



Diálogos

del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco Diciembre 2001 Número 7



ÍNDICE

Edición:

Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Tabasco

Diseño

Ricardo Torres Baños

Las opiniones contenidas en los
artículos de la presente edición,
no reflejan necesariamente
las del Consejo de Ciencia y
Tecnología del Estado de Tabasco
y del Gobierno del Estado.

Toda correspondencia deberá
dirigirse al **Consejo de Ciencia y
Tecnología del Estado
de Tabasco**

Av. Carlos Pellicer Cámara 502
Esq. Rullán Ferrer, Col. Mayito,
C.P. 86090

Villahermosa, Tabasco, México.

Teléfonos: (993) 312-8116, 314-5409

Fax: Ext. 100 y (993) 314-2076

e-mail: dialogos@ccytet.gob.mx

Diciembre de 2001

Tiraje: 1,000 ejemplares

ISSN: En trámite

Reserva:

04-2001-102213131600-102

Directorio

Enrique Priego Oropeza
Gobernador del Estado

Erasmó Martínez Rodríguez
Secretario de Educación
y Presidente de la Junta Directiva
del CCYTET

Miguel O. Chávez Lomelí
Director General del Consejo de
Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco



3 Más allá de la Revolución Verde: ¿Un papel para la Biotecnología?

Enrique Iáñez

17 Propuesta integral para el desarrollo del sector rural del Estado de Tabasco

José Luis Santos López / Édgar Méndez Garrido

20 Desarrollo rural integral en el Municipio de Comalcalco, Tabasco: Una experiencia de vinculación universitaria

Renato Zárate Baños

25 Cultivos genéticamente modificados

Louise O. Fresco

Fiel a los propósitos impresos en cada uno de los números anteriores de "Diálogos", sin lugar a dudas asociados con la idea de contribuir a la formación de una sociedad tabasqueña cada vez más consciente de la relevancia que la ciencia y la tecnología tienen como factores de desarrollo económico y social, nuestro Comité Editorial definió como hilo conductor para esta séptima edición, el focalizar las reflexiones en torno a la relación entre la ciencia, la tecnología y ese conjunto de procesos y elementos que engloba el concepto amplio del "campo tabasqueño".

Múltiples son los argumentos que podrían esgrimirse, y que afloraron en la rica discusión que precedió a la decisión, para justificar la relevancia del tema: nuestra estructura demográfica y productiva, las posibilidades de futuro que encierra la combinación trópico — biotecnología — economía, o, en fin, la estrecha vinculación que la naturaleza y la cultura adquieren en nuestro Estado. En todo caso, el consenso fue total: el campo es y será un rasgo definitorio de Tabasco y "Diálogos" debe retomarlo, si aspira a cumplir con el propósito antes señalado.

No debe omitirse, en adición, que una parte significativa de las fortalezas humanas en ciencia del Estado, se ubica precisamente en esta área, tal como lo refleja la composición del Padrón Estatal de Investigadores 2001, que agrupa en las ciencias agrícolas al 31 por ciento de sus 359 miembros.

En tal virtud, el Comité Editorial de "Diálogos" consideró oportuno, para este número siete, último del año 2001, incorporar cuatro interesantes artículos, dos de ellos inéditos, de autoría local, y dos más provenientes de reflexiones de alcance general, retomadas del contexto internacional.

Así, en primer término, Enrique láñez, investigador del Instituto de Biotecnología de la Universidad de Granada, en España, hace un recuento, a través de su artículo: "Más Allá de la Revolución Verde: ¿Un Papel para la Biotecnología?", en el que analiza las virtudes y defectos de ésta, de una manera global, para desembocar en el planteamiento de la necesidad de encontrarle nuevos enfoques, sin soslayar el posible papel de la Biotecnología en el escenario de una agricultura desarrollada bajo principios de sostenibilidad.

Presentación

José Luis Santos López, Director del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 28, y Édgar Méndez Garrido, presentan una "Propuesta Integral para el Desarrollo del Sector Rural del Estado de Tabasco", partiendo de la identificación de la carencia de un Sistema Integral de Producción, como causa de la actual crisis productiva de México. En su propuesta, los autores consideran la necesidad de operar un cambio en la política del sector agropecuario del trópico húmedo, que comprometa a las instituciones relacionadas dentro de un sistema integral, y la de definir una legislación que asegure su permanencia.

