



# RAFI COMMUNIQUE

Diciembre de 1987

RURAL ADVANCEMENT FUND INTERNATIONAL

## Segunda y última parte INSUMOS AGRICOLAS Y BIOTECNOLOGIA

**ASUNTO:** Los grandes cambios que se están produciendo en la tecnología de los insumos agrícolas (semillas, pesticidas y fertilizantes) y en relación a las empresas que controlan su producción.

**IMPACTO:** La integración industrial de todos los insumos agrícolas podría llevar a un aumento en los costos de producción para los agricultores, poner en peligro la salud de los trabajadores agrícolas y aumentar el daño ambiental y los residuos químicos en la cadena alimentaria.

**PAISES AFECTADOS:** Todos, pero el impacto económico podría sentirse primero en Chile, México, Marruecos, Nueva Zelandia, Tanzania y Tunisia (importantes áreas de multiplicación de semillas).

**CUANDO:** A principios de la década del '90

**TOMAN PARTE:** Monsanto, DuPont, Ciba-Geigy, ICI, Rohm & Haas, Rhone Poulenc, American Cyanamid, Hoechst y otras compañías químicas de importancia.

**SIGNIFICACION ECONOMICA:** Integración de la industria de pesticidas y fertilizantes -con un mercado de US\$50,000 millones anuales- a la industria de productos genéticos. El mercado puede llegar a aumentar en US\$12,100 millones para el año 2000.

En el último número de RAFI Communique (de noviembre de 1987) se analizó el interés de la industria por el desarrollo de cultivos tolerantes a herbicidas y la tendencia reciente a que los dos principales insumos agrícolas (semillas y agroquímicos) sean controlados en forma creciente por una sola industria.

La segunda parte de nuestra serie se refiere a otros insumos agrícolas que están sufriendo importantes cambios tecnológicos y en relación a las corporaciones que controlan su producción. Ellos son las semillas artificiales (embriogénesis somática), la fijación de nitrógeno, los biopesticidas y los biofertilizantes.

## 1. Semillas artificiales

Una semilla es un embrión que contiene las instrucciones de la planta para la reproducción, rodeado por almidón que sirve de alimento al embrión. Mediante la "embriogénesis somática", estas instrucciones para la reproducción pueden aislarse a partir de diversas partes de la planta, para luego estimularse el crecimiento de una planta completa. De esta forma se logra prescindir de la semilla. Se hace posible una semilla "artificial" consistente en un embrión deshidratado o encapsulado. El embrión encapsulado puede ir envuelto en nutrientes y pesticidas, convirtiéndose en el vehículo de comercialización perfecto para los fabricantes de pesticidas y fertilizantes.

El siguiente extracto de la revista BIO/TECHNOLOGY describe los pasos necesarios para algún día comercializar la tecnología de las semillas artificiales:

"La entrega directa de embriones somáticos en la forma de semillas artificiales a los invernaderos y campos de cultivos requerirá de una matriz lo suficientemente flexible como para servir de cojín protector a los embriones y permitir la germinación, junto con ser suficientemente dura para soportar la ruda manipulación de las cápsulas durante su fabricación, transporte y plantación. La matriz debiera estar en condiciones de contener y entregar cantidades adecuadas de nutrientes, agentes de crecimiento y de control del desarrollo, u otros componentes químicos o biológicos necesarios para el desarrollo del embrión en planta. Idealmente, las cápsulas podrían contener microorganismos que fomentasen el crecimiento vegetal y agroquímicos escogidos específicamente de acuerdo a la variedad y a las condiciones ambientales. El proceso de encapsulamiento también debiera permitir la formación de cápsulas con un solo embrión. Aún más, el embrión somático encapsulado debiera manejarse y sembrarse utilizando los actuales equipos de siembra, para así facilitar su aceptación por parte de los agricultores."

K. Redenbaugh, B. Paasch, J.W. Nichol, M.E. Kossler, P.R. Viss y K.A. Walker, "Somatic Seeds: Encapsulation of Asexual Plant Embryos" ("Semillas somáticas: encapsulamiento de embriones vegetales asexuales") Bio/Technology, Vol 4, septiembre de 1986, p. 797.

Nueve empresas están trabajando actualmente con 17 programas de investigación para desarrollar semillas artificiales en 13 cultivos.

