

- Retraso en la entrada en vegetación.
- Disminución del desarrollo foliar.
- Amarillamiento y enrojecimiento foliar.
- Caída precoz de las hojas al final del verano y otoño.
- En período de estrés hídrico puede tener lugar la muerte del árbol.

### Medidas preventivas:

- Desinfección del suelo antes de la plantación, sobre todo si antes fueron cultivados algarrobos o melocotoneros.
- Limitar el riego.
- Evitar humedades mediante adecuados drenajes.
- Quemar el material infectado (tocones, raíces)
- Reducir la materia orgánica.
- Emplear abonos minerales.
- Dejar airear y solear el campo arrancando antes de volver a plantar.

### Control químico:

Debido a que el hongo se introduce entre la madera y la corteza de las raíces, la lucha química es prácticamente inaccesible y la desinfección del suelo resulta demasiado costosa.

### Control biológico:

El empleo de *Trichoderma viridae* debido a sus propiedades antagonistas respecto a *Armillaria melea*, reduce el inicio y crecimiento de los rizomorfos subterráneos, pero este método de lucha está ligado a la presencia de sustratos orgánicos que permitan un desarrollo de otros organismos competidores ya instalados, para reducir el inóculo en el suelo.

## Podredumbre blanda de la raíz (*Rosellinia necatrix*)

El hongo está presente en todos los suelos y en maderas muertas o en descomposición, pudiendo producir daños hasta en plantas jóvenes de vivero. En plantas adultas el hongo convive con la planta sin producir daños.

Existen diferentes tipos de síntomas aéreos que pueden observarse en los cítricos infectados por este hongo y que consisten en la defoliación y muerte lenta: los árboles suelen presentar un retardo en su crecimiento con ausencia de formaciones de nuevos brotes. Durante el verano aparece un amarilleo del follaje, con hojas más pequeñas de lo normal, dando lugar a una prematura defoliación al final del verano. Los árboles con síntomas de clorosis presentan más yemas florales que yemas vegetativas en el año anterior a su muerte. Aunque los árboles se infecten pronto después de la plantación, los síntomas agudos no se desarrollan hasta la fructificación en la que los frutos dejan de crecer y pueden arrugarse, y en los sucesivos años se producen pocas hojas y muchos frutos.

En el sistema radicular los síntomas se manifiestan con la pudrición de pequeñas raíces por el micelio blanco del hongo que invade después las grandes raíces, que se pardean al principio y después se ennegrecen. La invasión se extiende a través del cortex y cambium del tronco y progresa hacia arriba produciendo exudados de savia. La superficie de las raíces se cubre con hebras de micelio blanco algodonoso. Observándose una fina capa de micelio algodonoso bajo la madera y en el suelo adyacente. En condiciones de humedad y temperatura adecuadas el micelio blanco aparece a nivel del suelo en el cuello del árbol y los ejemplares enfermos se pueden extraer fácilmente del suelo por tener las raíces muy deterioradas. Debido a que el micelio requiere elevados niveles de oxígeno para su desarrollo, se explica que en la mayoría de los casos el hongo esté limitado a los horizontes más superficiales del suelo.

### Factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad:

- Los suelos pesados, con elevado contenido de arcillas (50 %).
- Elevada humedad (75-100 %).
- Temperaturas entre 20-25 °C.
- pH entre 5 y 7.
- Suelos con alto nivel de materia orgánica.
- Suplemento como superfosfato cálcico y paja de arroz

### Medidas de control:

- En árboles enfermos se debe limitar el riego y realizar fosas circulares de un metro de radio alrededor del pie del árbol dejando al descubierto sus raíces y aplicando funguicidas a base de cobre (Sulfato Cúprico al 5 %).
- Durante el cultivo se puede controlar la enfermedad mediante la solarización en verano.

### Gomosis.

Podredumbre de la base del tronco y cuello de la raíz y podredumbre de raíces absorbentes (*Phytophthora nicotianae*, *P. citrophthora*). La presencia de estos hongos es permanente durante todo el año en el suelo y su mayor actividad parasitaria se produce cuando la temperatura media del ambiente oscila entre 18 –24 °C. El agua de lluvia o la de riego que empapa el suelo favorece la formación de la parte reproductora asexual de estos hongos.

La gomosis puede aparecer en la base del tronco, cerca de la zona de unión del injerto o bien a lo largo del tronco llegando a afectar a las ramas principales de algunas variedades. Las zonas afectadas adquieren diversas formas y el tamaño de la lesión dependerá del tiempo que lleve actuando el hongo y de las condiciones ambientales. Normalmente las lesiones son alargadas y si hay suficiente humedad ambiental, se producen emisiones de gotitas de goma. Las zonas afectadas se deshidratan y se va separando la corteza, pudiendo desprenderse en tiras verticales si estiramos desde la zona donde se inicia la separación. Debajo de esta zona la madera puede estar ennegrecida pero no muerta, por lo que podrá seguir subiendo savia bruta, pero no podrá bajar de esta zona savia elaborada. Con el tiempo, las raíces que están por debajo de esa zona irán dejando de recibir alimento y acabarán muriendo.

Cuando el ataque se localiza en la parte baja del tronco y el cuello de las raíces principales, se va produciendo una deshidratación y podredumbre de la corteza con la consiguiente separación de la madera, que aparece ennegrecida. En las raíces se ve la zona afectada, en la que se forman los típicos chancros, con bordes engrosados debido a que la planta ante el ataque del hongo, para intentar cerrar la herida, empieza a multiplicar sus células a mayor velocidad (respuesta hiperplástica o hipertrófica). El chancro afecta principalmente a la base del tronco pero, en algunos casos, puede presentarse también a lo largo del mismo. Las lesiones son variables en forma y tamaño, pero crecen más

rápidamente en sentido vertical que lateralmente.

La podredumbre de las raíces absorbentes se concreta en una destrucción de las raíces finas. Si se produce este hecho repetidamente y con bastante amplitud puede alterar el desarrollo de las plantas.

En condiciones de elevada humedad atmosférica, el hongo fructifica en la superficie de las manchas formando una mohosidad blanquecina. Los frutos infectados se desprenden prematuramente. Las áreas de la corteza infectadas son frecuentemente contaminadas por otros hongos (*Penicillium* spp. ; *Fusarium* spp., etc.). Si el ataque pasa inadvertido porque la base del tronco y las raíces estén tapadas por la tierra, los síntomas característicos de la enfermedad se manifiestan con las siguientes características:

- Brotes débiles, de escaso desarrollo y aspecto clorótico.
- Frutos de pequeño tamaño.
- Hojas color verde amarillento y más puntiagudas.
- Limbos más pequeños y amarillentos.

Los limoneros y los pomelos son muy sensibles a *Phytophthora* spp. Siendo el naranjo dulce más sensible que los mandarinos y sus híbridos; los Citranges, Troyer y Carrizo, y el mandarino «Cleopatra» presentan cierta resistencia. El naranjo amargo, el citruelo y el Kumquat son resistentes. Por lo tanto, la elección del patrón supone un aspecto importante en la lucha contra esta enfermedad, además de la investigación de nuevos patrones resistentes.

El método de lucha más eficaz es una buena combinación de medidas preventivas junto al control químico. (Villalba, 2003; Agricultura, 2003).

### Tabaco (*Nicotiana tabacum*)

La pata prieta causada por el hongo *Phytophthora* parasitica var. *nicotianae*, es una de las principales enfermedades que aún afecta al cultivo del tabaco en diferentes regiones del mundo, en las cuales se han reportado pérdidas hasta de 18,908,000 dólares.

Según la literatura consultada, es en 1896 que se informa por primera vez la presencia de la enfermedad en semilleros de tabaco en Jaba. Con posterioridad su presencia se ha reportado en más de veinticinco países productores, en los cuales causa graves pérdidas en todos los tipos de tabaco. Solo en Carolina del Sur (Estados Unidos), las pérdidas ascendieron en años a cerca de ciento treinta millones de dólares; aún en el presente se informan pérdidas que oscilan desde 4-5 hasta el 100% en las diferentes zonas geográficas del mundo.

Los factores climáticos influyen sobre el desarrollo del patógeno, que bajo condiciones muy favorables, pueden propiciar epidemias importantes con pérdidas de consideración en el cultivo. Entre los parámetros climáticos que influyen sobre los procesos biológicos de las especies del género *Phytophthora*, se señalan la temperatura y el agua, como fundamentales para la producción y germinación de sus estructuras reproductivas; para *Phytophthora* parasitica var. *nicotianae*, se ha comprobado que estos factores son vitales para su desarrollo.

A pesar del desarrollo de métodos de control, entre ellos los fungicidas, aún en la actualidad *P. nicotianae*, se sigue considerando como uno de los patógenos del suelo más dañinos del tabaco, debido a la falta de fungicidas efectivos en el ámbito de suelo y raíces, a la resistencia a los fungicidas sistémicos y a la aparición de nuevas razas fisiológicas del hongo. ( Fernández et. al. ,2002; Fernández, 2002)

### Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*)

La pudrición del tallo se caracteriza por un enrojecimiento de los haces vasculares del tejido parenquimatoso y de las raíces jóvenes que rápidamente se pudren; puede ocasionar considerables daños cuando ataca variedades susceptibles. Se desarrolla tanto en las cañas en pie como en aquellas estacas sanas que son utilizadas como semilla (China y Rodríguez, 1994).

Se considera que *Fusarium moniliforme* y *F. subglutinans* son los agentes productores de esta enfermedad (Koike, 1998; Autrey et. al., 1992) Este hongo es un patógeno de muchas gramíneas, por lo cual posee una extensa distribución mundial, registrándose su presencia en la mayoría de los países del continente americano, algunos del continente africano, India, Indonesia, Indochina, Hawaii, Australia y Estados Unidos (Autrey et. al., 1992).

Otras especies de *Fusarium*, que constituyen serios patógenos de las gramíneas provocan la podredumbre seca de la caña, tales como: *F. graminearum*, *F. avenarum* y *F. culmorum*. (Barrios et. al., 2001).

### Plátano (*Musa* sp.)

El cultivo del plátano ha sido muy atacado por la enfermedad de panamá, cuyo agente causal es *Fusarium oxysporum* f. *cubense*; Esta enfermedad fue ampliamente detectada en la América tropical a principios de siglo y es conocida

actualmente en la mayoría de los países productores y posiblemente se halla presente en todos ellos.

Los perjuicios que ocasiona la enfermedad puede equipararse con la media docena de enfermedades vegetales más catastróficas, y en cuanto a la importancia puede clasificarse al nivel de la roya del trigo y el mildiu de la patata. En gran parte, ha sido responsable de la destrucción de muchos millares de hectáreas de platanales en la América tropical y fue una de las causas principales de la emigración hacia el sur y el oeste del comercio del plátano centroamericano.

En un plátano susceptible, el hongo infecta las raicillas, luego invade una raíz principal, ascendiendo hasta el tallo a través del sistema vascular. El desarrollo en las raíces es lento (incluso en variedades muy susceptibles como «Gros Michel») y la probabilidad de que la infección se propague desde la raíz hasta el rizoma es pequeña, del orden de una entre veinte; Sin embargo una vez establecida en el rizoma, el desarrollo es rápido y el hongo se propaga a través de los haces vasculares, tiñéndolos de color marrón, rojo oscuro o púrpura. Apenas se ha producido una invasión apreciable del tallo, la planta exhibe síntomas foliares; las hojas en sucesión acropétala, se colapsan en la base de los pecíolos o en las partes inferiores de las venas centrales, con las láminas colgando hacia abajo y adoptando una tonalidad blanquecina, a menudo, todas las hojas, salvo las más jóvenes, se abaten de este modo y sólo permanece en postura erecta la hoja del corazón. Todas las hojas nuevas producidas, ya que el crecimiento no se detiene en el acto, tienen un color amarillento moteado y suele haber en ellas cierta deformación y arrugado de la lámina. Más tarde, se presenta resquebrajaduras variables en el pseudotallo y las vainas exteriores se hienden longitudinalmente y tienden a separarse de la planta. Cuando la enfermedad está avanzada, los síntomas vasculares se extienden a lo largo del pseudotallo y los tejidos del cormo son invadidos por microorganismos secundarios; En esta fase, el tejido del cormo, al ser cortado, suele despedir un olor característico a podredumbre. Se comprobó que el tiempo transcurrido entre la infección de la raicilla y el agotamiento era de dos meses por lo menos.

La planta infectada rara vez se recupera, pero no muere enseguida, sino que continúa su menguado crecimiento y los retoños infectados siguen desarrollándose y agotándose durante varios años antes de que la planta muera.

La difusión de la enfermedad es característica. En un campo recién plantado con retoños saludables, la enferme-

dad se presenta al principio a través de unos cuantos casos aislados y diseminados (infección espontánea) pero más tarde se multiplican nuevos casos «espontáneos» acompañados por infecciones «asociadas». Estas últimas son casos de contacto que ocurren. Por lo tanto, existe la tendencia de que en el campo se extiendan rápidamente grupos de casos, hasta que finalmente estos grupos se unen entre sí, en cuyo momento la enfermedad no puede ser controlada y queda imposibilitada la producción económica de fruta.

Se distinguen ocho factores que afectan la presencia y el curso de la enfermedad.

- Clon desarrollado (factor individual más importante).
- Edad de la planta (raíces de plantas maduras son más resistentes que las de plantas jóvenes).
- Tiempo (ejemplo, la sequía reduce la enfermedad, mientras las lluvias intensas la favorecen).
- Condición general del sistema radicular (desarrollo intenso de nuevas raíces estimula al parásito).
- Estado físico del suelo (un suelo suelto favorece al patógeno).
- Drenaje (deficiente, estimula la enfermedad).
- Nivel nutritivo y condiciones físicas del terreno. (suelos fértiles favorecen la supervivencia de la planta).
- Dosis de inóculo presente en el suelo. (una mayor cantidad de inóculo, favorece el desarrollo de la infección). (Simmonds, 1973).

### Papa (*Solanum tuberosum* Lin)

Cultivo de alta demanda en el mundo, por su alto valor nutritivo, es atacado por numerosas plagas y enfermedades, dentro de las cuales se encuentran las provocadas por los hongos del suelo; Dentro de éstas tenemos:

Roña (*Spongospora subterranea*), Solamente aparece en suelos fríos y húmedos y frecuentemente asociado con la verruga.

En la parte aérea de la planta no hay, normalmente, indicios de enfermedad. En la superficie del tubérculo aparecen al principio pequeños granitos, como ampollas, de color claro. A medida que las células se agrandan y dividen, aparecen apéndices como verrugas en la superficie del tubérculo; luego, estos apéndices, parecidos a ampollas, se convierten en pústulas abiertas y oscuras con un diámetro de 2 a 10 milímetros, que contienen una masa polvorienta de esporas de color castaño oscuro. También se forman lesiones redondeadas en los tubérculos, bordeados por la epidermis rota.

En las raíces se pueden formar agallas de hasta 15 mm que, cuando son abundantes, reducen el vigor de la planta. Cuando las agallas están recientemente formadas las raíces parecen normales, pero luego, se van oscureciendo rápidamente, y se desintegran.

Para controlar la roña debe sembrarse los tubérculos libres de la enfermedad y escoger suelos bien drenados y libres del patógeno. Una rotación larga de cultivos podría reducir la incidencia de la roña.

Verruga (*Synchytrium endobioticum*), La verruga o roña negra está ampliamente distribuida en las regiones templadas y de la zona tórrida con climas fríos y lluviosos. Puede producir pérdidas considerables en el rendimiento. Esta enfermedad está, con frecuencia, asociada con la roña.

En la base de los tallos, los extremos de los estolones, y los ojos de los tubérculos, se pueden producir tumores de diversos tamaños, desde pocos milímetros hasta varios centímetros. En condiciones de humedad, pueden aparecer síntomas en los tallos y el follaje.

Al principio, los tumores son blancos o del mismo color que un tejido normal. Con la edad, se vuelven negros y se pueden pudrir por causa de organismos secundarios. Las verrugas de las partes aéreas son verdes, rojas o moradas.

Para disminuir su afectación se deben plantar variedades resistentes y hacer rotaciones largas de cultivo, durante cinco años o más; aunque la manera más eficaz de limitar la diseminación de la enfermedad es prohibir que de las regiones infectadas salgan tubérculos y, particularmente, semilla.

Pudrición Rosada (*Phytophthora erythroseptica*), es una enfermedad severa cuando el suelo está anegado y tiene una temperatura por encima de 20°C. Generalmente no representa un problema grave.

Los tubérculos con pudrición rosada presentan una coloración marrón oscura o negra debajo de las lenticelas. El tejido podrido permanece intacto pero es esponjoso. Las plantas pueden, al comienzo, marchitarse a partir de un deterioro del tallo y de una clorosis foliar, y aparecer lesiones. El cambio de color de la superficie de los tubérculos cortados es característico: en 5 a 20 minutos cambia de color crema casi normal a rosado y, luego, a negro. La pudrición está acompañada de un tenue olor a vinagre.

Para controlarla es necesario mejorar el drenaje del suelo y sembrar tubérculos sanos.

Esclerotiniosis (*Sclerotinia sclerotium*), Esta enfermedad afecta la papa sobre todo en las partes de la zona tórrida que tienen temperaturas relativamente bajas, y en las zonas tem-

pladas. Llega a causar daños importantes en la papa cuando la rotación de cultivos comprende hortalizas susceptibles como leguminosas, lechuga y tomate.

Las lesiones del tallo se desarrollan al nivel del suelo, o cerca de las axilas de las hojas y están cubiertas con una masa algodonosa de micelios y esclerocios. En la base de los foliolos aparecen lesiones de formas irregulares.

La esclerotiniosis destruye la médula central del tallo y el vacío que queda se llena de un micelio blanco que posteriormente forma esclerocios duros, negros, de 0,5cm de largo. El ápice se marchita y el tallo se parte o se quiebra al nivel del suelo.

Los tubérculos cercanos a la superficie del suelo se vuelven arrugados, negros en la parte exterior y acuosos. Posteriormente, las cavidades se llenan de micelios blancos y de esclerocios. Cuando germinan, los esclerocios forman capas miceliales, o pequeños hongos gordos en forma de taza, desde los cuales las esporas (transportadas por el viento) infectan las hojas y los tallos de muchas plantas dicotiledóneas. Los esclerocios, que tienen vida larga, pueden ser eliminados con una inundación del suelo durante el intervalo entre cosechas. La rotación con cultivos no susceptibles, junto con la remoción y eliminación de las plantas infectadas, ayudan a reducir esta enfermedad.

Pudrición basal (*Sclerotium rolfsii*), esta enfermedad también conocida como «tizón del sur» o pudrición de *Sclerotium* existe en el mundo entero y afecta una amplia gama de plantas. Para la papa constituye un problema sólo en condiciones cálidas y húmedas.

Se produce inicialmente amarillamiento y marchites durante el día, al presentarse lesiones parduscas que circundan la base del tallo inmediatamente debajo de la superficie del suelo. Un micelio blanco crece, a menudo en forma de abanico, en los tallos, los tubérculos, o en el suelo, produciendo esclerocios pequeños y blancos que luego se vuelven pardos.

Los tubérculos suelen pudrirse en el campo antes de la cosecha, en el almacenamiento, o en el transporte. La pudrición comienza como un deterioro semisólido que, con frecuencia, es invadido por organismos de pudrición blanda. Los tubérculos semillas pueden pudrirse antes de que emerjan las plantas.

El control es difícil porque los esclerocios tienen larga vida en el suelo y hay muchas plantas susceptibles a la enfermedad. Las plantas afectadas y el rastrojo deben ser eliminados del campo y quemados o enterrados profundamente al arar. Debido a que el patógeno es altamente aeróbico es

efectivo arar profundamente y rotar con arroz, que debe ser cosechado en tiempo seco.