Del mismo modo, Renato Zárate Baños, investigador del Centro Regional Universitario del Sureste, de la Universidad Autónoma de Chapingo, recoge experiencias de docentes y técnicos involucrados en procesos de organización social, con el fin de contribuir al progreso de la población campesina del trópico húmedo, en su artículo "Desarrollo rural Integral en el Municipio de Comalcalco, Tabasco: Una Experiencia de Vinculación Universitaria", ofreciendo una propuesta concreta en la que dicha universidad juega un papel fundamental.

Cierra este número el punto de vista de Louise O. Fresco, Subdirectora General del Departamento de Agricultura de la FAO, sobre los "Cultivos Genéticamente Modificados", quien analiza la situación actual de los cultivos transgénicos, desde la óptica técnica, económica y normativa, y trata de ubicar a la modificación genética en su contexto, señalándola como un elemento más de la transformación agrícola.

Sirva, pues, esta séptima edición de "Diálogos" como ratificación del compromiso del CCYTET, de contribuir a la sensibilización de la sociedad con respecto a la importancia que la actividad científica y tecnológica, y de convertirse, cada vez más, en un espacio libre para la reflexión y el análisis sobre los diversos aspectos relacionados con el conocimiento científico y las maneras en que éste o sus aplicaciones inciden sobre la sociedad.

Reiteramos nuestra invitación a todo aquél que desee hacer de "Diálogos" el foro propicio para compartir sus inquietudes en torno al papel de la ciencia y la tecnología en los diversos ámbitos de la actividad humana.

Miguel O. Chávez Lomeli

1. LA REVOLUCIÓN VERDE

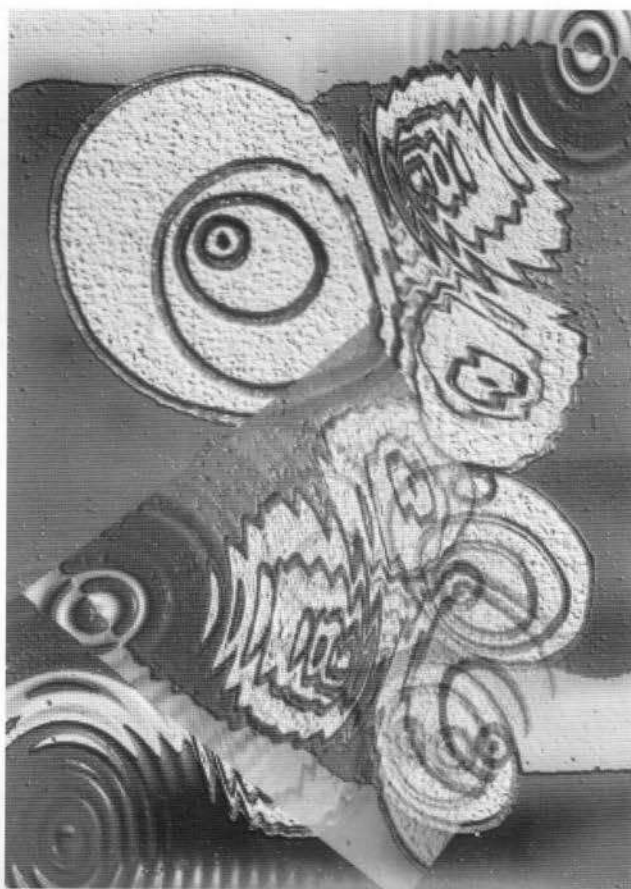
La conjunción de la aplicación de las Leyes de Mendel por hibridación sexual a la mejora de las plantas cultivadas y de prácticas agrícolas basadas en la agroquímica y en la mecanización, lograron en los años 60 y 70 de este siglo (XX) un aumento espectacular de la productividad agrícola en numerosas zonas del mundo, principalmente de Asia y de Latinoamérica.

La Revolución Verde se sustentó, sobre todo, en la mejora de tres cereales clave en la alimentación humana (cada uno procedente de domesticación en una de las grandes civilizaciones antiguas): trigo, arroz y maíz.