<u>CULTIVO</u>	<u>COMPañIA CONTRATANTE</u>	<u>CONTRATISTA</u>
Tomate	Atlantic Richfield	Atlantic Richfield
Sin especificar	Eureka	Eureka
Uva	IFAS	IFAS
Pasto oville	IFAS	IFAS
Zanahoria	Kemira Oy	Kemira Oy

<u>CULTIVO</u>	<u>COMPañIA CONTRATANTE</u>	<u>CONTRATISTA</u>
Alfalfa	Plant Genetics	Plant Genetics
Coliflor	Plant Genetics	Plant Genetics
Apio	Plant Genetics	Plant Genetics
Cebada	Sungene	Sungene
Maíz	Sungene	Sungene
Arroz	Sungene	Sungene
Sorgo	Sungene	Sungene
Girasol	Sungene	Sungene
Trigo	Sungene	Sungene
Pinus sp.	U. de California (Davis)	U. de California (Davis)
Arroz	U. de Florida	U. de Florida
Zanahoria	U. de Purdue	U. de Purdue

### Beneficios:

La investigación actual se concentra en cultivos hortícolas de alto valor, tales como apio, zanahoria, pimentón y tomate, pero también se está trabajando con cebada, maíz, arroz, sorgo y trigo. En teoría, el desarrollo de las semillas artificiales permitiría un aceleramiento del mejoramiento y una distribución más rápida de los cultivos que normalmente se propagan en forma vegetativa (por ej., las patatas), ya que los productores tendrían acceso a una "semilla" confiable cuyas propiedades genéticas no estarían en duda.

Los agricultores también podrían reducir su dependencia en relación a los productos químicos y ahorrar dinero. Por ejemplo, los embriones encapsulados de tomate o pimentón podrían reducir el uso de un fungicida como Apron a una milésima parte, si el fungicida se insertase directamente en la cápsula. El ambiente también obtendría sus ahorros. Nuevamente en teoría, las tasas de germinación llegarían muy cerca del 100%, ofreciendo ahorros significativos debido a los menores costos de semilla y a los mayores rendimientos por hectárea.

Las semillas artificiales ofrecen también ahorros y beneficios adicionales a la industria genética. Mediante la producción en masa de embriones en el laboratorio, las compañías pueden eliminar al "intermediario"; es decir, al productor comercial de semillas. Ya que ocasionalmente los cultivos de semillas se pierden en el campo debido a enfermedades u otros factores adversos, hay un riesgo más que se elimina. La necesidad por parte de las empresas de acumular semilla (con sus costos respectivos) también desaparece. Aún más, las compañías pueden reducir sus riesgos financieros e inventarios retardando la multiplicación de embriones hasta inmediatamente antes de la temporada de cultivo.

### Aspectos preocupantes:

Por otro lado, la industria de productos genéticos puede aumentar su rentabilidad en al menos dos formas. Primero, utilizando la cápsula como un paquete químico y obligando al agricultor a utilizar una mayor

cantidad de insumos químicos. Segundo, la técnica de las semillas artificiales introduce a la agricultura un enfoque que va en contra del uso de semillas conservadas en forma casera y que disminuye el poder de decisión de los agricultores.

Países como Argentina, Chile, Marruecos, México, Nueva Zelanda, Tanzania y Tunisia, que se han especializado en la multiplicación de semillas, también sufrirán las consecuencias. Por ejemplo, en Arusha (Tanzania) funcionan 11 compañías internacionales con campos de reproducción de semillas y con un gran impacto económico en la región. Vuelos directos que conectan Arusha con Amsterdam unen a la industria con el comercio holandés de semillas. Todo esto podría terminar con los embriones encapsulados.

RAFI cree que las semillas artificiales no se convertirán en un factor importante de la industria de semillas de hortalizas hasta bien entrada la próxima década. La producción de semillas de cereales no se verá afectada hasta algún tiempo más tarde. Los agricultores guardan sus semillas de cereales y los productores comerciales las multiplican con relativa facilidad y bajo costo, por lo que será difícil para la industria de productos genéticos irrumpir en este mercado. En el largo plazo, sin embargo, los embriones encapsulados son la meta lógica de la industria para todos los cultivos.