Torbo (*Rosellinia* sp.), En tierras altas de la zona tórrida, el torbo puede causar una reducción considerable en el rendimiento de la papa sembrada en suelos húmedos, ricos en materia orgánica, particularmente en terrenos recién rosados.

Las plantas enfermas detienen su crecimiento y se marchitan. En sus partes subterráneas se desarrolla una pudrición negra parcialmente cubierta por una capa de micelios entre blancos y grisáceos.

En un corte transversal, los tubérculos ennegrecidos presentan una faja de proyecciones estriadas que penetran en la pulpa. A menudo, sólo son atacadas las plantas aisladas. La falta de una rotación de cultivos favorece esta enfermedad.

Como medida de control se recomienda eliminar o quemar arbustos y árboles cuando se rosa un terreno e iniciar luego una rotación de cultivos.

Rhizoctoniosis (*Rhizoctonia solani*), El hongo causante de esta enfermedad se presenta en casi todos los suelos porque tiene una amplia gama de hospederos, sobrevive en residuos de plantas, se disemina fácilmente a los tubérculos y se desarrolla a temperaturas muy diversas. Ocasiona daños considerables en los brotes emergentes cuando las condiciones no favorecen una emergencia rápida, como cuando hay un suelo húmedo y frío. Los síntomas son diversos. Las lesiones en la punta de los brotes retardan o detienen la emergencia de las plántulas. Se presentan chancros pardos en los tallos o los estolones al nivel del suelo o debajo de este nivel. Estos chancros pueden circundar el tallo y generar la formación de tubérculos aéreos, marchitez y muerte de la planta.

En la superficie del tubérculo se forman esclerocios de color marrón oscuro o negro, duros y de tamaño y formas irregulares. En la base del tallo puede producirse una capa, inocua, de micelio blanco.

Los esclerocios tienen larga vida en el suelo y es, por eso, necesario reducir su incidencia mediante rotaciones largas con cereales y pastos.

La siembra superficial de tubérculos con buenos brotes reduce el tiempo de exposición de éstos al hongo en el suelo. Los funguicidas para el suelo y un tratamiento de los tubérculos-semillas ayudan a reducir el inóculo cuando éste

proviene de la semilla y cuando los suelos no están demasiado infestados.

Gangrena (*Phoma exigua* ssp. *foveata* y ssp. *exigua*), es un problema serio en climas fríos y húmedos de zonas templadas.

La infección generalmente sigue a un daño en el tubérculo y la pudrición es especialmente severa en el almacenamiento a bajas temperaturas.

Se forman pequeñas depresiones oscuras debajo de la piel del tubérculo que crecen como cavidades de pudrición de color marrón oscuro y morado, y con bordes bien definidos. Se puede reducir la incidencia de la enfermedad mediante la eliminación de rastrojos y la recolección oportuna al madurar los tubérculos. Para ayudar a sanar las heridas del tubérculo, se debe almacenar inicialmente en ambientes con alto grado de humedad y a unos 18°C durante 10 días y desinfectar los tubérculos sumergiéndolos rápidamente en funguicidas, o aplicando funguicidas por fumigación o aspersión; así como sembrar semillas libres de la infección.

Pudrición seca y marchitez por *Fusarium* (*Fusarium* spp.), Diferentes especies de *Fusarium*, que se han extendido a todo el mundo, causan varias enfermedades cuyo desarrollo es favorecido por las temperaturas altas.

Uno de los problemas más graves en el almacenamiento es la pudrición seca. Los tubérculos presentan primero lesiones oscuras, ligeramente hundidas, que luego se extienden con pudrición interior, dejando cavidades que contienen micelios de diferentes colores, según las especies. El borde de la pudrición es claramente definido. El tubérculo finalmente se seca y endurece.

Los síntomas en las plantas consisten en amarillamiento de las hojas inferiores, moteado de las hojas superiores y marchitez subsiguiente. Los tejidos vasculares de los tallos y de los tubérculos se decoloran. La marchitez es acentuada por el clima cálido.

El control se hace utilizando semilla libre de la infección, mediante un buen manejo del agua y con rotación de cultivos.

Marchitez por *Verticillium* (*Verticillium albo-atrum* y *V. dahliae*), Esta enfermedad puede ser un problema serio en las regiones cálidas de la zona tórrida y de las zonas tem-

pladas y en desiertos irrigados donde la escasez de agua puede ser grave. También se presenta, con mayor severidad, en regiones más frías con períodos prolongados de tiempo cálido y seco.

La enfermedad se caracteriza por un amarillamiento de las hojas, que comienza en la base de la planta y se desarrolla en partes de las hojas, del tallo o de la planta en general. La planta se marchita después y el sistema vascular de la parte baja del tallo toma un color marrón. Frecuentemente, las plantas se vuelven amarillas y maduran precozmente sin una marchitez pronunciada (muerte prematura).

El anillo vascular de los tubérculos suele tomar un color marrón claro pero mantiene una textura firme. La decoloración, que parte de la inserción del estolón, puede extenderse desde unos pocos milímetros dentro del tubérculo hasta el centro de éste. Los tubérculos más grandes tienen a menudo ojos de color marrón claro (ojo rosado).

Para el control de esta enfermedad puede utilizarse la rotación con cultivos no susceptibles tales como, cereales, pastos o legumbres; utilizar variedades tolerantes o resistentes así como tratar los tubérculos- semillas con fungicidas desinfectantes para eliminar el inóculo que vive en el suelo y evitar el estrés por agua mediante una irrigación adecuada.

Carbón (*Thecaphora* [Angiosorus] *solani*), está restringido a partes de la zona tórrida en América, donde se presenta en las tierras altas y frías o en los desiertos con riego artificial.

Generalmente no se ven síntomas en la parte aérea de la planta. Estos consisten en protuberancias en el tallo y estolones, las cuales tienen pequeñas cavidades llenas de esporas de color entre marrón y negro.

Existen variedades resistentes o tolerantes, y también productos químicos para tratar el suelo. La rotación de cultivos puede ser efectiva, aunque la enfermedad persiste durante años en el campo. Se debe imponer una cuarentena estricta para impedir que la enfermedad se propague a nuevas áreas. (CIP, 1985)

### Sandía (*Citrulus lanatus*)

Dentro del grupo de hortalizas de fruto, el cultivo de la sandía, junto con el melón, ocupa uno de los más destacados lugares en importancia en España (» 30.000ha) con una producción de 700-800.000 toneladas.

El más grave problema fitosanitario que en la actualidad tiene el cultivo de la sandía es el causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveun* (FON), el cual ocasiona la muerte de las plantas, normalmente, en el momento de iniciarse la recolección, o incluso antes si la infección es muy fuerte.

El FON es el principal patógeno vascular que ataca la sandía y el causante de la muerte masiva de plantas en todas las zonas productoras del mundo. Se ha identificado repetidamente como el causante de la pérdida de plantaciones en la comunidad Valenciana, Andalucía, etc., al igual que en casi todos los países productores de la cuenca mediterránea (Italia, Grecia, Túnez, Líbano, Israel, etc.) y otras fuera de ella (China, Estados Unidos, Japón, etc.) A pesar de que los daños más espectaculares se producen antes de la recolección, el hongo puede atacar a plantas adultas de cualquier edad después de la germinación. En suelos fuertemente infectados hay mucha mortalidad de plantas jóvenes.

El hongo penetra por las raíces y se localiza en los vasos leñosos de estas y del tallo, impidiendo o dificultando la ascensión y circulación de la savia, produciendo el pardeamiento del tejido leñoso y una exudación gomosa.

En la planta adulta atacada, las hojas presentan un amarilleo y se marchitan durante las horas cálidas del día, y se recuperan parcialmente durante la noche, terminando por morir a los tres o cuatro días de observar la presencia de la enfermedad. Otras veces, la planta afectada presenta ramificaciones cortas, con marchitamiento limitado a una o varias ramas. Los frutos cuajados son escasos y poco desarrollados cuando la fusariosis se presenta temporalmente, y de maduración defectuosa. Como se expone anteriormente, con frecuencia la planta muere antes de que los frutos alcancen el momento de la recolección.

### Ciclo de la enfermedad

Este hongo puede mantenerse en el suelo durante un período largo, de 10 a 16 años, sin cultivo de sandía, en forma de órganos resistentes (clamidoporas), o colonizando raíces de malas hierbas o de otros cultivos a los que no causa ningún perjuicio, pudiendo también transmitirse mediante semillas procedentes de plantas afectadas, a través de sustratos contaminados, mediante el viento, agua de riego, herramientas de cultivo, etc.

La enfermedad causada por FON resulta más grave con temperaturas entre 19 y 28 °C. Se cita que la presencia de nematodos en el suelo agrava la enfermedad, por el debili-

tamiento primario que producen.

#### Métodos de control:

El método de lucha más utilizado hasta ahora, es la desinfección del suelo con fumigantes de amplio espectro. El bromuro de metilo ha sido el desinfectante más eficaz para el control del FON, pero su aplicación es muy cara y, como ya es conocido por todos, por los problemas medioambientales y de residuos que produce, tras el protocolo de Montreal, existe el acuerdo de restringir su utilización progresivamente hasta el año 2005 en que estará prohibido su uso.

La rotación de cultivo es un método de incierta eficacia, dada la larga permanencia del hongo en el suelo. Como mínimo se recomienda dejar un lapso de 4-6 años entre dos cultivos de sandía, utilizando aquellas variedades que muestran cierta tolerancia a la enfermedad, aunque las más resistentes, con posibilidades de cosechar frutas, no pasan de dar en suelos muy contaminados más allá de un 30-40 % de la producción que darían en suelo sin el patógeno.

La problemática de utilización del bromuro de metilo ha dado paso en los últimos años a numerosas investigaciones, ensayos experimentales, etc., de métodos alternativos para la desinfección de suelos, todos ellos conocidos por el sector agrícola, entre los que se encuentran la solarización, la combinación de ésta con incorporación de materia orgánica (biofumigación), otras materias activas distintas al bromuro de metilo, ondas electromagnéticas, plantas biocidas, variedades resistentes, etc.

En el caso de la sandía (y otras hortalizas) ha dado un excelente resultado la técnica del injerto (ej. En Armenia, Valencia, etc.). Se trata de cultivar la parte aérea de la sandía (variedad) sobre el sistema radicular de una planta de otra especie pero de la misma familia, que actúa como patrón o porta injertos, y que es resistente al Fusarium. Esta técnica comenzó en Japón en 1914, y en el caso de hortalizas (cucurbitáceas y solanáceas) en Europa, en 1947.(Monera,1999).

#### Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en muchos países del mundo (Gómez et. al.,2000). La marchitez, en este cultivo, causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* es una de las enfermedades más importantes en el cultivo, en países de la zona templada y tropicales; La enfermedad se manifiesta por un amarilla-

miento de las hojas de la base de la planta, después por un desecamiento. Los síntomas progresan rápidamente sobre los estados foliares superiores. Este síntoma puede aparecer unilateralmente sobre la hoja o una parte de la planta. Bajo invernadero al inicio de la enfermedad la planta puede marchitarse a las horas calientes del día, pero recobran su turgencia, después el marchitamiento deviene permanentemente y puede ocurrir la muerte de la planta.

El hongo se transmite por semilla y se establece en distintos tipos de suelo, los cuales quedan afectados casi indefinidamente, su principal método de distribución de carácter extensivo es el de los trasplantes mientras que la diseminación local se lleva a cabo por partículas del suelo arrastradas por el viento o por las aguas de riego y los aperos de labranza.

En el suelo puede haber varios tipos de propágulos como esporas y clamidosporas, etc., los cuales pueden estar directamente en el suelo o en residuos vegetales. En muchos casos este inóculo está en el suelo de forma inactiva y requiere de determinado estímulo externo para reiniciar sus actividades sin los cuales los patógenos se van reduciendo. Hay determinados exudados liberados por semillas y las raíces que pueden estimular la germinación de esporas en el suelo.(Díaz y Alfonso,2003).

El damping-off o muerte de las posturas de tomate se conoce que es un sistema provocado fundamentalmente por hongos patógenos de suelo dentro de los que se encuentran los géneros *Phytophthora*, *Phytium*, y *Rhizoctonia*, este daño se caracteriza por producir necrosis en el pequeño tallo, el cual consiste en el estrangulamiento, colapso y caída de éste, las plantas afectadas mueren irremediablemente. (Borrás et. al., 1996)

#### Frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.)

*Sclerotium rolfsii* es un hongo fitopatógeno muy importante debido a su extensa gama de hospederos y a que se distribuye en todas las regiones agrícolas con predominancia en las zonas tropicales y subtropicales, donde encuentra alta temperatura y humedad en el suelo. La característica de sus esclerocios de sobrevivir por mucho tiempo en el suelo y la gran cantidad de hospederos de este patógeno han dificultado su control.

Causa grandes afectaciones en la densidad de población de diferentes cultivos, de lo que no escapa el frijol, especialmente durante los primeros 30 días de la etapa inicial de su desarrollo. Se ha reportado por Díaz y Renauld (1966), citado

por Hernández y Quintero, 2002, que las precipitaciones favorecen los ataques de *S. rolfsii* al frijol en Venezuela.

Sobre la base de lo difícil del control de *S. rolfsii* usando medidas de control aisladas hay tendencias al desarrollo de planes de control integrado para lograrlo. (Hernández y Quintero, 2002)

### Judía (*Phaseolus vulgaris* Lin).

El damping-off en plántulas, después de la siembra o trasplante es una de las principales enfermedades que sufre este cultivo, provocada por el patógeno fungoso del suelo *Rhizoctonia solani*, Kuhn. El ataque se produce cuando la temperatura es superior a 15 °C, y el cultivo es más sensible cuando el suelo permanece húmedo durante la quincena posterior a la siembra; en plantas afectadas se pueden observar chancros rojos sobre el hipocotilo que causa en algunos casos, la marchitez o muerte de la planta joven. En otros casos los chancros cicatrizan y la planta sobrevive con la consiguiente disminución del crecimiento y su producción. Los hipocotilos de más de 20 días se muestran más sensibles a la enfermedad.

La literatura es extensa sobre los trabajos realizados por distintos autores para su control. En Egipto se han realizado varios trabajos tratando las semillas previamente a la siembra con carbonato cálcico, hidróxido cálcico, fosfato monocálcico, etc., con resultados mejores que en las siembras con semillas no tratadas.

Otra posible solución es el uso de la solarización, como un método alternativo a la desinfección. (Campos, 2001)

### Fresa

Son varios los hongos que afectan a la planta desde su sistema radical o zona cortical del cuello, entre éstos se tiene *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp. *Rhizopus* sp., *Phytium* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. y *Penicillium* sp.

El fresón es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de estiércol de alrededor de 3 kg/m<sup>2</sup>, que además debe estar muy bien descompuesto para evitar favorecer el desarrollo de enfermedades y se enterrarán con las labores de cultivo

En caso de no practicarse una fumigación previa al suelo, el cultivo se expone en gran medida al ataque de estos hongos parásitos, pudiendo llegar a ser dramáticas las consecuencias (Infoagro, 2003).

### Albahaca (*Ocimum basilicum*, L.).

La albahaca verde se utiliza en estado fresco y seco, en medicina verde o por su aroma como condimento. Esta planta es afectada por hongos que provocan enfermedades del sistema foliar, vascular y del tallo, tales como *Botrytis*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*.

El marchitamiento causado por *Fusarium oxysporium* f. sp. *basilicum*, es una enfermedad destructiva que ha aparecido en Rusia, Italia, Francia, y más recientemente en los Estados Unidos e Israel, donde las plantas afectadas muestran epinastia, crecimiento asimétrico, encrespamiento de las hojas, clorosis y marchitez que comienza por las hojas apicales. Los síntomas externos están asociados con la decoloración del xilema. (Armas de et. al., 2001)

### Rosa (*Rosa* sp.)

Al igual que todas las plantas leñosas, los rosales están expuestos a la pudrición de sus raíces por hongos del suelo como *Armillaria mellea*, *Phytophthora* spp., *Verticillium albo-atrum*, y otros. Es difícil saber si están sufriendo un ataque de estos parásitos o es sequía, falta de hierro, nemátodos, vertido de detergentes, combustible, etc., puesto que produce síntomas similares.

Normalmente las infecciones de hongos del suelo están provocadas por el exceso de riego. En el caso de *Armillaria mellea*, las raíces se pudren y sobre la corteza de dichas raíces, se observa un micelio blanco que más tarde se vuelve parduzco y casi negro. En tiempo cálido y húmedo de otoño se puede ver este micelio blanco debajo de la corteza a la altura del cuello del arbusto. Si además aparecen setas anaranjadas del hongo en ese lugar, la identificación es definitiva; muere el rosal y todos los que se planten en su sustitución.

### Medidas de control:

La lucha con productos químicos es muy difícil porque estos hongos viven en el suelo y dentro de la raíz. Lo más importante es prevenir evitando el exceso de agua en la tierra (no pasarse con el riego y mejorar el drenaje si en la zona se acumula agua).

Cuando se ha comprobado la existencia de la enfermedad conviene arrancar las plantas afectadas. Se transmite fácilmente a los contiguos a través de las raíces. (Infojardín, 2003)

## Clavel ( *Dianthus* sp.).

Es una planta herbácea perenne originaria de Europa y Asia. Pertenece a la familia Caryophyllaceae, género *Dianthus* y se cultiva como planta ornamental y para flores de corte. Existen diferentes especies de este género como son: *D. chinensis*, *D. barbatus*, *D. caryophyllus*, *D. armenia*, *D. plumarius*, entre otros.

En numerosos países del mundo la producción de flores con destino a la exportación se hace cada día más importante para el ingreso de divisas. Un ejemplo de ello lo tenemos en Colombia, donde la floricultura es el tercer renglón exportable después del banano y el café, país que se ha convertido en el tercer exportador de flores del mundo después de Holanda.

El cultivo de flores bajo invernadero ha contribuido a colocar al país en un segundo lugar en la exportación de flor cortada hacia los Estados Unidos y Europa, Asocoflores, 1990 citado por Castillo et. al., 1995

Una de las principales limitantes en la producción de clavel, en el país de referencia lo constituye el marchitamiento vascular por *Fusarium oxysporium* f. sp. *dianthi*. (Sandoval et. al., 1998)

## Ornamentales

El cultivo de especies ornamentales representa un componente ambiental, estético e indispensable para el ser humano. En la actualidad la producción y comercialización de vitroplantas ornamentales en el mercado mundial ha alcanzado un gran éxito, sin embargo estas producciones durante la fase de adaptación se ven afectadas por la incidencia de patógenos del suelo.

Los mayores riesgos para estos cultivos lo constituyen los problemas fitopatológicos de suelo, proporcionada por las modificaciones de los parámetros climáticos, especialmente de la atmósfera. Desde el punto de vista fitopatológico las elevadas condiciones de humedad del suelo pueden favorecer el desarrollo de patógenos fúngicos dentro de los que se encuentran los géneros *Phytium*, *Phytophthora* y *Thielaviopsis*, en los cultivos de ambiente protegido.

Dentro de los métodos de control biológico tiene gran importancia el empleo de microorganismos antagónicos; encontrándose el género *Trichoderma* en dicho grupo.

(Companiononi et. al. , 1998)

## Hongos del suelo en Cuba

Los suelos cubanos tienen como característica microbiológica una composición de bacterias ( $10^6$ ); actinomicetos ( $10^5$ ) y hongos ( $10^4$ ), esto indica que su distribución en el perfil se mantiene en proporciones similares a lo anterior señalado.

La población de hongos tiene dos funciones importantes: la fitopatológica y la de hongos saprofitos; en el orden de fitopatológicos se pueden encontrar los géneros: *Fusarium* sp. , *Rhizoctonia* sp. , *Phytium* sp. , *Sclerotium* sp. , *Rhizopus* sp., etc.