- En 1943, la Fundación Rockefeller y el Ministerio de Agricultura de México decidieron financiar a Norman Borlaug (procedente de la Universidad de Minnesota) un programa para la obtención de variedades de trigo de alto rendimiento, capaces de resistir el hongo de la roya de los tallos. Se establecieron dos estaciones experimentales separadas entre sí 10° de latitud y con una diferencia de altitud de 2,600 m. El desarrollo simultáneo de las variedades en estos dos ambientes permitió acortar a la mitad el tiempo medio de mejora, pero además, las variedades obtenidas resultaron aptas para una gran variedad de climas y suelos, algo que hasta entonces se tenía por imposible. Las primeras variedades del programa eran, de hecho, tan productivas, que la gran cantidad de grano hacía que el tallo se doblara y rompiera bajo su peso (fenómeno de «encamado»). Los investigadores, entonces, buscaron derivar de éstas otras variedades de tallo más corto, cosa que lograron tras hibridarlas con una variedad enana japonesa (Norin 10). Además, los genes de enanismo suministraban un efecto sinérgico adicional sobre la productividad: incrementan el rendimiento en grano a expensas del resto de biomasa, y resisten más los daños por viento y lluvia. Se obtuvieron, pues, variedades resistentes a la roya, de tallo corto, que evitaban el encamado, y de alto rendimiento bajo condiciones adecuadas de irrigación y de abonado. En cuanto a rendimientos, se había dado un paso de gigante, ya que se pasó de las previas 0.75 Ton/ha a las 8 Ton/ha. El centro mexicano fundado por Borlaug (ubicado en el Distrito Federal) se denomina Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y a Borlaug se le concedió el Premio Nobel de la Paz.

Más allá de la Revolución Verde: ¿Un papel para la Biotecnología?*

Enrique láñez**



*Tomado del sitio electrónico de la Facultad de Agroindustrias, de la Universidad del Nordeste, Argentina, en: <http://fai.unne.edu.ar/bioetica/agricultura.htm>.

**Instituto de Biotecnología, Universidad de Granada, España.

© Enrique láñez. Prohibida la reproducción comercial. Permitido su uso en contextos educativos.

Nota Aclaratoria: Debido a una lamentable confusión, en el número anterior se mencionó a la Fis. Elaine Reynoso Haynes, autora de: "El papel del divulgador en la formación de una cultura científica nacional", como Directora de Museos de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM. En realidad, ella fue Jefa de UNIVERSUM Museo de las Ciencias, hasta 1997; actualmente es Presidenta de la SOMEDICYT y está dedicada a labores de planeación y diseño de exposiciones temporales e itinerantes de ciencia.

-
- Con un objetivo similar, en 1960 se estableció en Los Baños (Filipinas) el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI), financiado por la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional y el gobierno filipino. Como dice García Olmedo (1998), la mejora del arroz era lo más parecido a una carrera de obstáculos, ya que las variedades de alto rendimiento vienen definidas por numerosas propiedades al mismo tiempo: ciclo corto (que permita dos cosechas al año), floración independiente del número de horas de insolación, talla baja, resistencia a la enfermedades y, por supuesto, buenas cualidades culinarias. Tras varios años de intensa investigación, con numerosos cruces entre distintas variedades progenitoras (unas 13, procedentes de seis países), a finales de la década de los 70 se logró la variedad deseada (bautizada IR-36), que, a su vez, sirvió de punto de partida para nuevas mejoras.
 - La mejora del maíz había comenzado antes, en los años 20 y 30, por la empresa Pioneer Hi-Bred (EE.UU.), al facilitar la obtención de maíces híbridos (dotados del fenómeno de vigor híbrido debido a la heterosis). Los híbridos dobles (procedentes del cruce de dos híbridos sencillos) y la esterilidad masculina (que eliminó el engorro de cortar a mano la flor para evitar la polinización autógama) facilitaron la obtención y abarataron los costos. Las variedades híbridas son de alto rendimiento, pero tienen la desventaja de que el agricultor no puede aprovechar los granos de las sucesivas generaciones, porque el vigor híbrido (y, por lo tanto, los rendimientos) se pierde, por lo que hay que comprar granos híbridos en cada estación de siembra. La estrategia del enanismo no funciona con el maíz, pero el aumento de productividad vino principalmente de plantas que podían plantarse de modo más denso.
 - Recientemente, un grupo de investigación del británico Centro John Innes ha descubierto la base molecular del enanismo de las plantas de la Revolución Verde (véase Peng *et al.*, 1999, *Nature* 400: 256 ss). En una demostración más del poder analítico de la nueva genética, estos científicos han descubierto que los alelos que confieren el fenotipo del enanismo en trigo (*Rht-B1* y *Rht-D1*) y en maíz (*Dwarf-8*) son homólogos del gen *GAI* de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*, y que todos ellos determinan una proteína que hace que