#### OBJETIVOS A LARGO PLAZO

Para la industria, los objetivos a largo plazo no descartan en caso alguno el uso de genes o embriones encapsulados con tolerancia a los herbicidas (véase el RAFI Communique de noviembre de 1987). Sin embargo, ellos sí consideran un viraje desde la protección sintética de los cultivos hacia fertilizantes y controladores de plagas y enfermedades de tipo biológico. Se está trabajando en biofungicidas, bioherbicidas, bioinsecticidas. Casi todo este trabajo se hace en el sector público, pero es posible suponer que en un determinado momento la industria genética entrará a comercializar esta investigación y a desarrollar productos para el mercado. El trabajo en cada área se analiza a continuación.

#### 2. Biofertilizantes

Ciertas plantas, como la soya y otras leguminosas, son capaces de "fijar" el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias especiales que viven en las raíces de la planta. Esto permite a la planta utilizar el nitrógeno existente en la atmósfera. Si la fijación biológica de nitrógeno pudiese extenderse a otros cultivos importantes (trigo y maíz, por ejemplo), los rendimientos agrícolas podrían aumentar y los agricultores no necesitarían suplementar el nitrógeno disponible con fertilizantes químicos. En el mundo se aplican 60 millones de toneladas métricas de fertilizante nitrogenado al año.<sup>4</sup>

La fijación de nitrógeno es un proceso extremadamente complejo, por lo que la investigación en esta área está aún en sus primeros estados. De

hecho, algunas empresas genéticas se han mostrado burlonas frente a la posibilidad potencial de aumentar la capacidad de fijación de nitrógeno de los cultivos.

"Creo que si se está tratando de eliminar lo marginal, entonces eliminemos las conversaciones sobre fijación de nitrógeno mediante ingeniería genética. Es el ejemplo más absurdo del que jamás se haya hablado en biotecnología agrícola y debiera eliminarse para siempre del vocabulario"

-Roger Salquist  
Director Ejecutivo  
CALGENE

A pesar de las reservas de algunos analistas de la industria, varias universidades y algunos grupos con intereses comerciales están trabajando en esta área. Ya se ha logrado obtener aumentos significativos en la capacidad fijadora de algunas leguminosas. Biotechnica International (Canadá) ha desarrollado una bacteria que puede aumentar el rendimiento de la alfalfa en un 17%.<sup>6</sup> Los investigadores de tres universidades de Estados Unidos han demostrado que los genes que regulan la fijación de nitrógeno pueden ser transferidos a cultivos no fijadores, abriendo la posibilidad de lograr cereales que se autofertilicen. Si los genes que regulan la fijación de nitrógeno logran ser comercialmente transferidos a otros cultivos, la reducción potencial en el uso de fertilizantes nitrogenados sería de gran importancia.

Aunque la mayor parte de la investigación sobre fertilizantes se centra en las bacterias fijadoras de nitrógeno del género Rhizobium, también se está haciendo un trabajo importante en el uso de algas como cultivo de cobertura. Soil Technology Corp., por ejemplo, ha creado un polvo asperjable de algas verdes y verde-azules en dormancia para reducir la compactación de suelos, aumentando tanto la aireación del suelo como la retención de humedad en condiciones de campo. El producto cuesta cerca de US\$16 por hectárea y ha logrado aumentos en producción de algodón de 200 kg/ha de fibra. Ensayos en parcelas experimentales con soya han mostrado aumentos de alrededor de 20 "bushels" por hectárea.<sup>8</sup> Se dice que el producto es 30% más barato que los fertilizantes convencionales.

Algunos analistas están preocupados por la posibilidad que el mejoramiento en la capacidad fijadora de las plantas pudiera realmente exacerbar la contaminación del agua, según sean las prácticas de manejo utilizadas por los agricultores. Si, por ejemplo, se siembra en áreas donde los niveles de nitrógeno ya son adecuados, las plantas fijadoras podrían potencialmente aumentar el arrastre de nitrógeno desde los campos hasta las fuentes de agua.<sup>10</sup> Estudios recientes indican que los fertilizantes nitrogenados son la principal fuente de contaminación con nitratos de las aguas subterráneas.<sup>11</sup>

Es posible, sin embargo, que la investigación relacionada con la

fijación de nitrógeno lleve al desarrollo de variedades capaces de utilizar los fertilizantes sintéticos más efectivamente, o de absorberlos en mayores cantidades. En tal caso, los agricultores pueden terminar utilizando más fertilizantes que en la actualidad. Aumentarían así los costos de producción y los daños ambientales.