Es importante entender que los hongos saprofitos pueden tener diferentes grados de sinergismo con los fitopatógenos, el que depende de la humedad del suelo, del contenido de fibra, de los restos en el suelo, del grado de azúcar y del estado vegetativo con que haya sido incorporado.

De modo general los hongos que con mayor frecuencia se encuentran en cualquiera de los tipos genéticos de los suelos cubanos son los géneros *Aspergillus*, *Rhizopus* y otros, mientras que los géneros *Fusarium*, *Phytium* y *Sclerotium*, se encuentran con mayor frecuencia cuando hay presencia de masa vegetal en el perfil del suelo ( Hernández y Coto, 1973; Hernández, 1979).

La mayor población se encuentra en los primeros 20 cm del perfil, por la acumulación de materia vegetal y por la oxigenación (Infoagro, 2003).

## Problemática de algunos cultivos en Cuba

ARROZ (*Oryza sativa*, L.), Varios hongos formadores de esclerocios han sido encontrados causante de enfermedades en este cultivo; dentro de estos hongos se conoce que dos producen esclerocios diferenciados en médula y corteza, los cuales están asociados con enfermedades que atacan la vaina foliar y son: *Sclerotium oryzae* Catt, estado esclerocial del ascomiceto *Magnaporthe salvinii* (Cau) Subram y *S. hydrophilum* Sacc, cuyo estado telemórfico es un basidiomiceto de identidad aún desconocida (Cedeño et. al., 1995).

Comúnmente estos patógenos pueden encontrarse asociados con *Rhizoctonia solani*, agente causal del tizón de la vaina y con *Rhizoctonia oryzae* – *sativae*, agente causal de la

mancha agregada de la vaina (Cedeño et. al.,1997).

A partir de plantas de arroz que presentaban lesiones de color castaño oscuro en la base del tallo, se aislaron repetidamente varios tipos de esclerocios, los cuales se diferenciaban en cuanto a su morfología y crecimiento en medio de cultivo.(Barrios et. al.,2002)

### Tabaco (*Nicotiana tabacum*, Lin.)

En Cuba, la enfermedad conocida como pata prieta fue notificada por primera vez en 1905 en la región oriental, y posteriormente se detectó en otras zonas del país. Es una de las enfermedades de mayor repercusión económica en la producción tabacalera nacional por las cuantiosas pérdidas que puede ocasionar, tanto en semillero como en las plantaciones (Espino, 1996; citado por Fernández, 2002). En las campañas desde 1980 hasta 1982 no se observaron afectaciones en semilleros, pero a partir de 1982 – 83 su incremento fue en ascenso (259, 47 ha afectadas) y provocó epidemias de consideración en las regiones de Pinar del Río y La Habana, con una afectación de 1 918, 09 ha (Cuba, 1998).

Durante varios años, para el control de la enfermedad se utilizó la eliminación de plantas, la demolición de áreas afectadas y los funguicidas de contacto. En 1980 se introdujo el uso del metalaxyl, pero en un tiempo breve se detectaron cepas resistentes del patógeno en las principales regiones tabacaleras del país, que unido a la siembra continua de tabaco en los campos tradicionales, motivó el incremento del inóculo en el suelo y afectaciones de consideración en el cultivo. En la campaña 1986 - 87 se perdieron más de veintidós mil canteros y 1 334, 22 ha de plantación.

El incremento continuo de las afectaciones en el cultivo, el control deficiente de la enfermedad con los métodos de lucha establecidos en el país y la poca información disponible de este patógeno en nuestras condiciones, indicó la necesidad de abordar diferentes investigaciones, desarrollar métodos cuantitativos para su detección en suelo y determinar la efectividad de alternativas de control.

*Phytium aphanidermatum*, es un patógeno del suelo que también causa grandes daños al cultivo del tabaco, principalmente en la etapa de semillero. La enfermedad conocida como damping-off o pudrición del pie causada por este hongo, está presente en casi todas las zonas tabacaleras de nuestro país. Esta puede presentarse en cualquier etapa

de desarrollo del semillero, produciéndose tanto la fase de pudrición de la raíz como del tallo. Los semilleros son atacados por lo general cerca de la línea del suelo; se desarrolla una podredumbre carmelita, acuosa y blanda, y las posturas caen quedando postradas en el suelo. Aunque las mayores afectaciones producidas por este hongo se presentan en las posturas, éste también puede atacar plantas de todas las edades (Wong et. al. b, 1999).

### Albahaca (*Ocimum basilicum* Lin.)

El cultivo de plantas medicinales ha tomado gran auge debido a la creciente demanda de algunas de las especies, no sólo para su utilización como remedio vegetal, sino en la propia elaboración de medicamentos (Padrón, 1998). En Cuba, al igual que en otros países también se utiliza como condimento, ya sea en estado fresco o seco.

Esta planta no está exenta de sufrir los daños provocados por los patógenos del suelo y se ha reportado causando afectación en campos del Instituto de Investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova», *Fusarium oxysporium* Schlecht. f. sp.basilicum sobre albahaca verde, donde aparecieron síntomas de marchitamiento, defoliación y necrosis vascular en el tallo de las plantas (Armas, 2001).

### Frijol (*Phaseolus vulgaris*, Lin.)

*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Es un patógeno del suelo que afecta a las raíces y la base de los tallos del frijol, y provoca el síntoma conocido como tizón ceniciento del frijol, el cual produce lesiones pardo oscuras que finalmente adquieren un color cenizo con presencia de los esclerocios negros del hongo; daña a las semillas y reduce su germinación. Las afectaciones serias provocan fallas en la germinación, y aquellas procedentes de vainas asintomáticas pueden registrar hasta un 28 % de infección.

Según la literatura consultada esta enfermedad está registrada en Cuba desde hace varios años (1986) y se encuentra ampliamente distribuida en el país. Sin embargo ha constituido un problema importante en el cultivo fundamentalmente en las provincias orientales en la variedad Velasco Largo principalmente, así como en ICA –PIJAO, con daños de importancia y pérdidas en las cosechas (Sandoval y López, 2000 a; Sandoval y López, 2000b).

*Sclerotium rolfsii*, es otro de los problemas que enfrenta este cultivo en nuestro país, donde las afectaciones producidas por este patógeno, son influidas por diferentes factores edafoclimáticos, meteorológicos y agrotécnicos como el tipo de suelo, distancia de plantación, variedad, lluvia y temperatura. Se señala que en los meses de invierno, ocurren en Cuba, las mayores afectaciones de este patógeno en un grupo de variedades. (Hernández y Quintero, 2002)

### Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* Lin.)

La pudrición del tallo causada por *Fusarium* spp. Se considera de poca importancia económica en Cuba, aunque puede ocasionar considerables daños cuando ataca variedades susceptibles. *Fusarium moniliforme*, es la especie más frecuentemente aislada en muchas de las regiones cañeras del país. (López y López, 2000)

### Piña (*Ananas scomosus* Lin.)

El cultivo de la piña constituye en la actualidad un renglón importante en la economía agrícola de nuestro país, por su alta demanda como fruto fresco e industrializado para el consumo de la población y el turismo, lo cual implica ingresos importantes en divisa.

Este cultivo es afectado por numerosas enfermedades, muchas de ellas de origen fúngico, y con mayor importancia en el ámbito mundial la fusariosis, que afecta tanto la planta como los frutos, producida por *Fusarium subglutinans*; Causa daños a los hijos, plantas en desarrollo y próximas a la cosecha *Phytophthora nicotianae*, y la pudrición de los frutos y propágulos por *Chalara paradoxa*. En Cuba también estas especies fitopatógenas constituyen las de mayor importancia en la fase de vivero (Hernández et. al., 2000).

### Plátano (*Musa* sp. Lin.)

Muchas son las enfermedades fungosas que afectan los cultivos económicamente importantes y entre ellos ocupan un lugar cimero las enfermedades producidas por las distintas especies del género *Fusarium*, las cuales provocan pérdidas de gran envergadura. Se puede citar como ejemplo, lo sucedido en nuestro país con el plátano manzano (*Musa sapientum*), uno de los preferidos por nuestro pueblo por su exquisito sabor, pero que debido a su gran susceptibilidad ante el *Fusarium oxysporum* var. *cubense*, se ve limitado en su cultivo. (García, 1977),

por lo cual se desarrolló un programa de mejoramiento genético de este cultivo, en busca de variedades resistentes a este patógeno y la búsqueda de alguna variedad con sabor similar al plátano manzano tan gustado..

### Ajo y cebolla

El ajo (*Allium sativum* Lin.) al igual que la cebolla (*Allium cepa* Lin.) son cultivos que se ven afectados por el hongo *Phoma terrestris* Hansen, causante de la enfermedad denominada raíz rosada. *P. terrestris*, puede ocasionar daños importantes en otros cultivos.

La sintomatología de la raíz rosada se observó por primera vez en la provincia de La Habana en 1992, solamente en dos fincas; una en el municipio de Güines en el cultivo de la cebolla y otra en Güira de Melena, en el cultivo del ajo. En 1994 – 95 el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LA-PROSAV) informó la presencia del patógeno fungoso *Pyrenochaeta terrestris* en el cultivo del ajo y se observó una gran cantidad de muestras positivas. En la actualidad, el número de campos afectados se ha incrementado considerablemente en el resto de la provincia, (Wong et. al. (a), 1999).

### Clavel (*Diantus* sp.)

El clavel es una planta herbácea perenne originaria de Europa y Asia, que se cultiva como planta ornamental y para flores de corte. En este cultivo se observó pudrición blanda de la raíz principal y base de los tallos, con una coloración pardo claro; el tejido se presentaba deshilachado y las plantas se tornaban de un color amarillo hasta color pajizo, otras que no presentaban esta marchitez podían registrar necrosis en los haces vasculares y raíces, que presentaban color pardo y presencia de un micelio en algunos casos color blanco en la base del tallo, se pudo comprobar la presencia de *Sclerotium rolfsii*; Patógeno que provocó además dampin-off de las plantas en fases tempranas de su desarrollo.

También fue registrada la presencia de *Rhizoctonia solani*, en necrosis de las raíces y tallo, donde se observó en los vasos una coloración marrón. A pesar de que este complejo hongo se presenta en clavel, es de destacar que el principal productor del marchitamiento lo constituye *Phytophthora* parasítica, el que predominó en las muestras analizadas.

El registro este hongo fue positivo a los 5,10,15, y 20 cm de profundidad, en los canteros con más del 50 % de plantas afectadas.

Otro aspecto importante de esta patología es que se agudizó en los momentos más cálidos y lluviosos del año, lo cual está en correspondencia con las exigencias de este hongo, mientras que la incidencia de la enfermedad disminuye a medida que comienza la etapa invernal. (Sandoval et. al.,1998)

### Girasol (*Elianthus hannuus*).

*Sclerotium bataticola* Taub. (Butler) es el agente causal de la «pudrición carbonosa» del girasol en Cuba. Esta enfermedad es considerada como la más importante que ataca a este cultivo en nuestro país. Ha sido reportado por Jiménez - Díaz et. al., 1983; citado por Hernández,1999, entre los más dañinos en todos los países que cultivan el girasol. Las pérdidas que provoca en las condiciones de Cuba son considerables, cada planta enferma disminuye su rendimiento entre un 60 y un 100 %; generalmente en el campo se enferman entre el 50 y 90 % de las plantas. De ahí que se haya podido determinar que las afectaciones intensas del patógeno son muy frecuentes y provocan pérdidas que oscilan entre el 40 y 75 % del rendimiento potencial en la mayoría de las plantaciones comerciales.

Este patógeno responde mucho a las condiciones ambientales que pueden acelerar fuertemente el ritmo de avance de sus epifitias. Se considera que la época del año en que se siembra el girasol es determinante en la severidad de los daños de *S. bataticola* en el campo, El patógeno está generalmente asociado a altas temperaturas y condiciones de sequía. (Hernández,1999).

Afortunadamente no siempre se presentan las condiciones para que los patógenos entren en acción, es necesaria la coexistencia de muchos factores favorables (temperatura, humedad, plantas susceptibles, época y densidad de siembra, fertilización, tipo de suelo, microclima, etc. ), además de los parásitos, para que ocurran las enfermedades parasitarias. Si no fuese así, sería imposible obtener buenas cosechas. (Malaguti,1997)

## Algunos métodos utilizados para el aislamiento de los patógenos del suelo.

- 1- Efectuar diluciones a partir de 1 gramo de suelo añadido a 9 ml de agua destilada estéril y a partir de este extraer 1 ml de la dilución y pasarlo a otro tubo con 9 ml de agua destilada estéril y así sucesivamente. Sembrar la dilución  $10^4$  por el método de espátula, sobre medio Martín, el que está compuesto por:

Dextrosa-----	10 gramos
Peptona -----	5g
PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> K -----	1 gramo
Agar -----	12 g
Agua -----	1000 ml
Rosa de Bengala -----	0.035 g
Streptomicina-----	0.030 g
PH : 5 – 5.5 (Ajustar con ácido láctico al 10 %)	

Utilizado para el aislamiento de los hongos del suelo de Cuba, en la Estación de Suelos «La René», Provincia Habana. (Toscano, 2003).

- 2- Procesar las muestras de suelo por el método de las diluciones antes descrito y sembrar sobre medio Agar Papa Dextrosa (PDA), enriquecido con Cloranfenicol y Cicloexamida (50 y 125 mg/l), respectivamente; ha sido utilizado para el aislamiento de *Verticillium chlamyosporium* Goddard. (Hidalgo,1998).
- 3- Se ha utilizado tradicionalmente en diversos países el uso de cebos o trampas para la captura de diferentes especies en muestras de suelo, con resultados satisfactorios; por lo que, Pochet et. al.,1972; ( citado por Sandoval et. al., 1999), recomendaron el uso de esta técnica para géneros tan importantes, con cebos consistentes en pétalos de clavel o frutos de fresa el cual ha resultado muy eficaz.

Esta técnica se ha estandarizado en el cultivo del tabaco para la detección de *P. nicotianae*, utilizando como cebo hojas del propio cultivo (Fernández,1998), en las diferentes diluciones del suelo, así como para la captura de *P. capsici* con discos de hojas de pimiento. (Sandoval et. al.,1995) .

- 4- Para la obtención de cepas de *Fusarium* sp. se ha utilizado el método de las diluciones seriadas hasta  $1 \times 10^{-6}$

dilución de la cual se vierte 1 ml en placas de Petri con el medio de cultivo selectivo Nash-Snyder modificado (Singleton,1992; citado por Castillo et. al., 1995).

Si se desea realizar el aislamiento a partir del material vegetal infectado por la enfermedad producida por este hongo de suelo, se realizan cortes transversales en la base de los tallos y se siembran sobre medio Papa Dextrosa Agar (PDA),y se incuban las placas a 25 °C.

5- Para los estudios de crecimiento micelial de hongos atrapadores de nematodos (hongos de suelo), se utilizó un método alternativo consistente en 15 gramos de pulpa de café (secado y molido), mezclado con agua destilada y colocados en placas de Petri (10cm de largo x 5cm de ancho),las cuales se esterilizaron dos veces durante 30 minutos a 121°C en autoclave. Una vez que las placas se refrescaron se depositó en uno de sus lados una porción de micelio de 1cm de diámetro y se incubaron a 25°C por 5 días.(Gómez y Baró,2000).

6- Se considera que el medio de cultivo específico propuesto por el investigador japonés Komada, el cual es bastante usado en Colombia en los laboratorios de diagnóstico , es de gran utilidad para identificar la especie *Fusarium oxysporum* a partir de tejidos vegetales, del suelo o del agua, pero no identifica las formas especiales del hongo. (Arbalaez,1992).

## Reflexiones

En el mundo actual, donde a medida que la ciencia avanza y el desarrollo de la tecnología permite la adquisición de nuevos y más profundos conocimientos, se vuelven obsoletas algunas técnicas, se niegan conocimientos anteriores, y otros muchos aspectos entran en cuestionamientos y controversias, Los hongos del suelo no son una excepción, pues como se ha visto en el desarrollo del presente trabajo, a ellos se atribuyen muchas enfermedades de plantas; sin embargo hay quienes consideran que se debe enjuiciar esta afirmación, como es el caso de García,1990, en su artículo. Hongos del suelo ¿Saprophytos o parásitos?; donde haciendo un análisis de monografías publicadas por The American Phytopathological Society, tales como:

a) Para comprobar la patogenicidad de estos hongos, al hacer la inoculación en plantas sanas hay necesidad de

causar heridas en las raíces para que logren penetrar, ya que, por sí solos, no pueden hacerlo. Por lo que ¡con ninguno de estos hongos, se han comprobado los postulados de Koch!.

b) Los síntomas producidos por inoculación son diferentes a los naturales y ésta sólo se logra en plantas jóvenes.

c) Se supone que producen toxinas que provocan su patogenicidad, en algunos de estos hongos patógenos no se ha podido comprobar su existencia (ej. *Phymatotrichum omnivorum*).

d) Se ha confirmado que atacan tejidos dañados, porque la presencia de nemátodos los favorece.

e) Estos hongos están todo el año como saprófitos.

f) Los síntomas que ocasionan en los inicios de la enfermedad (amarillez, clorosis, reducción de la lámina foliar, achaparramiento, enrollamiento de las hojas, caída de la flor, y pudrición del sistema radicular y que pueden ser repentinos o demorar en su aparición son semejantes a los producidos por micoplasmas; los que desaparecen al controlar los micoplasmas.

Donde, por todo lo anterior se plantea como hipótesis, que estos hongos son patógenos secundarios (saprophytos) y que los patógenos primarios, los que lesionan las raíces absorbentes por donde penetran dichos hongos, son micoplasmas o espiroplasmas, que al ser controlados, las raíces se mantendrían sanas y estos hongos, aunque estén en el suelo, no seguirían dañando a los cultivos como hasta ahora sucede. Por lo cual sugiere que se abran nuevas investigaciones que permitan esclarecer esta interrogante ¿son los hongos del suelo patógenos o parásitos?.

Algunos autores plantean que los hongos del suelo alternan la fase saprofítica y parásita en el tiempo, no conociéndose con exactitud las condiciones que determinan su cambio de saprofito a parásito. Por ejemplo la supervivencia de *Rhizoctonia solani* en el suelo es considerada por diferentes autores como muy alta, de ahí su condición de organismo habitante del suelo; sin embargo diversos son los factores que influyen sobre la actividad saprofítica de este hongo en el suelo, destacándose la microflore autóctona del suelo, la temperatura, y la humedad de éste, así como sus

características químicas. (Camara et. al., 1986).

Los hongos que hay en el suelo pertenecen al grupo de los llamados, hongos habitantes (Fusarium, Phytophthora, Verticillium...) que, según las condiciones ambientales, pueden parasitar gran cantidad de plantas. Los hongos habitantes son saprofitos, es decir, viven en el suelo en restos de materia orgánica descompuesta o en descomposición y una vez que se dan las condiciones adecuadas se convierten en parásitos. (Villalba, 2003)

Personalmente creemos que continuar las investigaciones que conduzcan al esclarecimiento de este dilema es algo acertado, aunque estimamos que si bien los micoplasmas y espiroquetas pueden ser un factor que contribuya al ataque de estos hongos (por las lesiones que ocasionan como sucede con los nematodos), éstos pueden actuar como saprofitos cuando no tienen las condiciones adecuadas, o parásitos cuando estas condiciones les son favorables y que ganar en claridad sobre cuáles son éstas condiciones debe ser una de las direcciones hacia donde deben proyectarse las investigaciones. Creemos esto porque en trabajos realizados en el Instituto de Investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova», donde se efectuaron inoculaciones con *Fusarium oxysporum* en albahaca verde y otros cultivos (tomate, pimiento, etc.), para determinar la forma especial basilicum (Armas, 2001), realizadas en suelo estéril que se llevó a cepellones donde se sembraron las diferentes especies, se logró reproducir el síntoma de marchitez de las posturas causado por este microorganismo, sin lesionar la raíz de ninguna planta; aunque si se dio condiciones de alta humedad al suelo y temperaturas cálidas (ambiental). También consideramos el gran número de trabajos donde especialistas de todo el mundo reportan a estos hongos como los responsables de muchas enfermedades en infinidad de cultivos.