Centros Internacionales de Investigación Agronómica Centrada en Cultivos		
Centro	Objeto de su programa	Sede central
CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo)	maíz, trigo, triticale	México
IRRI (International Rice Research Institute)	arroz	Filipinas
CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical)	mandioca, forrajes tropicales, judías (alubias, frijoles), arroz	Colombia
IITA (International Institute of Tropical Agriculture)	mandioca (tapioca), cowpea, soja, batata (ñame), plátano	Nigeria
ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics)	sorgo, cacahuete (maní), mijo, chickpea, pigeon-pea	India
CIP (Centro Internacional de la Papa)	patata (papa)	Perú
ICARDA (International Center for Agricultural Research in Dry Areas)	trigo, chickpea, leguminosas forrajeras, lentejas, cebada	Siria
AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center)	col china, judías chinas, patatas dulces, tomate, soja	Taiwán
WARDA (West African Rice Development Association)	arroz	Costa de Marfil

las plantas sean menos sensibles a la hormona de crecimiento denominada giberelina. Además, mediante ingeniería genética, transfirieron el gen *GA*/a plantas de arroz de talla normal, convirtiéndolas en enanas, con lo cual se abre la posibilidad de crear cultivos transgénicos con talla reducida, que puedan lograr aumentos de productividad en especies en las que las técnicas tradicionales no han tenido éxito en este objetivo.

La Revolución Verde se debió, en buena parte, a los 16 centros financiados mayoritariamente con fondos públicos (agencias del sistema de Naciones Unidas, y Banco Mundial) que constituyen el CGIAR (Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional), y de los que son ejem-

plos señeros los ya citados IRRI y CIMMYT. Aparte de suministrar material útil directamente a campesinos de numerosas zonas del mundo en desarrollo, estos centros fueron determinantes para la investigación a largo plazo que impulsó los avances más importantes. Y sobre todo, fueron los pilares sobre los que los incrementos de productividad permitieron alimentar a cientos de millones de personas del Tercer Mundo y conjurar las previsiones pesimistas sobre la extensión del hambre, especialmente en Asia. El sistema del CGIAR fue el responsable del aumento por valor de 50,000 millones de dólares de la producción de arroz y trigo desde los años 60. Repartió más de 750 variedades de trigo, arroz, maíz, sorgo, mijo, patata, mandioca y frijoles. Entre 20,000 y 45,000 científicos del Tercer Mundo se han formado en sus centros. Y es la depositaria de casi un millón de muestras de germoplasma que se han distribuido por todo el mundo. (Para un análisis en profundidad del sistema CGIAR y de sus distintos Institutos, véase el monumental estudio de Albert Sasson, 1998).

La introducción de los trigos y arroces de la Revolución Verde fue, en buena parte, la responsable de que la producción de grano se incrementara anualmente una media del 2.1 por ciento entre 1950 y 1990, lo que supuso casi triplicar las cosechas, sin apenas variar la superficie cultivada. En el Tercer Mundo, el impacto de las nuevas variedades (asociado a las correspondientes prácticas agrícolas) fue enorme, sobre todo en India, Pakistán, China y países de Latinoamérica. Algunos de estos países pasaron de importadores a exportadores de grano.