### INVESTIGACION SOBRE BIOFERTILIZANTES

<u>CULTIVO</u>	<u>COMPAÑIA CONTRATANTE</u>	<u>CONTRATISTA</u>
Alfalfa	Biotechnica International	Biotechnica International
Sin especificar	Biotechnica International	Uniroyal
Soya	Calgene	Allied
Sin especificar	Cyanothec	Pace National
Caña de Azúcar	EMBRAPA	EMBRAPA
Algodón	Soil Technologies	Soil Technologies
Soya	Soil Technologies	Soil Technologies
Sin especificar	U. de Cal. (Riverside)	U. de Cal. (Riverside)
Rosáceas	U. de Oregón, U. de Arizona, U. de Carolina del Norte	U. de Oregón, U. de Arizona, U. de Carolina del Norte

Fuente: RAFI

### 3. Biofungicidas

Al menos siete empresas están actualmente involucradas en el desarrollo de biofungicidas mediante diez programas de investigación. Los trabajos van desde el desarrollo de equipos de diagnóstico para detectar enfermedades fungosas en prados o campos de golf, hasta el desarrollo de bacterias sumamente específicas con el fin de combatir hongos en frutos de carozo o trigo.

La precisión de los biofungicidas es tanto su atractivo como su problema. Los biofungicidas pueden ser mucho más benévolos con el medioambiente que sus equivalentes químicos al actuar sólo sobre una peste específica. Sin embargo, con tantos agentes químicos de amplio espectro en el mercado, los nichos disponibles para los biofungicidas son limitados. Para lograr el éxito comercial, las empresas que efectúan este trabajo tienen dos posibilidades: o ligan este producto a un fungicida químico común, u optan por ampliar el espectro de enfermedades sobre las que actúa.

Penwalt ha utilizado la primera estrategia para el desarrollo de razas de *B. subtilis* que se aplican junto con Benomyl para combatir enfermedades en frutos de carozo. Esta estrategia no implica una reducción, sino en realidad un aumento en el uso de productos químicos.

Es aún más preocupante el hecho que las empresas químicas puedan optar

por ampliar el espectro de acción de los biofungicidas. Mientras más amplio sea ese espectro, más potente será la bacteria y - con el uso de aplicaciones masivas - mayor el peligro de mutaciones sin control. El hecho que el fungicida sea "natural" y no "sintético" (un punto propoagandístico muy enfatizado por quienes trabajan en este campo) no es un gran consuelo. Lo sintético no se multiplica por sí solo ni muta en el medioambiente; los productos naturales sí pueden hacerlo.

#### 4. Bioinsecticidas

La investigación comercial sobre los bioinsecticidas se ha centrado casi exclusivamente en la adaptación de Bacillus thuringiensis (B.t.) a diversos cultivos. El B.t. es una proteína producida por Bacillus thuringiensis, un microbio que vive naturalmente en el suelo. Cuando algunos insectos plaga ingieren B.t., la proteína se convierte en toxina mediante acción enzimática en el estómago del insecto, causando parálisis y la muerte. La proteína B.t. mata sólo ciertas plagas y se considera inofensivo para las personas, los animales y el medioambiente. Los investigadores están intentando crear variedades de cultivos que posean el gen necesario para producir la proteína insecticida B.t..

Este trabajo se desarrolló originalmente en una serie de universidades de Estados Unidos y hoy está siendo explotada por firmas privadas y provocando peligros ambientales. Ya existen temores entre los científicos de que las razas más potentes creadas por la ingeniería genética estén causando mutaciones en los insectos plagas y que se esté desarrollando resistencia a todos los B.t.

Una vez más, los biopesticidas pueden provocar todos los problemas asociados a los productos químicos, además del riesgo de multiplicación y mutación.

"Uno escucha, por ejemplo, gente que sugiere que si entendiésemos más de alelopatía podríamos hacer plantas que produzcan sus propios herbicidas naturales. Bien, todo eso resulta perfecto y hermoso, pero sabemos que algunos de esos productos químicos alelopáticos son, por ejemplo, arsénico y cianuro. Sólo porque sea "natural" no lo convierte en "seguro".