Los suelos con cultivos intensivos suelen tener graves problemas sanitarios. La repetición ininterrumpida del mismo o de unos pocos cultivos conduce a la proliferación de agentes patógenos del suelo y ningún procedimiento químico y/o físico consigue realmente su eliminación. En este sentido el control biológico y más particularmente la introducción de microorganismos antagonistas a los patógenos de las plantas adquiere especial relieve y sobre todo como una alternativa más a sumar en un control integrado de los cultivos. (Cal de et. al., 1994)

## Bibliografía

- 1- AGAR CROSS, ON LINE [AGAR CROSS]
- 2003 Información | Información Técnica | Cultivos | Algodón].
- 2- AGRICULTURA-INFORME.
- 2002 Enfermedades causadas por hongos del suelo en cítricos. Agricultura. on line [ <http://www.infoagro.com/citricos/informes/hongos-suelo-citricos.htm> ]. 2003
- 3- ARBALAEZ, TORRES G.
- 1992 Avances en el manejo del marchitamiento vascular del clavel, ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. *Agronomía Colombiana* 9(2): 188-191.
- 4- ARMAS, GEORGINA DE; BEATRIZ RAMOS; YAKELÍN HERNÁNDEZ; J. MIGUEL Y MARÍA O. LÓPEZ.
- 2001 Primer Reporte en Cuba de *Fusarium oxysporum* Schlecht en Albahaca Verde. *Fitosanidad*, 5(3): 45 – 46, Septiembre.
- 5- AUTREY, L. J. C. ET. AL.
- 1992 Sugar Cane diseases and their distribution. XXI Congress ISSCT. 5 – 14 March, Bangkok, Thailand, PCCIXXIII – CCXXII. Vol. 1.
- 6- BARRIOS, M. LUIS; ELSA I. HIDALGO; HILDA NENINGER; MICHEL PÉREZ Y LUDGARDA M. BETANCOURT.
- 2002 Especies de hongos formadores de esclerocois en el arroz en Cuba. Morfología y propuesta de una clave de identificación. *Fitosanidad* 4(6):15-19, Cuba.
- 7- BARRIOS, M. LUIS; LÁZARA H. NENINGER Y ELENA J, HIDALGO.
- 2001 Identificación de *Fusarium link* en semillas, tallos, pseudotallos, tubérculos y raíces en diferentes cultivos nacionales e importados en Cuba. *Fitosanidad* 5(3): 3-6.
- 8- BORRAS, HIDALGO ORLANDO, MARÍA CRISTINA PÉREZ PEÑARANDA, RAÚL TAPIA TUSELL Y RAMÓN SANTOS BERMÚDEZ.
- 1996 Influencia del bioprotector sobre la germinación, crecimiento y control del Damping-off en el cultivo del tomate. Cuadernos de Fitopatología, *Fitopatología y Entomología* XIII(51):142-144.
- 9- CAL, ANTONIETA DE, SUSANA PASCUAL Y PALOMA MELGAREJO.
- 1994 Búsqueda de nuevas estrategias para el control de la fusariosis vascular del tomate. *Phytoma* 61:14-

- 20.
- 10- CAMARA, M., L. HERRERA ISLA Y EVA GALANTAI.  
1986 Supervivencia de *Rhizoctonia solani* Jun en el suelo. Centro Agrícola 13 (1): 88-92.
- 11- CAMPOS, G. Y JULIO C. VARONA.  
1960 El cultivo del Algodón. INRA. La Habana. Cuba. Departamento de Producción y Comercio Exterior.
- 12- CAMPOS, GIMNO TRINIDAD.  
2001 Influencia de la siembra directa o el trasplante en la incidencia de damping-off en judía causado por *Rhizoctonia solani*. Cuadernos de Fitopatología, Fitopatología y Entomología XVIII(67):26-28.
- 13- CASTILLO, I. NANCY, MARTA SERRANO Y EMIRA GARCÉS DE GRANADA.  
1995 Búsqueda y evaluación de cepas no patógenas de *fusarium* sp. para un posible control biológico de *fusarium oxysporium* Schl. f. sp. *dianthi*. Fitopatología Colombiana (19)1:62-66.
- 14- CEDEÑO, L., H. NASS, C. CARRERO, R. CARDONA, H. RODRÍGUEZ, L. ALEMÁN  
1997 (a). *Sclerotium hydrophilum* en arroz en Venezuela. Fitopatología Venezolana.10: 9-12.
- 15- CEDEÑO, L., H. NASS, C. CARRERO, R. CARDONA, H. RODRÍGUEZ, L. ALEMÁN.  
1995 (b). *Sclerotium hydrophilum* patógeno del arroz ( *Oriza sativa* L.) en venezuela. Forestal venezolana,1:70,
- 16- CIP.  
1985 Principales Enfermedades, Nematodos, Insectos y Acaros de la Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP),Lima, Perú:44p.
- 17- COMPANIONI, BÁRBARA, ROMILIO RODRÍGUEZ, YANIA RODRÍGUEZ, ORLANDO BORRAS, MARÍA C. PÉREZ Y ROSA BÉCQUER.  
1998 Cuadernos de Fitopatología, Fitopatología y Entomología XV(58).
- 18-CUBA, MINAGRI.  
1998 Instructivo técnico para el cultivo del tabaco, Editorial MINAGRI- Agroinform. La Habana.128p.
- 19- CHINEA, A Y E. L. RODRÍGUEZ.  
1994 Enfermedades de la caña de azúcar, Publicaciones IMAGO. La Habana: 100p.
- 20- DÍAZ, PÉREZ T., DAGNE ALFONSO HERNÁNDEZ.  
2003 Comportamiento de la germinación de semillas de tomate tratadas con cloro (CL). Temas de ciencia y tecnología (19)7:63-66.
- 21- FERNÁNDEZ, MORALES ANA.  
1998 Biología, epifitología, nocividad y control de *Phytophthora parasitica* (=P. Parasitica) en Tabaco. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias agrícolas, Instituto de Investigaciones de sanidad vegetal. MINAG, Ciudad de la Habana.
- 22- FERNÁNDEZ, MORALES ANA.  
2002 Biología de *Phytophthora parasitica* variedad *nicotianae*. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del hongo. Agrotecnia de Cuba 28(1):48-53.
- 23- FERNÁNDEZ, MORALES ANA; BERTA LINA MUIÑO; VERÓNICA TOLEDO; MARÍA L. MARTÍNEZ; WENDY WONG; RAQUEL ARÉVALO; MARÍA O. ARROSA Y ADRIANA HERNÁNDEZ.  
2002 Estrategia de lucha para evitar epidemias provocadas por la enfermedad pata prieta del tabaco en Cuba. Fitosanidad 6(1): 29 – 42.
- 24- GARCÍA, DE LA ROSA J.  
1990 Hongos del suelo: ¿ Patógenos o saprofitos?. Ponencia presentada en la Facultad de Agrobiología de la Universidad Autónoma de Michoacán, México.
- 25- GARCÍA, GÓMEZ ROSA.  
1977 El género *Fusarium*. Su control biológico. Boletín de Reseñas. Serie Agricultura 4(11-12):76p.
- 26- GÓMEZ, LUCILA Y G. BARÓ.  
2000 Micelial growth of three Cuban isolates of nematode trapping fungi *Arthrobotrys* spp. On coffee straw. Protección Vegetal 15(2):125-127.
- 27- GÓMEZ, OLIMPIA, A. CASANOVA, H. LATEROT Y G. ANAIS.  
2000 Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el caribe. La Habana, Cuba.— P. 159.
- 28- HERNÁNDEZ, A., BERTA MUIÑO Y A. MARTÍN.  
2000 Epifitología de las enfermedades fúngicas presentes en la fase de vivero en el cultivo de la piña en Cuba. Fitosanidad 4(1-2): 33-37.
- 29- HERNÁNDEZ G.  
1979 Efecto de la aplicación de materia orgánica sobre la población de hongos de suelos ferralítico rojo. Jornada Científica de la Universidad Central de Vila Clara.
- 30- HERNÁNDEZ G. Y F. COTO.  
1995 Población de hongos, bacterias y actinomicetos en los principales tipos genéticos de suelos cubanos. Primera Jornada científico estudiantil de la Facultad de ciencias agropecuarias de La Habana.

- 31- HERNÁNDEZ, MEDINA C. A.  
1999 Posibilidades de manejo de las fechas de siembra dentro de un sistema de control integrado de la pudrición carbonosa provocada por *Sclerotium bataticola* Tabú. (Butler) en Girasol. Cuadernos de Fitopatología, *Fitopatología y Entomología XVI* (63):166-168.
- 32- HERNÁNDEZ, MEDINA C. A. Y EDELIO QUINTERO.  
Posibilidades de uso de la rotación de cultivos como parte de un sistema de manejo integrado de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Para el cultivo del frijol en la zona central de Cuba. Cuadernos de Fitopatología, *Fitopatología y Entomología XIX* (74): 124-126, 2002.
- 33- HIDALGO, L., LOURDES SÁNCHEZ Y LUCILA GÓMEZ.  
1998 *Verticillium chlamydosporium* Goddard, parásito de huevos de Meloidigine incógnita. *Protección vegetal* 13 (1):29-30.
- 34- IFOAGRO.  
2003 El cultivo de la frutilla. Infoagro- on line [<http://www.abcagro.com/frutas/frutas-tradicionales/frutillas5.asp>].
- 35- INFOJARDIN.  
2003 Hongos del suelo. Infojardin. on line [<http://www.infojardin.com/rosales/plagas-y-enfermedades/fichas.../hongos-del-suelo.ht>].
- 36- KOIKE, H. SUGAR CANE DISEASES.  
A Guide for Field Identification. FAO, Rome: 127p.
- 37- LABRADA, A..  
1973 Damping-off en los viveros de pinos en Cuba. *Forestal Baracoa*, 3(1-2):34-41.
- 38- LÓPEZ DANAY Y MARÍA O. LÓPEZ.  
2000. Estudio del efecto inhibitorio de *Fusarium moniliforme* Sheldon sobre la germinación de la semilla agámica de la caña de azúcar (*Sacharum sp. híbrida*). *Fitosanidad* 4 (1-2): 29-31.
- 39- LÓPEZ, M. O.; I. SANDOVAL; J. MENA.  
1998 Manual para la identificación de los hongos fitopatógenos de la caña de azúcar. INISAV. La Habana: 75p.
- 40- LOVISOLO, O., KRANS, J.  
2003 Manual para el control y aseguramiento de la calidad e inocuidad de frutas y hortalizas frescas on line [File:///A/MANUAL%20PARA%20EL%20CONTROL%20Y%20ASEGURAMIENTO...]
- 41- MALAGUTI BALBANI G.  
1997 Apuntes acerca de las enfermedades de las plantas, causas y su control. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela: 219p.
- 42- MONERA OLMOS RICARDO.  
1999 Los hongos del suelo. Factores limitantes del cultivo de la sandía. Eumedia S. A., on line [<http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/96sandia.htm>] 2003.
- 43- PADRÓN, ELDA.  
1998 Manejo agronómico integral de algunas especies de plantas medicinales de interés farmacéutico, Proyecto, IIHLD, MINAGRI.
- 44- RODRÍGUEZ GARCÍA D. Y J. M. CARNERO.  
1991 El Algodón. Plagas y enfermedades, insectos auxiliares. Ediciones Mundi Prensa. Madrid: 242p.
- 45- SANDOVAL, ET. AL.  
1995 *Trichoderma harzianum* (cepa A-34): un biopreparado de amplio espectro para micropatologías del tomate y pimiento. En Boletín Técnico. no.1.
- 46- SANDOVAL, ILEANA Y MARÍA O. LÓPEZ (A).  
2000 Antagonismo de *Trichoderma harzianum* A 34 hacia *Macrophomina phaseolina* y otros patógenos fúngicos del frijol. *Fitosanidad* 4(3-4): 69-72.
- 47- SANDOVAL, ILEANA Y MARÍA O. LÓPEZ (B).  
2000 Micobiota del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuba. *Fitosanidad* 4 (3-4):15-19.
- 48- SANDOVAL, ILEANA, MARÍA O. LÓPEZ, TANIA BONILLA Y YOELKIS TOMÁS.  
1998 Hongos de suelo que atacan al clavel y antagonismo in vitro con *Trichoderma spp.* *Fitosanidad* 2(3-4):41-44.
- 49- SIMMONDS N. W.  
1973 Los plátanos.— España: Blume.— 539p.
- 50- TOSCANO PUERTA VIDALINA.  
Especialista. Estación de Suelos «La Renee», Provincia La Habana, Cuba. Comunicación personal.
- 51- VALDÉS, CARIDAD, E. VINENT, MERCEDES CRUZ, YADIRA MUÑOZ, E. HERNÁNDEZ, T. SHAGARODSKY, DEISY VINAGERA, PÁULA NÁPOLES, ZENAYDA AMAT, BELKIS CASTILLO, Y. LABASTO, T. DÍAZ, O. FAJARDO, R. RODRÍGUEZ, Y MADELÍN SAGRERA.  
2002 Informe final del proyecto, «Incremento y protección de los recursos fitogenéticos en fibras textiles» cod.

01500008, IIHLD, La Habana, Cuba.

52- VILLALBA BUENDÍA DAVID.

2003 Enfermedades producidas por hongos del suelo en cítricos. Eumedia. On line [ <http://www.eumedia.es/articulos/vt/hortofrut/109citricos.htm/> ].

53- WONG, WENDY, ANA FERNÁNDEZ, Y MERCEDES SAENZ (A).

1999 Aspectos biológicos de Phoma terrestres Hansen. Fitosanidad 3(1):17-20.

54- WONG, WENDY, YESICA LLANOS Y ANA FERNÁNDEZ (B)

1999 Potencial infeccioso del suelo: Parámetros óptimos para el desarrollo de *pythium aphanidermum*. . Fitosanidad 3(2):49-52.

Mercedes Cruz Borrue1

René Novo Sordo<sup>2</sup>

José Antonio Franqui Ramírez<sup>3</sup>

1- Instituto de Investigaciones Hortícolas  
"Liliana Dimitrova" La Habana, Cuba.

2- Universidad Agraria de la Habana,  
" Fructuoso Rodríguez Pérez"

3- Estación Territorial de Protección de Plantas, Jaruco,  
Provincia Habana.

# Extraña rosa (*Callistephus sinensi*): incidencia de

## patógenos fúngicos en la semilla

### Resumen

La calidad de las semillas se ha convertido en uno de los aspectos más importantes para garantizar el éxito de las futuras plantaciones. Los problemas fitosanitarios pueden producir daños en la producción, en la germinación y se convierten en transmisores de enfermedades devastadoras en los cultivos cuando no se dispone de semillas, libres de patógenos.

En el Instituto de Investigaciones Hortícolas 'Liliana Dimitrova' se montó un experimento en condiciones de laboratorio con el objetivo de conocer la incidencia de patógenos en semillas de extraña rosa procedente de un experimento de campo diseñado para evaluar diferentes días a cosechar.

Los resultados indican que existe influencia del momento de cosecha en la incidencia de patógenos fúngicos en la semilla así como en la germinación. Entre las especies de hongos que más incidieron fueron *Alternaria alternata*, *Fusarium incarnatum*, *Cladosporium cladosporioides* y *Cladosporium oxysporium*.

### Introducción

La extraña rosa (*Callistephus sinensi*) resulta una de las flores de estación más cultivadas en nuestro país; esto se debe tanto a su popularidad y demanda como a su alta productividad por unidad de superficie. La adaptabilidad de esta flor a los más variados arreglos florales, la hacen una flor fácil de trabajar y por ello muy utilizada por los floristas, amas de casa y aficionados. La amplia variedad de colores, tipos, y tamaños existentes, contribuyen a aumentar su popularidad y demanda; a todas estas características favorables se une su módico costo. (Álvarez, 1976).

Bajo el nombre de extraña rosa, también llamada «reina margarita», «amor mío» y «coronada» se ocultan especies de diferentes orígenes: una de China y Japón (*Callistephus* sp.) y otras proceden de América y Siberia (*Aster* sp.). Procedentes de América se encuentran: *Aster alpinus*, *Aster subcarruleus*, *Aster amellus*, *Aster cordifolius*, *Aster ericoides*, *Aster novae-angliae*, *Aster novi-belgi*, *Aster yunnanensis*, *Aster maurecushii* y de Siberia el *Aster tataricus*, todas de la familia *Astereaceae* (*Compositae*).

Las semillas en sentido general afectadas por patógenos causante de enfermedades constituyen la vía principal de diseminación. Por ejemplo en hortalizas pueden ocasionar pérdidas entre 40-60 % en los rendimientos; estos patógenos pueden encontrarse en la parte externa e interna de las semillas, produciendo diferentes sintomatologías como necrosis, pérdidas de coloración enanismo, exudación y bajo poder germinativo. Los hongos, virus y bacterias pueden sobrevivir desde meses hasta más de 25 años en condiciones de almacenamientos. (Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 1995)

La capacidad de las semillas agrícolas para germinar y producir una plántula normal es el principal atributo a considerar para evaluar su calidad y potencial; sin embargo, por las demás características biológicas y físicas de las semillas que repercuten en su valor comercial, resulta indispensable considerar otros aspectos relacionados con su calidad, manejo y comercialización. Entre éstos están el método de muestreo, la pureza física y varietal, el vigor, el contenido de humedad de las semillas y su calidad fitosanitaria.

La calidad sanitaria sigue siendo uno de los aspectos que mantiene preocupada a la comunidad semillera de Brasil, las semillas son consideradas como el vehículo más eficiente para el transporte e introducción de los patógenos, por lo que se han venido intensificando los estudios que permitan la identificación de los hongos o bacterias que mayor incidencia tienen en las diferentes especies agrícolas, así como, sobre el uso y la evaluación del efecto de tratamientos químicos sobre el vigor y sanidad de la semilla, buscándose además, tratamientos alternativos a partir de extractos naturales (Sandoval, 2001). La semilla con buen origen y calidad es el comienzo de un exitoso cultivo. (Carrasco, 2001). En cualquier ambiente, las ventajas y beneficios del uso de semillas de alta calidad son bien conocidas y probadas. Particularmente, en medios tropicales, la obtención de semillas de alta calidad es normalmente probable. (Hamptom, 2001)

El objetivo de este trabajo fue identificar los hongos que se encontraban presente en las semillas de extraña rosa y su influencia en la germinación.

## Procedimiento para el Ensayo

Se utilizaron semillas de flores de extraña rosa de diferentes colores (rojo claro y oscuro, morada claro y oscuro y blancas) procedentes de un área de campo del I.I.H. «Liliana Dimitrova», ubicado en Quivicán, La Habana, Cuba, sembrado el 5 de diciembre del 2002, cosechadas en tres fechas diferentes: 20 de febrero, 2 y 12 de marzo correspondiente a los 78, 90 y 102 días, teniendo en cuenta para la cosecha de las semillas la distribución de las réplicas. Se tomaron 75 semillas de cada cosecha y se distribuyeron en tres réplicas (25 semillas por réplicas). El experimento se llevó a cabo en condiciones de laboratorio, utilizando placas de Petri con papel de filtro.

Se evaluó el porcentaje de germinación y la incidencia de patógenos fungosos. La identificación de las especies fue realizada en el laboratorio de patología vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical «Alejandro del Humbolt».

Se tomaron los datos climáticos de temperatura en grados Celsius: temperatura máxima (T max °C.) temperatura mínima (T min °C.) y temperatura media (T media °C), humedad relativa en por ciento (HR (%)) y el rando de lluvia en milímetros (RLL) correspondientes al tiempo de estancia del cultivo en el campo.

## Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación disminuyó a medida que se extendió el momento de cosecha, siendo muy bajos en la tercera. No hubo una influencia del color de la flor.

Color de la flor	Cosechas		
	Primera	Segunda	Tercera
Rojo oscuro	73	61.3	9.3
Morado oscuro	94.6	72	9.3
Morado claro	73.3	-	38.6
Blanco	73.3	45.3	25.8
Rojo claro	87.5	77.3	37.3

## Hongos encontrados en las semillas de extraña rosa

Existe una cierta tendencia al aumento de la incidencia de los patógenos en la semilla de la primera a la tercera cosecha. Los hongos que más influyeron en la germinación de la semilla fueron: La *Alternaria alternata* y el *Fusarium incarnatum*. También se observó la colonización de las semillas por *Cladosporium cladosporoides* y *C oxysporium* durante las primeras etapas del experimento, pero la presencia de estos últimos no inhibió la germinación. En el caso de la tercera cosecha la causa fundamental de la no germinación se debió a la *Alternaria alternata*. Otros hongos encontrados pero con muy poca incidencia fueron: *Rhizopus sp.* y *Periconia sp.*

Color de la flor	Primera cosecha		
	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cladosporium</i>
Rojo oscuro	x	x	xxx
Morado oscuro	xx	x	xxx
Morado claro	xx	x	xxx
Blanco	xx	xx	xxx
Rojo claro	xx	x	xxx
Segunda cosecha			
Rojo oscuro	xx	x	xxx
Morado oscuro	xx	xx	xxx
Morado claro	-	-	-
Blanco	xx	xx	xxx
Rojo claro	xxx	x	xxx
Tercera cosecha			
Rojo oscuro	xxx	xx	xx
Morado oscuro	xxx	xxx	xx
Morado claro	xxx	xx	xxx
Blanco	xxx	x	xx
Rojo claro	xxx	x	xx

x: 1-5 semillas afectadas por réplicas

xx: 6-10 semillas afectadas por réplica

xxx más de 10 semillas afectadas por réplica

Los hongos que se alojan en las semillas causan diferentes daños; si la infección es muy severa, el daño puede ocasionar la muerte del embrión, como es el caso de las especies de *Fusarium* que causan pudriciones en la raíz. Con infecciones leves, las semillas no pierden su poder germinativo; sin embargo, sí puede verse afectado su vigor. Por lo tanto, si llega a germinar, son portadoras directas de los patógenos; lo cual tendrá un efecto determinante en el desarrollo de las enfermedades que son capaces de causar, en condiciones propicias para el patógeno. También produce reducción de su vigor, y por lo tanto el aumento en su predisposición para ser afectada por los demás patógenos que se encuentran en la semilla y en el suelo. (Moreno, 1996).

Las condiciones climáticas fueron propicias para el desarrollo del cultivo así como para los hongos que incidieron en la semilla, las temperaturas oscilaron entre 18-25 °C y la humedad fue superior al 70 %.

DATOS CLIMÁTICOS					
	Tmáx ( °C)	Tmed(°C)	Tmin(°C)	HR(%)	RLL (mm)
<b>Enero</b>					
Primera decena	24.4	18.8	13.2	78	1-5
Segunda decena	28,7	22.9	17.1	84	0
Tercera decena	30.1	24.5	18.9	80	0-5
<b>Febrero</b>					
Primera decena	29.2	23.6	18.0	81	1-5
Segunda decena	28.1	23.0	17.9	82	45-55
Tercera decena	25.7	18.8	11.9	81	20-25
<b>Marzo</b>					
Primera decena	28.7	23.3	17.9	80	5-10
Segunda decena	30.3	24.8	19.3	75	0
Tercera decena	30.3	24.8	19.3	75	0

## La semilla hospedera de hongos

Especies de *Alternaria* causan enfermedades en varias partes de muchas especies de plantas y árboles (hojas, tallos, flores, frutos y semillas). En los frutos y las semillas producen pudriciones

*Cladosporium* representa un género de hongos de poca importancia en cultivos agrícolas. Se presenta en forma de «mohos» en follaje, frutos y semillas. En el campo forestal su importancia también radica en que es un hongo causante de manchas en la madera.

*Cladosporium oxysporium* Berk & M.A. Curtis es un hongo de distribución cosmopolita presenta numerosos hospedantes y es saprófito de flores, frutos y otras partes de las plantas, se ha encontrado además en insectos, en el aire y en alimentos. (Minter et al., 2001) citado por (Veitia et al., 2002).

Especies de hongos del género *Fusarium*, producen enfermedades orgánicas en muchas plantas y en sus diferentes órganos, incluyendo estructuras reproductoras (flores, frutos y semillas). La especie más común causante de pudriciones en frutos y semillas es *Fusarium oxysporium*. (CATIE, 1997).

Según Kreitlow, 1966, la fusariosis, causada por *Fusarium*

*oxysporium f. callistephi* es la enfermedad más seria del Aster chino. Ocasiona el ahogamiento de las semillas, una marchitez en plantas adultas y la pudrición de flores en almacenamiento. Las semillas probablemente se contaminan con

esporas durante la trilla. También las esporas pueden ser llevadas en la basura o restos de cosecha que vayan en la semilla.

Según Arnold (1986) en Cuba se han reportado enfermedades como manchas en las hojas causada por *Ascochyta asteris* (Bres.) Gloyer, royas causada por *Coleosporium asterum* (Diet) Syd y *Coleosporium solidaginis* (Schw) Thum y marchitez causada *Fusarium* sp.

Pupo y Heredia (1998) reportaron diferentes especies de hongos afectando la semilla de *Callistephus*

*chinensis* entre los que se encuentra: *Alternaria alternata* (Fr.) Kressler, *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc y *F. oxysporium* Schlecht.

El hongo *Fusarium semitectum* (*Fusarium pallidoroseum*), *Fusarium incarnatum*, el *Cladosporium oxysporium*, *Cladosporium* sp. se encuentra afectando a muchos cultivos (Wahid, et al., 1991); (Brunt, 1991); (Veitia, et al., 2001); (López, et al., 2001).

En nuestro caso los hongos encontrados en las semillas de extraña rosa fueron: *Fusarium incarnatum*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporoides* y *Cladosporium oxysporum*.

## Conclusiones y recomendaciones:

- En todos los casos hubo una alta incidencia de hongos en la semilla.
- La fecha de cosecha influyó en la intensidad de aparición de los hongos en la semilla.
- La fecha de cosecha influyó en el porcentaje de germinación de la semilla siendo en la tercera cosecha donde más afectación presentó



## Bibliografía:

AGROMET

- 2003 Boletín Agrometeorológico Nacional. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Instituto de Meteorología, 25 (1-8).

- ALVAREZ PINTO M.  
1976 Floricultura. Editorial Pueblo y Educación., 828 pp.
- ARNOL GUNTER R.W.  
1986 Lista de hongos fitopatógenos de Cuba. Editorial Científico-Técnico C. Habana, 207 pp.
- BRUNT. J. A.  
1991 Seed Pathology and Microbiology and Microbiology. C.A.B. International. Vol.2.
- CATIE  
1997 Plagas de semillas forestales en América Central y el Caribe. Serie Técnica. Manuel Técnico no.25 113 pp.
- CARRASCO MARCO. IVBO  
2001 Semilla, esencial insumo. SeedNews. Revista Internacional de Semillas Año V No 5 p14.
- HAMPTON, G.J  
2001 Qué significa calidad de semilla?. SeedNews añoV(5):16-19.
- KREITLOW, K.W.; LEFEBRE, C. L.; PRESLEY, J. T. Y ZAUMEYER W. J.  
1966 Enfermedades que pueden propagarse en las semillas..Semillas. Anuario de Agricultura.: 484-497. Edición Revolucionaria. La Habana, 1020 pp.
- MINTER, D.W. RODRIGUEZ HERNÁNDEZ M. Y MENA PORTALES  
2001 Fungi the Carribbean. Annotated Checklist. PDMS publishing. 946pp.
- MORENO MARTÍNEZ E.  
1996 Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. FAO. 393 pp.
- NARAIN, A.; BECHERA. B.; SWAIN, N.C.  
1991 Seed borne nature of Fusarium pallidoroseum in groundnut and its menagement. Sedd Pathology and Microbiology. Editor J.A. Brunt BSC. M.S.C. C.A.B. International (2).
- LÓPEZ DANAY, LÓPEZ MA. OFELIA, VEITIA MARLENE.  
2002 Nuevos registros de hongos en albahaca blanca (*Occimum basilicum* L.). Fitosanidad. 6 (3): 64-66.
- PUPO PEREDA ELSIE Y HEREDIA RODRÍGUEZ IRMA.  
1998 Lista de hongos asociados a semillas. Boletín Técnico. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. No.1.
- SANDOVAL ELÍAS Y HOF, A.  
2001 Investigación en semillas SEED News. Revista Internacional de Semillas Año V No.6: 9.
- SEIDEL DIETER  
1976 Lista preliminar de hongos fitopatógenos de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 186 pp.
- VEITIA MARLEN; LÓPEZ DANAY; LÓPEZ MA. OFELIA.  
2002 Nuevos registros de patógenos fungosos de la guacamaya francesa ( *Senna alata* (L.)) en Cuba. Fitosanidad 6(4) 53:54.
- WAHID,A.; ALI,S.; SALEEM A.; MURTAZA, M.  
1991 Seed borne mycoflora of sugar cane fuzz. Sedd Pathology and Microbiology. Editor J.A. Brunt BSC. M.S.C. C.A.B. International (2).

Georgina de Armas Arredondo<sup>1</sup>,  
R. F.Castañeda Ruiz<sup>2</sup>,  
Tomás Díaz<sup>1</sup>,  
Aideé Hernández<sup>1</sup>  
Sandra Velazquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" La Habana. Cuba.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical "Alejandro de Humbolt" Santiago de las Vegas. Ciudad de la Habana. Cuba.

# Revisión del Desarrollo de Conceptos en Diseño

## Resumen

Debido a la competencia cada vez más intensa, necesidades más sofisticadas del cliente, a la diversificación y cambios rápidos en la tecnología, la necesidad de diseñar y producir productos que tienen un impacto ambiental mínimo durante su ciclo de vida, hacen del proceso de desarrollo de nuevos productos, (DNP) una actividad vital en las compañías. Tradicionalmente, el DNP consiste de una serie de etapas, que van desde el estudio de mercado, desarrollo de especificaciones y conceptos, diseño detallado, producción y comercialización. Las decisiones que se toman en las primeras etapas de desarrollo del nuevo producto, son las que tienen mayor impacto sobre las etapas posteriores de diseño; sin embargo, hay muy pocos estudios sobre la eficacia de la creación, evaluación y selección de nuevos conceptos. Dicho de otro modo, hay una necesidad de entender mejor cómo conceptuar productos que no solo cumplan con las expectativas del cliente, si no que además, reduzcan el impacto ambiental durante todo su ciclo de vida. Este ensayo, presenta una discusión sobre algunas ideas y métodos más comunes de desarrollo y selección de conceptos de nuevos productos. Se espera que con esta revisión y análisis se adquiera una idea clara de los avances y necesidades del desarrollo de conceptos en el proceso de DNP.

Palabras clave: diseño, producto, procesos, costo, calidad, tiempo, concepto.

## 1.- Introducción

Debido a la intensa competencia, y demandas cada vez más sofisticadas en el mercado, y la diversificación y cambios en la tecnología, han aumentado la importancia del desarrollo de nuevos productos [1], [2], [3]. El DNP o simplemente diseño se entiende como un proceso de creación mediante la cual se emplean técnicas y métodos para inventar productos, procesos o servicios [4]. Tradicionalmente, este proceso de creación consiste de una serie de etapas que van desde el análisis de mercado, desarrollo de especificaciones y conceptos, diseño detallado, producción y comercialización. Estas etapas se ejecutan en forma paralela o concurrente, por tal motivo al DNP, también se le conoce como ingeniería concurrente (IC) o diseño integrado de nuevos productos.

La razón de llevar a cabo estas actividades en paralelo es la necesidad de reducir el tiempo de desarrollo, desarrollar la mejor solución para satisfacer las necesidades del mercado o cliente y reducir el costo del nuevo [5], [6], [7], [8], [9]. El DNP es por consiguiente de vital importancia para mantener la competitividad de cualquier compañía; esto hace que se dedique un gran esfuerzo para reducir el tiempo de desarrollo y mejorar la calidad del producto mediante IC y sus técnicas, como: diseño para la producción y ensamble, diseño para el ambiente y otras técnicas y métodos [10], [11], [12]. El desarrollo conceptual de productos es una de las etapas más importantes del proceso de DNP. Si no se crean nuevos conceptos, los nuevos productos de una compañía son solamente un re-arreglo de generaciones pasadas. Investigadores tanto del sector académico como industrial han realizado grandes esfuerzos para desarrollar e identificar las mejores prácticas; dicho en otras palabras, aquellas actividades, métodos o técnicas que podrían producir resultados favorables en el desarrollo de nuevos productos. Sin embargo, muy poca atención se ha dedicado al desarrollo de conceptos en el proceso de diseño; es por esta razón que este ensayo presenta una discusión sobre el desarrollo de conceptos para nuevos productos. Se espera que con esta discusión y análisis se adquiera una idea clara de los avances y las necesidades de mejorar el proceso de desarrollo de conceptos en el DNP.

## 2.- El Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos

Tradicionalmente, el DNP se segmenta en distintas fases que deben ser planeadas y dirigidas rigurosamente. Casi todos los modelos que se presentan en la literatura del DNP o diseño se presentan como una secuencia de fases similares a la propuesta por [13], [14], [15] y [16]. La Figura 1 muestra las fases de un proceso típico de DNP. La concepción y definición clara de objetivos en cada fase del desarrollo es muy importante en cualquier proceso de desarrollo del nuevo producto, proceso o servicio.

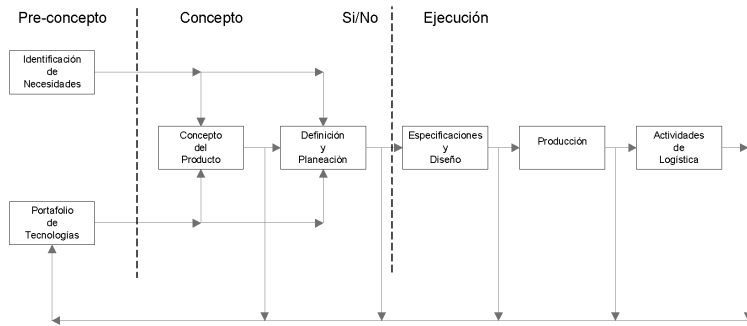


Figura 1 El Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos

Como se observa en la Figura 1, el DNP generalmente inicia con una idea y gradualmente progresa o evoluciona a un proceso detallado e implementación. En cada etapa o fase del desarrollo, y con la ayuda de herramientas, métodos y modelos, se agrega información al desarrollo. De acuerdo con [15], [16], la primera etapa, o fase de preconcepto o evaluación estratégica, es una etapa preliminar que identifica oportunidades, tales como, generación de ideas, análisis y planeación estratégicas del mercado, análisis y desarrollo de estrategias tecnológicas, y el desarrollo de planes a largo plazo para todas las líneas o familias de productos. La segunda fase, concepto, inicia el programa específico del nuevo producto mediante la exploración de los requerimientos o necesidades del mercado y el desarrollo de conceptos para el nuevo producto. También, en la segunda fase se evalúa y se selecciona un concepto ganador o menos vulnerable; dicho en otras palabras un concepto que satisface las necesidades del cliente, también incluye la definición de los requerimientos para subsistemas, responsabilidades y el costo de las partes principales del nuevo producto. Las especificaciones técnicas, diseño de detalles, ensayos y validación de prototipos, fabricación o manufactura, comercialización, y actividades de logística aparecen en la fase de ejecución. El cumplimiento de criterios detallados y específicos para cada fase es el método principal para validar la transición exitosa en las distintas fases del DNP.

### Fase de Pre-Concepto o Evaluación Estratégica

Estudios recientes de investigación en DNP, afirman que el desarrollo de nuevos productos es un proceso estratégico debido a su impacto duradero en el crecimiento y desarrollo económico de las compañías. Por consiguiente, las compañías utilizan este proceso como un medio estratégico para expandir su mercado o desarrollar nuevas capacidades. Es

de vital importancia, iniciar la creación del nuevo producto, proceso, o servicio con una evaluación estratégica. En la fase preliminar del DNP, el énfasis es en la identificación de oportunidades, tales como la generación de ideas, análisis y planeación estratégica del mercado, y desarrollo de estrategias tecnológicas y de producto para guiar y dar dirección a las fases subsecuentes [17], [16]. Estas actividades preliminares, se llevan a cabo para la formulación de estrategias a largo plazo, tales como el grado de innovación del producto y del segmento del mercado de la compañía. Unas de las razones por lo que las compañías podrían decidir desarrollar nuevos productos son como cambios incrementales para satisfacer segmentos de mercado existentes, o crear un nuevo concepto para introducirlo a un nuevo mercado.

El análisis y planeación estratégica del mercado, consisten en determinar qué productos se ofrecerán al mercado, quienes serán los clientes, es decir definir el segmento de mercado, cómo se distribuirán los productos y determinar las características distintivas del nuevo concepto, que harán que el cliente prefiera los nuevos productos. Para lograr los objetivos de esta actividad, se deben identificar las tendencias, amenazas y oportunidades en el mercado de la compañía mediante la obtención de información acerca del cliente, proveedores, competencia, regulaciones y otros aspectos relevantes al desarrollo del nuevo producto. En el caso de una innovación significativa, un análisis exploratorio del mercado sería necesario para entender mejor el mercado y así poder evaluar la demanda potencial por el nuevo producto [18]. Bowen et al. [19], afirma que las actividades llevadas a cabo en la etapa preliminar del proceso del DNP consisten principalmente en la comprensión o entendimiento de la estrategia del negocio de la compañía, de la estrategia del proyecto y del producto. Esto es debido a que cada nuevo proyecto de desarrollo de nuevo producto tiene diferentes incertidumbres que imponen demandas diferentes en la capacidad, en actividades de logística, comercialización etc. de la compañía y que deben de ser consideradas lo más pronto que sea posible en el diseño del nuevo producto.

### Fase de Desarrollo de Ideas

Una vez que se ha identificado la oportunidad de desarrollo de un nuevo producto, la etapa de desarrollo de concepto se concentra y requiere que el equipo de diseño

defina correctamente el nuevo producto [20], [21], [15], [16]. Entre las actividades claves que se tienen que llevar a cabo son: declarar y evaluar el concepto del nuevo producto, identificar las necesidades del cliente; es decir, determinar qué es lo que el cliente desea y que es lo que espera encontrar en el nuevo producto, y analizar productos de la competencia. El equipo de diseño, también conduce análisis de las posibles tecnologías que se integrarán en el nuevo producto y la integración de las estrategias de mercado con las estrategias tecnológicas y de negocio de la compañía. Detalles del desarrollo, evaluación y selección de conceptos se presentan en la sección 3.

### Definición del Producto y Planeación

En esta fase del DNP, el equipo de diseño desarrolla varios conceptos para el nuevo producto antes de evaluar y seleccionar un concepto ganador que será diseñado en detalle y posteriormente fabricado. De acuerdo con [15] y [16], hay dos actividades principales que se llevan a cabo y que son: la definición del producto y planeación del proyecto. Por otro lado, [20] y [21] dicen que la definición del producto consiste de dos etapas: la creación de la definición del producto y la administración del proceso de definición. Las especificaciones del nuevo producto, se definen en la etapa de creación; para definir las, se requiere un total entendimiento de las necesidades del cliente, de los productos de la competencia, y riesgos tecnológicos; así como el conocimiento de oportunidades, planes de negocio de la compañía y aspectos legales. Bacon et al, [21], afirman que para crear una definición de producto robusta, el proceso de creación requiere de información de las diferentes áreas funcionales de la compañía, tales como, investigación y desarrollo, mercadotecnia, manufactura etc. El proceso de creación, ayuda al equipo de diseño a definir y seleccionar las características, funciones, segmento de mercado y establecer prioridades de diseño del nuevo producto.

El resultado final del proceso de definición incluye: parámetros descriptivos que cubren el segmento del mercado y los medios para lograr satisfacer las necesidades del mercado, costo del producto, funcionalidad del producto, y características físicas. También se incluyen las tecnologías que serán integradas al nuevo diseño, asignación de recursos para controlar y dirigir el DNP. Sin embargo, no se incluyen especificaciones detalladas para el nuevo producto; estas especificaciones se desarrollan en la etapa de diseño de

detalles, como se muestra en la Figura 1.

La administración del proceso de creación por otro lado, consiste en controlar y dirigir el proceso de definición del nuevo producto; el principal objetivo de la administración del proceso de definición es balancear los aspectos conflictivos, tales como definición del nuevo producto, requerimientos del cliente, restricciones tecnológicas, recursos y costo. En la sección 3, se presenta una discusión detallada en el desarrollo de conceptos.

### Fase de Implementación o Ejecución

Como se observa en la Figura 1, la etapa de ejecución del proceso de DNP consiste de las siguientes actividades: diseño de detalles, desarrollo, ensayo y evaluación de prototipos, manufactura y actividades de logística, tales como empaque, distribución, uso y fin de uso. En el desarrollo del concepto del nuevo producto, los requerimientos de diseño identificados en la fase de preconcepto y en la fase de concepto se transforman en el concepto del nuevo producto. En la fase de diseño de detalles del nuevo producto, el nuevo concepto en forma de especificaciones técnicas, se convierte en atributos y funciones para cada componente del nuevo producto y así se puedan diseñar y fabricar de una manera independiente en fases posteriores [22], [23]. Uno de los propósitos del diseño de detalles es investigar posibles procesos para implementar el nuevo concepto con sus componentes que conformaran la arquitectura total del producto. Esto quiere decir que la arquitectura total del nuevo producto no solamente determina qué componentes son requeridos, y además, el diseño mismo de las interfaces mediante los cuales cada componente interactúa con otros. Es importante enfatizar que las especificaciones son de vital importancia para el diseño de la arquitectura total del nuevo producto, ya que permiten que cada componente sea diseñado de una manera separada y después ser integrado en la arquitectura del producto como un todo. El resultado final del proceso de diseño de detalles son documentos y dibujos que describen en detalle cada componente del nuevo producto y esto se utilizará para planear la producción y procesos para la fabricación y ensamble del nuevo producto.

Antes de que se asignen recursos para iniciar la producción del nuevo producto, el diseño es probado y validado para asegurar que el nuevo diseño cumple con los requerimientos de funcionalidad y otros atributos tal como se

ha planeado [24], [25]. Las pruebas consisten en construir prototipos para productos que se ensamblan, operaciones piloto para procesos, o desarrollar alguna simulación para servicios. La idea de realizar pruebas es medir cuantitativamente la funcionalidad, comparar esta funcionalidad con la esperada y mejorar el diseño de tal manera que cumpla con las expectativas del cliente. Una vez que el nuevo diseño ha sido probado y validado en el mercado, la compañía inicia la planeación de la producción y de procesos para el nuevo producto. En esta fase, se adquieren y se instalan equipos, instalaciones físicas se arreglan o se construyen; se contratan y se capacitan a operadores y personal en general.

### 3.- Desarrollo de Conceptos

El proceso de DNP ha llegado a ser muy complejo. No solo los medios para reducir el costo, tiempo de mercado y el mejoramiento de la calidad del producto son difíciles; además existen otros factores tales como: legislaciones de gobierno para reducir el impacto ambiental del ciclo de vida del producto, procesos y la preferencia del cliente de productos ambientalmente buenos lo hacen aún más complejo. Ahora, los diseñadores son forzados a diseñar productos de alta calidad a costos muy bajos y productos de bajo impacto ambiental para mantener la posición de sus compañías en mercados muy competitivos.

Por consiguiente, el DNP es una actividad central y estratégica en cualquier compañía manufacturera; es un proceso de altos riesgos y vulnerable a fallas. Muchas compañías han realizado grandes esfuerzos para desarrollar e identificar las mejores prácticas; es decir, aquellas actividades o métodos y técnicas que podrían producir resultados favorables en la búsqueda de mejores soluciones para satisfacer las necesidades de sus clientes [26], [27], [28]. Las compañías están aprendiendo a considerar todos los requerimientos o necesidades de las diferentes fases del ciclo de vida del producto, proceso o servicio en las fases estratégicas del DNP [8].

Es bien sabido que las decisiones que se toman en las primeras fases del proceso de DNP tienen un impacto muy importante en características claves del nuevo producto, tales como costo, funcionalidad, calidad y fiabilidad [29], [30], [31] y [32]. Esta opinión es reforzada por Parker [3], quien dice que esto significa trabajar más en las primeras etapas del DNP cuando es fácil de influir en el cliente, los cambios

en el diseño son más fáciles, el costo de los cambios es bajo, y la dirección del proyecto es más viable y factible. Dicho en otras palabras, es mucho más fácil corregir desviaciones en las especificaciones del producto en las primeras etapas que en las etapas posteriores. La importancia de las primeras etapas, es vital para tomar decisiones con respecto a los atributos del nuevo producto, como son calidad, funcionalidad, reciclamiento, re-uso, desensamblable, entre otros. Si la meta de una compañía, es desarrollar un producto altamente competitivo, entonces especial atención se debe considerar en la fase de desarrollo de conceptos del nuevo producto.

#### Vulnerabilidad de Conceptos de Nuevos Productos

La parte medular del DNP, es la creación de conceptos del nuevo producto, proceso o servicio. Si no se crean nuevos conceptos, los nuevos productos de una compañía son solamente un re-arreglo de generaciones pasadas. Mucho se ha escrito acerca del desarrollo conceptual en el proceso del DNP; se ha aceptado que la generación sistemática de conceptos, la generación de alternativas que satisfacen las especificaciones del nuevo producto (PDS), es esencial para una evolución exitosa del producto. Sin embargo, podría suceder que en algunas industrias, un verdadero desarrollo conceptual ya no es necesario o posible. En realidad, ciertos productos como automóviles, podría decirse que son conceptualmente estáticos [34]. En veinte años, los automóviles probablemente seguirán consistiendo de cuatro llantas, un motor, un sistema de transmisión y de frenos; los diseñadores de automóviles no tienen otra opción de concepto. El concepto de automóvil se asume como tal y las especificaciones se escriben bajo ésta consideración.

Uno de los problemas más difíciles, sensibles y críticos en el desarrollo de nuevos productos, tanto en el sector educativo como en el industrial, es la evaluación y selección del mejor concepto o concepto menos vulnerable y con el cual proseguir las actividades de diseño de detalles y ultimadamente su fabricación. Algunos investigadores, [33], afirman que en el desarrollo conceptual se debe de evitar la vulnerabilidad de los conceptos y que ésta vulnerabilidad, se debe a la falta de un método de decisión eficaz para la selección del concepto; selección por definición significa la creación y selección del mejor concepto. La efectividad del método debe demostrarse con la reducción de la vulnerabilidad del concepto del nuevo producto.

De acuerdo con Pugh, [33], hay dos maneras en que se puede manifestar la debilidad del desarrollo conceptual. La primera, se refiere a la debilidad del concepto seleccionado debido a la ineficacia del método utilizado, por lo que no importa la cantidad de tiempo y atención que se dedique al diseño de detalles, esto no bastaría para corregir o mejorar el concepto. Segunda, cuando el concepto seleccionado es el mejor, pero las razones por las que fue seleccionado son desconocidas o no conocidas por el diseñador. En otras palabras, el concepto seleccionado es muy fuerte y es la mejor alternativa que puede satisfacer las restricciones de diseño, pero debido a la falta de un método eficaz para su evaluación y selección, la alternativa seleccionada no se puede defender y/o debatir con argumentos técnicos lógicos. El primer caso es puramente débil y el segundo puramente fuerte, pero debido a la falta de un método eficaz que asista al diseñador en la evaluación y selección del mejor concepto, lo hace débil. Debido a estas razones, Pugh [33], sugiere un método que se conoce como convergencia-divergencia, como se muestra en la Figura 2.

Se debe de enfatizar que es imposible desarrollar y evaluar todas las posibles soluciones a un problema en particular. Para poder reducir la posibilidad de una selección inadecuada del concepto, es esencial desarrollar y evaluar los conceptos de una manera progresiva y disciplinada. El método de convergencia-divergencia, consiste primero, en desarrollar las especificaciones que serán utilizados para el desarrollo y evaluación de los conceptos. Posteriormente, se desarrollan varios conceptos que serán juzgados con las especificaciones; con este proceso se eliminan aquellos conceptos que presentan problemas en satisfacer los criterios de diseño. Como se observa en la Figura 2, el proceso de desarrollar, evaluar y eliminar conceptos es repetitivo hasta lograr la selección de un concepto que mejor cumpla con las expectativas del cliente.

Otros investigadores como [24], sugieren que antes de iniciar la fase de desarrollo conceptual, prime-ramente, hay tres pasos fundamentales en el desarrollo conceptual:

- obtener la voz del cliente en el contexto de la estrategia del producto
- desarrollar, evaluar y seleccionar el nuevo concepto (incluyendo tecnologías)
- desarrollar especificaciones de detalles que satisfagan al cliente y a la estrategia de la compañía.

En [23], proponen un método llamado ingeniería del concepto, el cual es un proceso estructurado que posee técnicas para tomar decisiones para el desarrollo de conceptos de productos y solo se puede usar por equipos de diseño en un ambiente de ingeniería concurrente. Este método, es iterativo entre el nivel de reflexión y el nivel de experiencia, de tal manera que permite a los miembros del equipo de diseño entender mejor qué es lo más importante para el cliente y por qué es importante, cómo será medido y cómo se considerará en el desarrollo del concepto del nuevo producto. Este proceso consiste de cinco etapas; la primera etapa consiste en elaborar planes para explorar e investigar el contexto real del cliente. Mientras que en la segunda etapa consiste en transformar lo que se ha entendido del ambiente del cliente en un grupo pequeño de requerimientos, que a veces se le conoce como la voz del cliente. En la tercera etapa, los requerimientos del cliente se traducen en parámetros técnicos de una manera clara, y concisa. La transición del contexto del

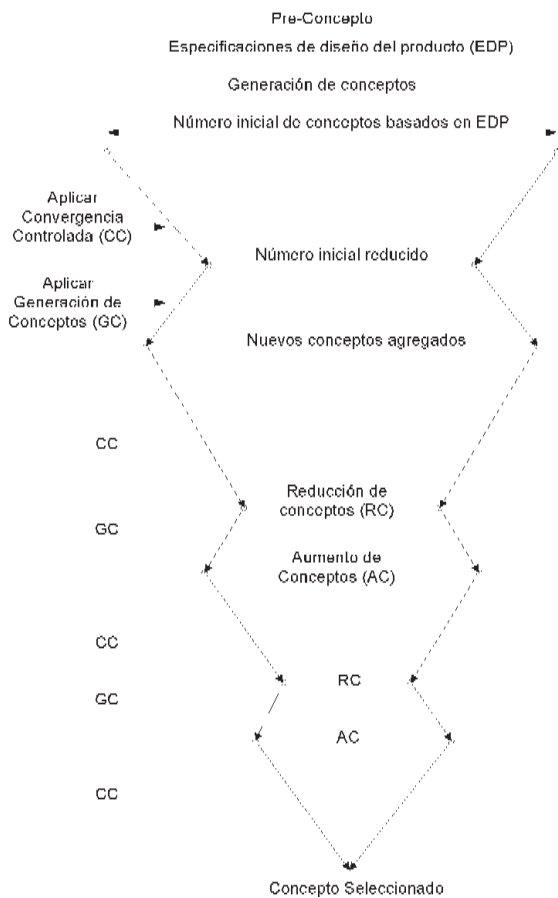



Figura 2 Proceso convergente-divergente para seleccionar un concepto dominante

problema al contexto de generación de ideas o alternativas de solución se da en la cuarta etapa. Finalmente, en la etapa de selección de concepto, el equipo de diseño selecciona un concepto que será utilizado para las etapas posteriores de diseño. Los miembros del equipo de diseño en forma individual y colectiva buscan ayuda de expertos, realizando experimentos en laboratorios mediante un proceso iterativo similar al método de Pugh; de la combinación y mejora de las soluciones iniciales se logra reducir el número de soluciones a un número mínimo. Estos conceptos, se evalúan otra vez, usando los requerimientos del cliente, definidos en la etapa uno, y contra las restricciones de la compañía y es así como se logra seleccionar un concepto dominante.

## 4.- Conclusiones

En este ensayo, se han expuesto las características más relevantes de los métodos comúnmente usados en la industria para desarrollar, evaluar y seleccionar conceptos de nuevos productos. Se ha puesto principal énfasis en la vulnerabilidad del desarrollo conceptual y se mencionó que ésta se debe a la falta de un método eficaz que permita evaluar y seleccionar un concepto que cumpla con las expectativas del mercado. Se discutió también, las fases fundamentales del desarrollo de nuevos productos, incluyendo la relevancia de las primeras etapas de desarrollo. Es claro que el objetivo de éste ensayo ha sido un estudio exploratorio, para obtener una conocimiento mas detallado y avanzado del desarrollo conceptual de productos. Es importante mencionar que es necesario realizar un estudio y análisis más profundo, para identificar o desarrollar técnicas y métodos para la generación, evaluación y selección de conceptos dominantes; es decir, conceptos menos vulnerables; conceptos que cumplen con las expectativas del cliente y que tienen un impacto ambiental reducido en todo su ciclo de vida

## Referencias

1. FUJIMOTO, T.  
1993 "Information Asset Map and Cumulative Concept Translation in Product Development", Design Management Journal, Fall 1993, pp. 34-42.
2. TÖPFER, A.  
1995 "New Products-Cutting the Time to Market", Long Range Planning, Vol. 28, No. 2, pp. 61-78.
3. PARKER, A.  
1997 "Engineering is not Enough", Manufacturing Engineering, December, pp. 267-271.
4. OWEN, C. L.  
1993 "A Critical Role for Design Technology", Design Management Journal, Spring, pp. 10-18.
5. EATON, R. J.  
1987 "Product Planning in a Rapidly Changing World", International Journal of Technology Management, 2, (2), pp. 183-189.
6. LORENZ, C.  
1991 "Team Based Engineering at DEERE", McKinsey Quarterly, (4), pp. 81-93.
7. KRAUSE, F. L., KIMURA, F., KJELLBERG, T., AND LU, S. C. Y.   
1993 "Product Modelling", Annals of the CIRP, Vol. 42/2/1993. pp. 695-706.
8. DIMANDESCU, D., AND DWENGER, K.  
1996 World-Class New Product Development, American Management Association AMACOM, 1996.
9. HARUTUNIAN, V., NORDLUND, M., TATE, D., AND SUH, N. P.  
1996 "Decision Making and Software Tools for Product Development Based on Axiomatic Design Theory", Annals of the CIRP, Vol. 45/1/1996. pp. 135-139
10. NEVINS, J. L. AND WHITNEY, D. E.  
1989 Concurrent Design of Products and Processes: A Strategy for the Next Generation in Manufacturing, McGraw-Hill, New York, 1989
11. SMITH, P. G., AND REINERTSEN, D. G.  
1991 Developing Products in Half the time, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
12. SANTOS-REYES, D. AND LAWLOR-WRIGHT, T.  
2001 "A Design For the Environment to Support an Environmental Management System", International Journal of Integrated Manufacturing Systems, MCB

University Press, 12/5, pp. 323-332

13. URBAN, G. L., AND HAUSER, J. R.  
1980 Design and Marketing of New Products, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1980.
14. BOOZ, A., AND HAMILTON  
1982 New Product Management for the 80s, Booz-Allen and Hamilton, New York
15. KHURANA, A., AND ROSENTHAL, S. R.,  
1997 "Integrating the Fuzzy Front End of New Product Development", Sloan Management Review, Winter 1997, pp. 103-121
16. KHURANA, A., AND ROSENTHAL, S. R.  
1998 "Towards Holistic Front Ends in New Product Development", Journal of Product Innovation Management, Vol. 15, pp. 57-74
17. HAX, A., AND MAJLUL, N.  
1991 The Strategy Concept and Process: A Pragmatic Approach, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ
18. KINNEAR, T. C., AND TAYLOR, J. R.  
1991 Marketing Research: An applied Approach, McGraw Hill Co., New York, NY
19. BOWEN, H. K., CLARK, K. B., HOLLOWAY, C. A., AND WHEELWRIGHT, S. C.  
1994 Development Projects: The Engine of Renewal», Harvard Business Review, Sept-Oct., pp. 110-120.
20. BECKMAN, S. L., AND MOWERY D.  
1993 "Getting the Right Products to Market: A Study of Product Definition in the Electronics Industry", Design Management Journal, Spring 1993, pp. 54-61
21. BACON G., BECKMAN S., MOWERY D., AND WILSON, E.,  
1994 "Managing Product Definition in High-Technology Industries: A Pilot Study", California Management Review, Spring 1994, pp. 32-56
22. ULRICH, K. T., AND EPPINGER, S. D.  
1995 Product Design and Development, McGraw Hill Co., New York, NY
23. BURCHILL, GARY AND FINE, CHARLES, H.  
1997 "Time Versus Market Orientation in Product concept Development: empirically-Based theory Generation", Management Science Science / Vol. 43, April, pp. 465-479
24. CLAUSING, D.  
1992 "Timed to Perfection", Manufacturing Breakthrough, January/February, pp. 35-39.
25. ASHLEY, S.  
1991 "Rapid Prototyping Systems", Mechanical Engineering, April, pp. 35-43
26. OAKLEY, M. H.  
1984 "Managing Product Design", Weidenfeld and Nicolson, London
27. SOUNDER, W. E.  
1988 "Managing Relations Between R&D and Marketing in New Product Development Projects", Journal of Product Innovation Management, 5 (1998)
28. SONG, X. M., AND PARRY, M. E.  
1992 "The R&D Marketing Interface in Japanese High Technology Firms", Journal of Product Innovation Management, 9 (1992)
29. DOWLATSHAHI, S.  
1992 "Product Design in a Concurrent Engineering Environment: an Optimisation Approach», The International Journal of Production Research, 30 (8), pp. 1803-1818
30. DOWLATSHAHI, S.  
(1994) «A Morphological Approach to Product Design in a Concurrent Engineering Environment», The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, No. 9, pp. 324-332

31. DOWLATSHAHI, S.  
1994b "A Comparison of Approaches to Concurrent Engineering", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No. 9, pp. 106-113
32. BAYLISS, D. C., AKUESON R., PARKING R., AND KNIGHT, J. A. G.  
1995 "Concurrent Engineering Philosophy Implemented Using Computer Optimised Design", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, Vol. 209, pp. 193-199
33. PUGH, S.  
1981 "Concept Selection: A Method That Works», *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, Rome:ICED, 1981*, pp. 497-506
34. PUGH, S.  
1983 "The Application of CAD in Relation to Dynamic/Static Product Concepts", *Proceedings of ICED'83*,

Copenhagen: ICED, vol. 2, pp. 564-571

Santos-Reyes, D. E.  
Márquez M. M.  
Mendoza J. A.  
Ingeniería Industrial, Universidad  
Tecnológica de la Mixteca.