-Robert Goodman, vice-presidente  
de Calgene<sup>12</sup>

#### INVESTIGACION SOBRE BIOINSECTICIDAS/BIOPESTICIDAS

<u>CULTIVO</u>	<u>COMPañIA CONTRATANTE</u>	<u>CONTRATISTA</u>
Algodón	Calgene	Toagosei Chem.
Maíz	Calgene	Toagosei Chem.
Maíz	Crop Genetics Inst.	Crop Genetics Inst.
Algodón	Ecogen	Pru/Tech R&D Partnership

Rural Advancement Fund International/Communique  
Diciembre de 1987

<u>CULTIVO</u>	<u>COMPANÍA CONTRATANTE</u>	<u>CONTRATISTA</u>
Sin especificar	Microbial Resources	Novo Industri
Sin especificar	MicroGeneSys	MicroGeneSys
Sin especificar	Mycogen	Lubrizol
Sin especificar	Plant Genetic System	Plant Genetic System
Citricos	Rohm & Haas	Rohm & Haas
Algodón	Rohm & Haas	Rohm & Haas
Maíz	Rohm & Haas	Rohm & Haas
Soya	Rohm & Haas	Rohm & Haas
Tabaco	Rohm & Haas	Rohm & Haas
Tomate	Rohm & Haas	Rohm & Haas
Sin especificar	Univ. de Clemson	Monsanto
Tabaco	Univ. de Durham	Agricultural Genetics
Sin especificar	Univ. de Washington	Agrocetus
Sin especificar	Univ. de Washington	Agracetus
Sin especificar	Abbott	Abbott
Sin especificar	Celgene	Hoechst
Maíz	Monsanto	Monsanto
Tomate	Native Plant Industries	Native Plant Industries

Fuente: RAFI

#### Resumen:

Algunas de las grandes empresas del mundo, tales como ICI y Royal Dutch/Shell, ocupan un importante lugar en el mercado de semillas, herbicidas y fertilizantes. La interrelación de estos tres insumos agrícolas causa preocupación, al analizarlos a la luz de las nuevas biotecnologías utilizadas para obtener resistencia a herbicidas, embriones encapsulados y fijación de nitrógeno. Toda la industria de insumos está sufriendo rápidos cambios tecnológicos y en relación a las corporaciones que controlan la producción. Los efectos de estos cambios se sentirán más fuertemente entre los consumidores y agricultores pobres del Tercer Mundo.

En el largo plazo, los nuevos desarrollos biotecnológicos no son una panacea para la agricultura ni para el creciente problema de resistencia a los pesticidas. En 1986, un estudio sobre resistencia a los pesticidas llevado a cabo por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos llegó a la siguiente conclusión:

"Las plagas y enfermedades... pueden llegar a desarrollar razas resistentes a casi cualquier agente de control, incluyendo las variedades de cultivos resistentes. Esto es probablemente cierto tanto si las nuevas variedades resistentes se desarrollan mediante las nuevas herramientas de la biotecnología o mediante métodos genéticos tradicionales".<sup>13</sup>



- <sup>1</sup>George Kidd de L. Wm. Teweles & Co. estima el total del mercado de semillas y agroquímicos en US\$50.000 millones, pero las estimaciones sobre el valor total del mercado de semillas varían.
- <sup>2</sup>George Kidd, Analista Jefe de Mercados, L. Wm. Teweles & Co., 1986.
- <sup>3</sup>Lista Mundial de Fuentes de Semillas, FAO, Roma, AGP/SIDP/82/5, Noviembre, 1982, p. 121-122.
- <sup>4</sup>Of the Earth: Agriculture and the New Biology, Monsanto Company, 1986.
- <sup>5</sup>Bio/Technology, Febrero, 1987, p. 129.
- <sup>6</sup>Agricultural Genetics Report, Agosto 1987, p. 7.
- <sup>7</sup>"Grafts between N-fixing and non N-fixing shrubs" ("Injertos entre arbustos fijadores y no fijadores") Agricell Report, Julio, 1987, p.46
- <sup>8</sup>Agricultural Genetics Report, Abril, 1987, p.5.
- <sup>9</sup>Bioprocessing Technology, Diciembre, 1987, p. 9.
- <sup>10</sup>Robert Grossman, "The release of Bioproducts for Agriculture: Environmental and Health Risks". Trabajo preparado para el Ag. Bio-Ethics Symposium, 2-4 de Noviembre, 1987, p. 5, Iowa State University.
- <sup>11</sup>Alternative Agricultural News, Vol. 4, No 11, Noviembre, 1986, p. 1.
- <sup>12</sup>Agricultural Biotechnology News, Septiembre/Octubre, 1987, p. 4.
- <sup>13</sup>Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management, National Research Council, Board of Agriculture, National Academy Press, 1986, p. 13.

Traducido por Camila Montecinos, CET.