Computación  
Electrónica  
Tecnología  
Robótica

73  
74  
75  
76

## Computación El Superordenador Más Rápido

Red Storm se convertirá en el superordenador más rápido del mundo. Será construido en los Sandia National Laboratories, y a pesar de su potencia, será más pequeño y barato que otras máquinas de su clase.

Red Storm costará unos 90 millones de dólares y en primera instancia será capaz de llevar a cabo 41,5 teraflops (billones de operaciones por segundo). La primera parte del ordenador quedará instalada en septiembre, y en enero del próximo año estará ya listo y funcionando.

A principios de 2005 se iniciarán las pruebas. La evolución de la máquina, sin embargo, no se detendrá, puesto que a finales de 2005 alcanzará los 100 teraflops, gracias a la sustitución de cada chip procesador individual por uno nuevo dotado de dos procesadores independientes, cada uno de ellos funcionando un 25 por ciento más rápido que el chip original.

El actual superordenador más rápido del mundo, el Earth Simulator japonés, puede alcanzar un gasto energético de 8 megavatios. En comparación, Red Storm

sólo utilizará 2 megavatios. Además, el Earth Simulator ocupa tres veces más espacio.

El nuevo superordenador estará refrigerado con aire y está siendo desarrollado por Sandia y la empresa Cray, a partir de piezas básicamente ya disponibles. Gracias a las innovaciones en el diseño será posible pasar del concepto al ensamblaje en un período inusualmente rápido (30 meses frente a los 4 a 7 años de otros supercomputadores).

El propósito principal del Red Storm será trabajar para el armamento nuclear estadounidense. Con él se diseñarán nuevos componentes, y éstos serán probados de forma virtual ante condiciones de todo tipo (hostiles, anormales y normales). También ayudará en la ingeniería y física de armas.

Si se cumplen las previsiones, funcionará diez veces más de prisa que el actual sistema ASCI Red, disponible en Sandia. Podría convertirse asimismo en el núcleo de la futura línea de supercomputadores de Cray.

Su configuración modular es muy

ampliable. Puede utilizar un solo armario de procesadores (con 96 de ellos), o incorporar hasta 300 armarios (30.000 procesadores de las clases Opteron y SeaStar). El sistema, además, puede vigilarse y gestionarse a sí mismo. No será necesario apagar la máquina si se estropea una de sus piezas. Los componentes que no funcionen se dejan sin operar hasta que se decida su sustitución.

Información adicional en: [Sandia Labs](#).



## Circuitos Integrados Bacteriales

Conectando bacterias a chips de silicio, investigadores financiados por la NASA han creado un dispositivo que puede «detectar» casi cualquier cosa.

Como los canarios en las minas, los microbios pueden también detectar los peligros medioambientales antes que los humanos. Es fácil ver la reacción en un canario. Pero ¿cómo saber lo que siente un microbio? ¿Cómo se le convence para que se comunique con nosotros?

Un modo de hacerlo es conectándolo a un chip de silicio.

Gary Sayler, microbiólogo de la Universidad de Tennessee, y sus colegas, han desarrollado un dispositivo que utiliza chips para recoger las señales emitidas por ciertas bacterias especialmente alteradas. Los investigadores ya habían usado estos dispositivos, conocidos como CIBBs, o Circuitos Integrados Bioinformadores Bioluminiscentes, para localizar la contaminación en tierra. Ahora, con el apoyo de la Oficina para la Investigación Biológica y Física de la NASA, están diseñando una versión para naves espaciales.

Mediante bioingeniería, el grupo de Sayler, que incluye a los investigadores Steve Ripp, Syed Islam y Ben Blacklock, además de otros colaboradores en el JPL y el Centro Espacial Kennedy, ha creado microbios que emiten un brillo azul-verdoso en presencia de contaminantes. Luego unieron estas bacterias a microluminómetros (chips diseñados para medir la luz).

Según Sayler, los CIBBs aportan un método de detección de contaminantes de bajo costo y poco gasto ener-

gético. Son diminutos: cada CIBB mide 2 x 2 mm, y el dispositivo completo, incluyendo su fuente de alimentación, tendrá aproximadamente el tamaño de una caja de cerillas, e inspeccionará continuamente sus alrededores.

La NASA está interesada en sensores de contaminación porque las naves espaciales están fuertemente selladas. Los vapores invisibles producidos por los experimentos científicos o las toxinas originadas por los hongos y otros bioproductos se pueden acumular y representan un peligro para los astronautas. Podemos fabricar CIBBs que detecten casi todo: amoníaco, cadmio, cromo, cobalto, cobre, proteínas, plomo, mercurio, PCB, ultrasonidos, radiación ultravioleta, zinc — la lista no tiene fin.

El sistema es muy resistente. Los microbios prosperan en un amplio rango de medio ambientes, de modo que es factible diseñar CIBBs que sobrevivan en entornos extremos o altamente contaminados. "De hecho pueden hacer su trabajo inmersos en cosas tales como mezclas de agua y combustible de avión", afirma Sayler maravillado.

Aunque los microbios pueden protegerse a sí mismos de las toxinas, siguen teniendo varias necesidades, por ejemplo: comer. Mantenerlos vivos, dice Sayler, "es una parte significativa del trabajo".

Uno de los problemas radica en la necesidad de inmovilizarlos para que permanezcan justo al lado del chip. El reto, dice Sayler, es intentar averiguar cómo inmovilizar a los microbios de modo que puedan sobrevivir el mayor tiempo posible.

Los investigadores están probando varias sustancias que mantengan a los microbios en su sitio. Por supuesto debe ser algo con buena transparencia

óptica, de modo que si los microbios se iluminan, el chip pueda percibirlo. El inmovilizador debe ser poroso, para que cualquier tipo de contaminante pueda fluir hacia su interior y alcanzar a los microbios. Debe contener nutrientes para alimentar a éstos. Debe permitir a los microbios una movilidad suficiente, pero no demasiada. «Básicamente estamos intentando alimentar a los organismos inmovilizados en su lugar sin permitirles crecer. Realmente deseamos que no crezcan demasiado, o nada en absoluto. Si crecen, cambia la cantidad de células del sistema, y desestabiliza la cantidad de luz emitida que corresponde a cada nivel de contaminante". (Para cada chip son necesarios unos pocos miles de microbios, dice Sayler, de modo que generen la luz necesaria. Aunque no son tantos como parecen sólo los necesarios para cubrir la punta de un alfiler).

Sayler espera desarrollar un gel en el que los microbios se mantengan operativos durante varios meses. Los sensores podrían fijarse a las paredes de los vehículos espaciales e inspeccionarían constantemente la atmósfera de la nave. También se vigilarían a sí mismos, para asegurarse de que siguen funcionando. "Podemos inducir a las células eléctricamente para que se iluminen, y así examinar el sistema en cortos intervalos, comprobando que aún sigue fisiológicamente activo".

"Después de unos seis meses, el chip enviaría una señal que dijese: 'bueno, es hora de reemplazar tu detector microbiano'. Un astronauta tomaría un paquete de semillas liofilizadas de microbios, les agregaría un poco de humedad y las pegaría a los detectores". No haría falta hacer nada más hasta que llegase de nuevo la señal de apagado, seis meses más tarde. Es un sistema de bajo mantenimiento.

Estos CIBB son también útiles en la tierra. Pueden detectar formaldehídos emitidos por los muebles de madera prensada o los hongos difíciles de percibir e implicados en el síndrome de los edificios enfermos. "Si este dispositivo funciona según lo planeado, se convertiría en un método barato de inspección de sistemas", dice Saylor. "Podrías ir a la tienda de la esquina, comprarte uno de estos, llevarlo a casa y pegarlo en tus paredes. Podría decirnos si las alfombras liberan gas o si tienes problemas como el moho negro".

CIBBs avanzados podrían actuar como inspectores de bioterrorismo para la Seguridad Nacional, como método para detectar radiaciones perjudiciales para el ADN de los astronautas, o como herramienta de diagnóstico para los médicos. A modo de ejemplo, Saylor imagina un futuro donde los

CIBBs sean parte de un programa de tratamiento para diabéticos. Un CIBB implantable equipado con un chip radiotransmisor podría vigilar el nivel de glucosa en la sangre y comunicarse con un sistema remoto de suministro de insulina. Tales dispositivos podrían también inspeccionar los fluidos corporales en busca de ciertas proteínas producidas por los tumores — en otras palabras, podrían funcionar como un sistema de alerta temprana del cáncer.

Antes de que estas ideas se hagan realidad es necesario continuar con las investigaciones. Conseguir que un CIBB funcione en las naves espaciales es un buen punto de partida

[http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2004/10jun\\_bbics.htm](http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2004/10jun_bbics.htm)



## Tecnología SpaceShipOne

El extraordinario viaje del SpaceShipOne, el primer vehículo tripulado privado que ha superado los 100 km de altitud, no repetirá su aventura hasta que hayan sido analizadas y resueltas las anomalías que coartaron su vuelo y que podrían haber producido una tragedia.

Su piloto, Mike Melvill, de 63 años, describió su viaje como una mezcla de miedo y gozo, una misión que ha hecho historia y que podría abrir las puertas hacia una nueva era en la que el turismo espacial y las inversiones privadas revolucionarán nuestra explotación del espacio.

Tras la cadena de exitosas pruebas realizada durante los últimos meses, todo hacía prever que la misión de Melvill no haría sino confirmar la firme candidatura del grupo encabezado

por Paul Allen y Burt Rutan al Ansari X-Prize. El ganador de este premio recibirá 10 millones de dólares si consigue realizar dos vuelos suborbitales tripulados consecutivos (en el transcurso de dos semanas).

La prueba se llevaría a cabo en un aeropuerto del desierto de Mojave, en California. El anuncio público congregó a numerosos espectadores y medios de comunicación, ansiosos de asistir a un vuelo histórico.

El SpaceShipOne, un vehículo reutilizable con aspecto de avión construido por la empresa Scaled Composites, sería llevado hasta una altitud preliminar por el White Knight, la nave nodriza. A las 13:37 UTC, el conjunto salía del hangar y se dirigió hacia la pista de despegue. Exactamente a las 13:47 UTC, el White Knight, pilotado por Brian

Binnie, empezaba a rodar e iniciaba la prolongada fase de ascenso hacia el punto previsto, a unos 46.000 pies. No se alejaría demasiado de la vertical del aeropuerto, ya que ascendería dando giros en espiral.

A las 14:50 UTC, el Space-ShipOne era liberado de la nave madre y se alejaba un poco de ella antes de encender su motor híbrido. Al mismo tiempo, Melvill orientó a su vehículo hacia arriba para que la fase de aceleración se produjera de manera casi vertical. Finalmente, el motor se encendió y empujó al SpaceShipOne en pos de la marca, proporcionando una aceleración de entre tres y cuatro veces la gravedad terrestre.

El funcionamiento del motor se prolongaría durante unos 80 segundos. En tierra, todo parecía indicar que el vuelo iba bien, pero la información

era escasa. A bordo del vehículo, en cambio, apareció un problema desconocido hasta ahora. Primero, se desvió unos 90 grados sobre sí mismo hacia la izquierda y Melvill tuvo que corregir el error manualmente. Después, uno de los actuadores falló y el avión-cohete inició un giro inesperado que desvió el empuje de su motor. El piloto, consciente de lo que estaba ocurriendo, activó de inmediato un sistema de reserva y corrigió la orientación. Una vez apagado el motor, la nave siguió ascendiendo gracias a la inercia.

El SpaceShipOne habría alcanzado casi 110 km si todo se hubiera desarrollado como estaba previsto. Sin embargo, el desvío redujo la eficiencia de la fase de propulsión y dejó la altitud máxima en 100.124 metros, superando, por muy poco, la meta impuesta por el premio Ansari y otorgando a Melvill el título de «astronauta».

Durante 3 minutos y medio, el feliz piloto experimentó la ausencia de peso, y vio flotar ante sí varios objetos. Después, preparó a su vehículo para la reentrada a una velocidad de Mach 2,9, la cual se inició a varios kilómetros del corredor previsto originalmente.

Frenando su descenso y planeando con gran elegancia, el SpaceShipOne acabó posándose en el aeropuerto de Mojave a las 15:15 UTC, entre las ruidosas celebraciones de los espectadores.

No mucho después, Melvill detuvo su vehículo y salió de su interior muy sonriente. Fue recibido por Buzz Aldrin y se abrazó a los principales impulsores de este programa, que ha supuesto un desembolso de casi 30 millones de dólares.

Habrà una oportunidad de recuperar parte de este dinero tratando de ganar el premio Ansari, pero Rutan ha afirmado que habrá que averiguar primero por qué falló uno de los sistemas esenciales. Melvill también escuchó fuertes ruidos desde el interior de su cabina, y aunque no se aprecian daños estructurales, será necesario buscar su origen. Si esto se consigue pronto, el SpaceShipOne podría volver a volar durante el verano. Como mínimo deberá realizarse una misión más de prueba antes de intentar un vuelo que respete totalmente las condiciones del premio Ansari (tres tripulantes o peso equivalente, y repetición en el plazo previsto).

El vuelo libre de 24 minutos del SpaceShipOne (15P), en todo caso, demuestra que la industria privada está lista para iniciativas ambiciosas en el campo del turismo espacial. Y aunque este vehículo seguramente no va a utilizarse para este tipo de misiones, sí marca el camino a seguir para hacerlo posible.

Tanto es así que los rusos ya han

empezado a barajar la posibilidad de reducir sus precios de envío de turistas hacia el espacio. Una nueva industria pugna por consolidarse y ofrecer alternativas más económicas para todas las personas que deseen participar.

Melvill ha sido felicitado por los astronautas de la estación internacional, y el propio administrador de la NASA ha emitido un comunicado oficial en el que ensalza su comportamiento. La agencia también está pensando en ofrecer premios en metálico en diversos campos de la astronáutica para fomentar la competitividad y la entrada de nuevos participantes

Más información en: [Scaled Composites](#)



## Robot Autónomo Casi Listo

Los expertos de la Carnegie Mellon University se disponen a probar su nuevo robot autónomo, diseñado para buscar e identificar vida en lugares inhóspitos. Los ensayos se realizarán en el desierto chileno de Atacama.

Participan en el programa, además de la CMU, especialistas del Ames Re-

search Center, la University of Tennessee y la chilena Universidad Católica del Norte. El equipo pasará dos meses en Atacama, descrita como la región más árida de la Tierra. La actual fase, segunda en un proyecto de tres años, podría proporcionar resultados óptimos que hagan viables futuros robots capaces de buscar vida en Marte.

La primera fase del proyecto empezó en 2003, cuando se llevó a Atacama al robot Hyperion, movido por energía solar. Los científicos realizaron experimentos que han permitido identificar el diseño más adecuado, probar el software de control y la instrumentación preliminar.

Zoë es el robot que pone en práctica el resultado de estos primeros

trabajos. Durante dos meses, viajará a lo largo de 50 km de forma completamente autónoma, equipado con una nutrida dotación de instrumentos para detectar e identificar vida en el desierto.

Las pruebas se iniciarán a finales de agosto y continuarán hasta mediados de octubre. Los experimentos tendrán que ver con la percepción del robot, su movilidad y su autonomía durante travesías de larga distancia. Zoë será enviado a visitar puntos prometedores en Atacama, donde desplegará sus instrumentos capaces de identificar formas de vida. Todas las actividades serán supervisadas remotamente desde el centro de operaciones de

Pittsburgh.

Zoë llevará en su base un instrumento llamado detector de fluorescencia, que será empleado para detectar la presencia de moléculas que por sí mismas delatan la existencia de vida. Se espera realizar descubrimientos sobre los límites de la vida en nuestro planeta y crear tecnología que pueda ser aplicada a futuras misiones espaciales. El objetivo último es crear un auténtico "astrobiólogo sin traje espacial".

El robot se parece a su predecesor, el Hyperion, y podrá avanzar a una velocidad máxima de 100 cm por segundo (hasta 2 km al día). Podrá maniobrar por sí mismo alrededor de

grandes obstáculos y pasar sin peligro por pendientes de 30 grados.

Información adicional en: Carnegie Mellon



Victor Manuel Cruz Martínez  
Profesor Investigador de la Universidad  
Tecnológica de la Mixteca



## La Ingeniería Industrial en la UTM

### 1.- Introducción

Dentro de los programas de ingeniería de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, se imparte la carrera de Ingeniería Industrial, cuya función primordial ha sido, desde su creación en el 2000, formar profesionistas de calidad que sean capaces de dar solución a problemas complejos, que tienen lugar en un ambiente de transformación a nuevas tecnologías y procesos productivos, sobre todo en la región Mixteca Oaxaqueña y en el estado. La cultura de investigación de los profesores del área de ingeniería industrial y de otros centros e institutos, asegura que el conocimiento que los estudiantes adquieren es relevante y actualizado; esto seguramente se reflejará en la calidad de los egresados que han de satisfacer sus propias expectativas y de los empleadores (regional, estatal, nacional o internacional).

Este resumen describe las actividades académicas, investigación y promoción del desarrollo en el área de Ingeniería Industrial. También, se enlistan las directrices de desarrollo a impulsar, para lograr niveles de excelencia en las actividades académicas que se desarrollan en el área de Ingeniería Industrial. Con esto, se busca mejorar y asegurar la calidad de la enseñanza y aprendizaje, mejorar los planes y programas de estudio para lograr su acreditación por organismos reconocidos por el Consejo para la Acreditación de Educación Superior (COPAES), mejorar el desempeño académico de los profesores, mejorar y asegurar el buen funcionamiento de las actividades de investigación y de los servicios que ofrece el programa educativo.

### 2.- Actividades de Enseñanza y Aprendizaje

La docencia en la Ingeniería Industrial se enfoca al análisis y diseño de sistemas complejos de gente, procesos y tecnología, para lograr que una compañía sea más competitiva y productiva en un contexto de desarrollo sustentable. Las disciplinas claves incluyen investigación de operaciones,

dística, sistemas de manufactura y administración. La historia de la ingeniería industrial está enraizada en la aplicación de estas disciplinas básicas para el análisis y diseño de sistemas de manufactura. Sin embargo, los problemas de la ingeniería industrial se encuentran en almacenes, distribución y cadena de suministros, bancos, servicios de salud y en muchos otros ambientes. La ingeniería industrial es casi universal en su aplicación en la vida real.

La carrera de Ingeniería Industrial inició en octubre del 2000, con 26 alumnos, en el 2001 y 2002 se incrementó en 27 y 26 respectivamente y para el mes de octubre del 2003, se registraron 44 alumnos, así como se muestra en la tabla I. Este programa educativo es relativamente joven, pero se tienen grandes expectativas de crecimiento y de lograr y asegurar la calidad de la enseñanza y aprendizaje.

TABLA I MATRÍCULA TOTAL POR AÑO (REAL Y PRONOSTICADO)

Matrícula total por año							
Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total	26	35	55	71	90	107	125

decisiones económicas, ingeniería del factor humano, esta

Hay cinco profesores de tiempo completo adscritos a la jefatura de ingeniería industrial; dos con grado de doctor, dos con grado de maestría y uno con grado de licenciatura. Los cinco profesores se dedican a la docencia y realizan investigación en diferentes áreas de la ingeniería industrial.

Las metas del programa educativo permanecen constantes; sin embargo, la manera de cómo se traducen en estrategias concretas cambia con el tiempo; esto es conforme a las demandas de los estudiantes, del mercado de trabajo, y de las estrategias internas de la UTM. En este contexto se ha establecido la visión y la misión de la carrera de Ingeniería Industrial, como sigue:

## Visión

La Ingeniería Industrial busca ser una comunidad consolidada y entusiasta de profesores, estudiantes y graduados dedicados, con niveles de excelencia en la calidad de la enseñanza y aprendizaje, la aplicación y generación de conocimientos y la promoción del desarrollo para hacer la sociedad e industria Oaxaqueña más productiva y sustentable.

## Misión

Lograr y asegurar la excelencia en la calidad de la enseñanza y aprendizaje en un ambiente de investigación de reconocido prestigio nacional e internacional, para formar de manera integral profesionistas competitivos y comprometidos con la sociedad Mixteca, Oaxaqueña y Mexicana. En la búsqueda de lograr ésta misión, se han formulado metas, entre las cuales se mencionan las siguientes:

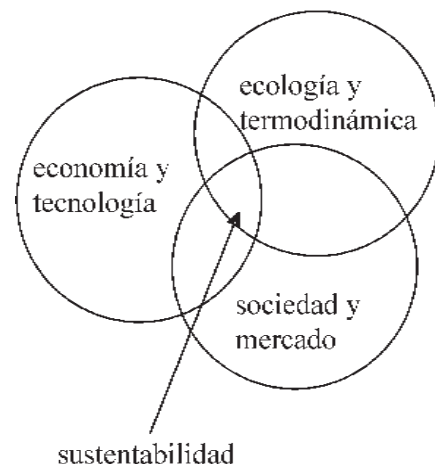
- Proveer enseñanza de alta calidad, en un ambiente de investigación de reconocido prestigio, para lograr una formación intelectual y personal de los estudiantes;
- Producir graduados que sean capaces de crear su propia fuente de trabajo, de adaptarse y de responder a los retos profesionales mediante la aplicación de sus conocimientos para satisfacer los requerimientos de empleadores (regional, estatal, nacional e internacional) de todos los sectores productivos;
- Contratar y retener profesores de calidad y mejorar su eficacia a través de la capacitación y desarrollo de acuerdo a los planes institucionales de la UTM;
- Optimizar el uso de recursos y desarrollar una infraestructura moderna y suficiente para mejorar el ambiente de trabajo y el rango de servicios para estudiantes y profesores;
- Satisfacer los criterios del paradigma de un programa educativo de buena calidad del programa nacional de educación 2001-2006;
- Lograr y asegurar la acreditación del programa educativo por organismos acreditadores reconocidos por el CO-PAES;
- Promover investigación multidisciplinaria dentro y fuera de la universidad.

Además de las actividades de docencia, la carrera de Ingeniería Industrial es vital para contribuir a lograr las funciones de investigación y promoción del desarrollo de la UTM.

## 3.- Investigación y Promoción del Desarrollo

Las actividades de investigación y promoción del desarrollo en el área de ingeniería industrial están orientadas a la generación y aplicación de conocimientos científicos para el diseño, operación y control de sistemas de manufactura o servicios, para la transformación eficaz de materiales o información (o energía) en productos (tangibles o intangibles) y de la organización y funcionamiento de las compañías en el contexto del desarrollo sustentable, así como se muestra en la Figura 1.

Figura 1 La Ingeniería y el Desarrollo Sustentable



Todos los profesores adscritos a la carrera de Ingeniería Industrial son integrantes del cuerpo académico: Ingeniería y Desarrollo Sustentable de la Mixteca Oaxaqueña. Este cuerpo académico busca integrar y consolidar un grupo multidisciplinario de investigación científica básica y aplicada en las áreas de mecatrónica, sistemas de manufactura y medio ambiente. Las líneas de investigación que se cultivan en la Ingeniería Industrial son:

- Mecatrónica y sistemas de manufactura
- Medio ambiente: prevención y control del impacto ambiental de productos, procesos o servicios.

La línea de investigación: mecatrónica y sistemas de manufactura busca contribuir al desarrollo sustentable de la región Mixteca Oaxaqueña, a través de la generación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en la ingeniería mecatrónica y sistemas modernos de manufactura, con la finalidad de proponer metodologías, para la solución más económica y ambientalmente viable en los sectores

productivos tanto públicos como privados. Mientras que la línea de investigación: medio ambiente busca evaluar la situación actual en torno a los problemas ambientales de la Región Mixteca Oaxaqueña, para prevenirlos, controlarlos y/o remediarlos, concentrándose primordialmente en la prevención de problemas ambientales cuando se diseñan, operan y controlan los sistemas de producción, productos o servicios.

Participación en congresos y publicaciones de los miembros del cuerpo académico:

- Designing eco-houses by Quality Function Deployment, Proceeding of the 14th Symposium on Quality Function Deployment, December 7-13, 2002, San Diego CA, USA.
- Assessment of Safety Management Systems in the Oil Industry, Proceedings of the Offshore Technology Conference, Houston TX, USA, 6-9 May, OTC 2002.
- Creating Sustainable Business by Developing Eco-houses, The Euro Environment 2002 Conference in AALBORG, Denmark, 2002.
- «Problemas del vertido de efluentes industriales en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales», III taller Internacional «La educación ambiental para el desarrollo sostenible», 25 de octubre 2003, Universidad Pedagógica de Matanzas, Cuba.
- «Candida tropicalis study in repeated batch culture using time series», 2<sup>nd</sup> ICPB The development and perspective of biotechnology applied to the oil industry, Instituto Mexicano del Petróleo, 5-7, noviembre 2003, México, D. F.
- «Estudio preliminar de rocas de la región Mixteca como soportes para bioreactores», Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, 10 al 15 de Noviembre 2003, Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz.
- «Pruebas de tratabilidad de un lodo biológico con un agua residual sintética adicionada con fenol», Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, 10 al 15 de Noviembre 2003, Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz.
- «Sistema biomédico para vertebroplastía», Congreso Nacional de biomédica, CINVESTAV, Noviembre, 12-14. 2003. Premio al mejor trabajo presentado en el congreso.
- «Diseño de un Sistema biomecatrónico para vertebroplastía percutánea», 2º Congreso Nacional de Mecatrónica, México, Noviembre, 6 y 7. 2003

- «Una contribución al diseño de sistemas de control robusto aplicando el álgebra hipercompleja», Congreso Nacional de Mecatrónica, México, Noviembre, 6 y 7. 2003.
- Participación en la X semana de ciencia y tecnología: «Cómo funcionan los robots», «Cómo cuidar el aire que respiramos» y «La tecnología en los sistemas de manufactura». UTM, 30 de octubre de 2003.
- «Modelado y simulación de la cinemática de robots», Seminario de investigación, UTM, 29 de enero 2004.
- «Sistema biomédico para vertebroplastía», Publicado en la Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, marzo 2004.

Además de las líneas de investigación, el cuerpo académico proporciona asesoría o servicios de consultoría en las siguientes áreas:

- Desarrollo e innovación tecnológica: productos, procesos o servicios.
- Servicios especializados: CAD/CAM/CAE, sistemas de tratamiento de agua.

Dentro de las actividades de promoción del desarrollo, se está desarrollando un sistema para cocer ladrillos (ver Figura 2), para la comunidad de San Jerónimo Silacayoapilla, Huajuapán de León, y el rediseño de suajes para una máquina de coser balones, en la comunidad de San Miguel Zahuatlán, Huajuapán de León, a través del desarrollo de dos tesis de licenciatura, bajo la coordinación del cuerpo académico.

Con respecto a las actividades de desarrollo e innovación tecnológica, se han desarrollado y se están desarrollando los siguientes productos entregables:

- «Dispositivo hidráulico de inyección de cemento óseo en la vertebroplastía percutánea», Solicitud Internacional No.: PCT/MX 03/00027 (ver Figura 3).
- «Calentador de agua de alta eficiencia con base en tubos de calor», Solicitud Nacional No.: PA/a/2004/000588 (ver Figura 4).

Se está participando en la convocatoria de ciencias básicas SEP-CONACYT, solicitando un financiamiento de 1,800 000 (un millón ochocientos mil pesos), a través de un proyecto: «Estudio estratégico y desarrollo de tecnología limpia para sistemas de ahorro de energía.» Se espera desarrollar los siguientes productos entregables:

- Calentador de agua doméstico utilizando gas LP.
- Calentador de agua doméstico e industrial utilizando energía solar.
- Dispositivo de control térmico para ahorro de agua y energía.
- Sistema de tratamiento de agua utilizando energía solar.

Los profesores adscritos a la Carrera de Ingeniería Industrial también proporcionan cursos de actualización en períodos intersemestrales, tales como:

- Automatización industrial, con una duración de 20 horas.
- Instrumentación industrial, también con una duración de 20 horas.

#### 4.- Conclusiones

Se ha presentado un resumen muy breve de las actividades académicas, investigación y promoción del desarrollo, que se realizan en el área de Ingeniería Industrial. Los profesores adscritos a la carrera de Ingeniería Industrial, creemos que la Ingeniería Industrial es vital para contribuir a lograr las funciones de la UTM, con respecto a la enseñanza, investigación, difusión de la cultura y promoción del desarrollo

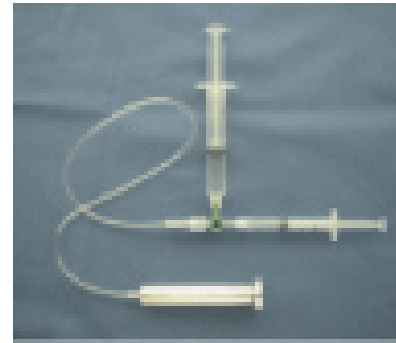


Figura 3 Dispositivo hidráulico de inyección de cemento óseo en la vertebroplastia percutánea (Patente: PCT/MX 03/00027)

Daniel Erasto Santos Reyes  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Industrial

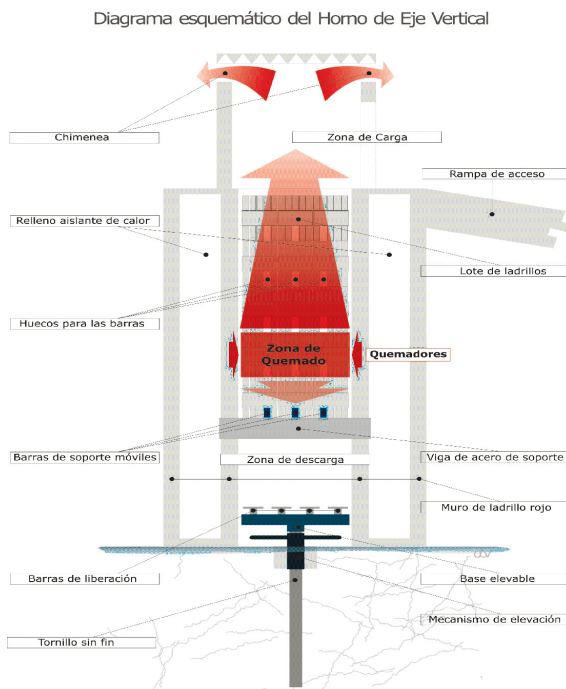


Figura 2 Horno de Eje Vertical para Cocer Ladrillos

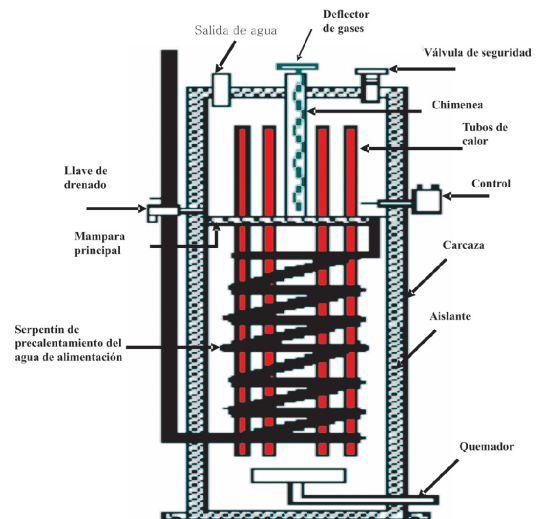


Figura 4 Calentador de agua de alta eficiencia con base en tubos de calor (Patente en trámite)

# Libros

## Sin tapujos. Oscar Wilde. Ed. Errepar. Buenos Aires, 1999. 139 pp.

Este pequeño libro es una selección de textos breves y aforísticos que, a fe mía, no favorece a Wilde, el antologador pareciera ocuparse en resaltar el aspecto provocador del cinismo elegante y dandy con que el irlandés escandalizaba a las buenas conciencias de su tiempo. Así que, más allá del innegable encanto de Wilde, el libro no deja huella; quizás porque en una época de escándalo y escándalos como la nuestra, algo que nos sugiera a un exhibicionista no causa más que bostezos. En nuestros días, el sabor antaño provocativo de Wilde ha devenido común y light; para su desdicha, hoy se puede leer este afán provocador como una especie de antecesor esteticista del lugar común del talante espiritual al que -después de décadas de cinismo- han llegado las personas sin imaginación pero con aspiraciones de parecer simpáticos (nada más lejos de lo que hubiera gustado a Wilde).

En contraste, es en las opiniones sobre el arte donde podemos encontrar esa fuerza perdida de lo que en moral se ha degradado a mera provocación estetizante. Hay una explicación que me parece plausible: en primer lugar, antes que un escandalizador, Wilde es un artista; en segundo, el marco de referencia necesario para el escándalo es siempre una moral vigente; en cambio -y por último- el arte no es atemporal pero sí tienta a nuestra credulidad con esta sugerencia, de manera que una opinión artística emitida en un momento particular cuenta con la complicidad de una ilusión: que en el contexto de las ideas estéticas su valor siempre permanece

Marco Aurelio Ángel Lara  
ICSH- UTM

## Programming & Problem Solving with Delphi de Mitchell C. Kerman; Editorial Addison Wesley Longman, 2002, 650 páginas y un CD.

Delphi es un ambiente de programación visual orientado a objetos para el desarrollo rápido de aplicaciones para Windows (aunque desde hace algún tiempo cuenta con su versión para Linux) creado por Borland en 1995. Este ambiente usa el lenguaje Pascal Orientado a Objetos, permite programar aplicaciones de una manera más rápida pues tiene muchos componentes preprogramados.

Existen algunas páginas en la red dedicadas a este producto, entre ellas la que tiene la dirección <http://delphi.about.com> donde pueden encontrarse mucha información y cursillos sobre el tema. Una de sus ligas conduce a una página que recomienda libros para aprender a programar en Delphi. En la lista de recomendaciones está el libro del que nos ocuparemos en esta reseña.

Como señala el autor de la guía es un punto a favor del libro, «Programming & Problem Solving with Delphi de Mitchell Kerman», el que primero enseñe al lector a programar usando componentes básicos y después se concentra en presentar otros aspectos de Delphi como serían componentes menos elementales, controles y formas de ActiveX y programación en Internet.

Esta es la estrategia contraria a la de muchas páginas y sitios dedicados a difundir o promover la enseñanza y el uso de Delphi.

Pongamos por caso que el lector navegue por las páginas de Delphi en español y revise algunos sitios como por ejemplo:

<http://www.hackerdude.com/courses/spanish/delphi/indice.html>,

<http://www.clubdelphi.com/manuales/http://www.clubdelphi.com/manuales>,

<http://www.arrakis.es/~ppriego/delphi/delphi.htm>

donde verá páginas que le dedican muy poca atención a la programación y sí mucha a la programación de componentes y el desarrollo de aplicaciones con bases de datos, quedándose el lector un tanto confuso acerca de la capacidad de Delphi. O que hojee el libro «Mastering Pascal and Delphi Programming» de William Buchanan, Editorial Palgrave (1999), donde encontrará en la primera parte la información necesaria para programar en Turbo Pascal y en la segunda, una introducción a Delphi. Esto le podría hacer pensar que debe de aprender a manejar dos paquetes de software: el compilador de Turbo Pascal y Delphi. Para el estudiante es desmoralizante. Si además le añade que los circuitos eléctricos no lo entusiasman, seguramente no encontrará atrayente este libro ... ni el aprendizaje de Delphi.

El libro de Kerman despeja muchas dudas del confundido novato, en especial al que tiene intereses más orientados hacia la computación que hacia la electrónica.

Concentrémonos ahora más en el libro Programming & Problem Solving with Delphi de Mitchell C. Kerman:

En el capítulo 2 del libro aparece una sección con el nombre «Console Applications». Aquí podemos aprender a construir un programa en Windows sin una interfaz gráfica

que se ejecuta en una ventana de DOS. Esto es interesante pero en el resto del libro no se menciona la manera en la que los programas ejemplo podrían correr en una aplicación de este tipo.

Esto hace a la sección un tanto inútil. Sería deseable que en los siguientes capítulos hiciera alguna referencia a este tipo de aplicaciones con lo que el libro ganaría en amplitud. (Aquí vale decir que el libro de Buchanan puede darle algunas ideas al lector.)

El autor afirma en el prefacio que se busca enfatizar las diferencias entre un programa y la interfaz del usuario para evitar que se confundan.

Esto se logra a través del uso de los recuadros titulados «Programming Key» que contienen a veces sugerencias para la construcción de interfaces o para el uso de operadores y subrutinas.

Es aconsejable leerlo página por página (desde por lo menos la primera del capítulo 2 hasta el final). Al principio presenta los ejemplos de manera detallada mientras que en capítulos posteriores obvia algunas indicaciones para la construcción de la interfaz, lo que puede confundir al estudiante que no siga este consejo.

A veces usa instrucciones sin dar ninguna explicación acerca de ellas, lo que puede ser un tanto molesto: por ejemplo, usa el procedimiento Val frecuentemente sin medir ninguna explicación, posiblemente para animar al estudiante a usar la ayuda en línea de Delphi.

El capítulo 3 «Planning your program» introduce los conceptos de algoritmo, pseudo-código y diagrama de flujo, antes de temas como los tipos de datos y variables (que serán presentados en el capítulo 4), quizá con el fin de tratar de hacer entender al estudiante que la programación no es sólo teclear instrucciones en la computadora.

En los capítulos 12 y 14 el autor propone estudiar problemas de búsqueda y ordenamiento y la programación recursiva que serán estudiados en un curso posterior de Teoría de Algoritmos. Los ejercicios y proyectos de programación

incluyen problemas relacionados con algunos de los algoritmos más estudiados en cursos más avanzados. Dedicar poca atención al manejo de los componentes gráficos y sería muy bueno para el principiante si le pudiera sugerir donde buscar más información acerca de este tema.

Creo que vale la pena armarse de paciencia para leerlo y que con su ayuda se puede alcanzar un nivel aceptable en la programación con Delphi. Posteriores lecturas dependerán ya del interés del estudiante.

Desgraciadamente es difícil encontrar libros en español para aprender a programar en Delphi. Al lector le pueden servir como libros complementarios a éste, «Aprenda Usted mismo Delphi 4 en 21 Días» de Kent Reisdorf, (¿Porqué no habrá «Aprenda Usted mismo Delphi 7 en 21 Días»? y los libros de Mario Cantú. Este último tiene un sitio con la dirección <http://www.marcocantu.com/md6/default.htm> donde podrá descargar materiales (algunos en español) que le ayudarán a aprender a programar en Delphi.

Virginia Berrón Lara





# TEMAS

DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Nacional \$110.00 MN  
Internacional \$25.00 USD

Nacional \$110.00 MN  
Internacional \$25.00 USD

Orden de suscripción

Suscripción(es) anual(es) a la revista TEMAS de ciencia y tecnología

Adjunto cheque certificado

Giro post

Depositar en cta. Bital no. 400054041-9 Sucursal Huajuapán

Banamex cta. no. 497-6 Sucursal Huajuapán

Para suscribirse, enviar cheque o giro postal por la cantidad correspondiente a: Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oaxaca. C.P. 69000. Tels. y Fax: 91 (953) 203 99 y 202 14. E-mail: temas@mixteco.utm.mx. Departamento de Publicaciones.

Nombre/Name

(Escribir los datos con letra de molde)

Dirección/Address

Delegación

Colonia

C.P./Zip Code

Ciudad/City

Estado/State

País/Country

Tel./ Phone

Fax

Universidad Tecnológica de la Mixteca  
TEMAS de ciencia y tecnología  
Departamento de Publicaciones  
Huajuapán de León, Oaxaca C.P. 69000

Formato de suscripción, recortado e impreso por ambos lados