Hay que reconocer que la Revolución Verde ha sido un factor esencial en evitar hambre en el mundo. Se considera que el aporte energético mínimo por persona es de 2,200 kcal/día. Según la FAO, en los años 60, el 56 por ciento de la población mundial vivía en países con menos de esa cifra, mientras que a mediados de los 90, ese porcentaje había caído a sólo 10 por ciento, y eso a pesar del aumento demográfico y de los conflictos bélicos en muchos de esos países. Pero aun así, hoy día, la malnutrición afecta a 2,000 millones de personas, y hay 800 millones que pasan realmente hambre. Aún quedan amplias zonas, especialmente en África, en las que el hambre es endémica. Y como hemos visto, necesitamos enfoques novedosos y políticas renovadas para evitar que la producción de alimentos quede a la zaga del

aumento demográfico, sin comprometer más los recursos naturales (biodiversidad) de los que dependemos.

La tasa de incremento de productividad se ha frenado en los últimos tiempos, de modo que en el periodo 1989-1990 fue de sólo 0.5 por ciento (o de 1.5 por ciento si se descuenta que ése fue un mal año para la entonces convulsa URSS). Se calcula que para el 2020, la demanda global de arroz, maíz y trigo se incrementará un 40 por ciento (un 1.3 por ciento anual). Con los actuales incrementos anuales se podría, en principio, satisfacer esa demanda, pero al parecer, esa tasa interanual no es fácil que se mantenga así demasiado tiempo con las técnicas actuales. De hecho, los incrementos por hectárea han bajado desde el 2.2 por ciento anual en el periodo 1967-1982, hasta el 1.5 por ciento entre 1982 y 1994.

Hay que reconocer un hecho: los actuales rendimientos de las variedades en uso están cerca del máximo teórico. Para darse cuenta de esto, hay que pensar que, por meras cuestiones de viabilidad fisiológica, la planta sólo puede dedicar un porcentaje al producto cosechable (en este caso, el grano). Esto es lo que mide el índice de cosecha. Las actuales variedades de alto rendimiento tienen índices en torno al 0.5. Algunos expertos calculan que el límite máximo debe estar en torno a 0.60 ó 0.65, más allá del cual, simplemente, la planta no puede vivir.

África es el único continente que aún no se ha beneficiado de la Revolución Verde, por lo que, según Borlaug, habría que hacer esfuerzos allí. En 1972 (con decenios de retraso respecto a las iniciativas que ya hemos visto) se creó el ICRISAT (instituto especializado en cultivos de zonas semiáridas), con sede en Hyderabad (India) y centros en África. Borlaug y el ex presidente norteamericano Jimmy Carter, financiados por el filántropo japonés Ryoichi Sasakawa, pusieron en marcha, en 1986, la iniciativa "Sasakawa Global 2000", que, a través de estudios piloto, está intentando demostrar la viabilidad del éxito de estas tecnologías en los países subsaharianos, adaptándolas principalmente al mijo y sorgo. En 1991 salieron las primeras variedades de sorgo de mayor rendimiento. Otro problema que se está encarando es el de la gran pérdida de cosechas debidas a las plantas parásitas del género *Striga*, responsable de pérdidas de hasta un 40 por ciento. Sin embargo, la inestabilidad política en numerosos países africanos, junto con las malas infraestructuras de transporte y comercialización, son una limitación que habría que remover cuanto antes. Desgraciadamente, la mayoría de estos países no pueden hacer grandes esfuerzos inversores, debido a las políticas restrictivas impuestas por el FMI.

2. MÁS ALLÁ DE LA REVOLUCIÓN VERDE: NECESIDAD DE NUEVOS ENFOQUES

La Revolución Verde supuso un cambio de paradigma en las prácticas agrícolas de numerosas zonas del mundo, y que se basa en enfoques genéticos (nuevas variedades de ciertas plantas, especialmente cereales) y de nuevas prácticas agrícolas. Pero ha mostrado una serie de efectos indeseables:

- La disponibilidad de suelo es ya muy escasa. Prácticamente se está arando toda la tierra adecuada del mundo. El uso de terrenos adicionales no rinde lo suficiente, y además, en muchos casos habría que roturar territorios de alto valor ecológico, que sustentan una biodiversidad de la que la humanidad podría sacar más provecho mediante usos alternativos y sostenibles.
- Hasta 1981, la superficie cultivada de cereales no hizo sino aumentar, a consecuencia de la tala de bosques y de la irrigación de zonas semiáridas (p. ej., en el Punjab indio).
- En los próximos 50 años, es posible que se pongan en cultivo otras zonas, en muchos casos terrenos marginales cuya fertilidad intrínseca es baja, y que, por lo tanto, requerirán esfuerzos especiales (Brown, 1999):
 - En África se podrían cultivar las márgenes del río Congo.
 - En islas de Indonesia.
 - En el "cerrado" del centro-oriente de Brasil.
- En muchas zonas se están perdiendo amplias áreas de cultivo de cereales, debido a la sobreexplotación y a la erosión: Kazajistán (que perdió la mitad del suelo cultivable entre 1980 y 1989); Norte de África, zonas de los Andes, Asia Central.
- En países con gran aumento demográfico, la superficie cultivada por persona sufrirá reducciones preocupantes que no es seguro queden compensadas por incrementos de productividad: Pakistán, Indonesia, Nigeria, Bangladesh, Etiopía, Irán, etc. (valores de 0.05 a 0.02 ha/persona, alejados de los actuales valores medios mundiales de 0.12 ha/persona, y más aún de los 0.23 ha/persona de los años 50).
- El acceso al agua es uno de los principales factores limitantes. Las mismas prácticas agrícolas recientes hacen gran uso de agua. Entre 1961 y 1996, las zonas irrigadas pasaron de 139 a 263 millones de hectáreas, permitiendo el cultivo de regiones áridas y las cosechas múltiples en climas monzónicos (Brown, 1999). En la actualidad, el 40% de la producción mundial de alimentos procede de tierras irrigadas.
- Los niveles freáticos están disminuyendo en todos lados, principalmente el Medio Oeste y Suroeste americano, cuenca mediterránea, India y parte de China. El ritmo de consumo está muy por encima del de recarga de los acuíferos.
- En 2025 podrían ser 3000 millones de personas las que carecieran de agua para usos esenciales, por lo que es iluso pensar que se puedan seguir ampliando indefinidamente los regadíos. Además, ya se está utilizando casi todo el terreno cultivable sometido a régimen de lluvias. La irrigación ha causado daños ambientales, principalmente por acumulación de sales tóxicas en terrenos mal drenados. Los futuros proyectos de irrigación serán cada vez más caros, hasta que sean económicamente inviables, incluso con financiamiento público. Para 2025, casi 40 países (incluyendo India oriental, Norte de China y casi toda África) tendrán serios problemas de aprovisionamiento de agua, con el riesgo de que intenten cultivar terrenos marginales que serán dañados a corto plazo. Algunas innovaciones técnicas podrían venir en ayuda: mayor uso del riego por goteo, nuevos dispositivos de liberación controlada de agua, etc. Pero no serán, seguramente, suficientes, porque para 2025 habría que duplicar el rendimiento del uso del agua.
- Conforme se intensifique la escasez de agua, se irán acentuando los problemas de reparto entre distintos sectores (la agricultura consume actualmente el 70%, la industria 20%, mientras que el 10% restante es para consumo humano y residencial). Debido al mayor rendimiento económico del agua de uso industrial, es de prever que habrá un descenso de sus empleos en irrigación.

-
- Por consiguiente, hay que pasar a una nueva cultura en el uso del agua, aumentando la racionalidad de los objetivos y la eficiencia en su empleo, y abandonando políticas de demanda ilimitada. Esto significa introducir técnicas mejores y elección adecuada de los productos alimenticios más eficientes, respecto del agua, así como políticas de precios del agua que espoleen a los agricultores a un uso más racional y a la introducción de técnicas ahorradoras pertinentes (Brown. 1999).
 - El abuso de abonos nitrogenados y plaguicidas hace que esta agua quede contaminada, con los consiguientes perjuicios ambientales y sanitarios. Entre 1950 y 1998 el uso de fertilizantes se multiplicó por nueve (hasta llegar a las 135 millones de Ton.). En los países avanzados el uso de fertilizantes se ha estancado, porque cantidades adicionales no redundan en mayor productividad. En África (donde apenas se ha aprovechado), América Latina e India, aún caben aumentos locales del empleo de abonos.
 - Además, los países en desarrollo tuvieron que depender cada vez más de productos agroquímicos producidos por multinacionales. Por otro lado, se gasta cada vez más energía, procedente, mayoritariamente, de los combustibles fósiles.
 - La Revolución Verde no afectó a muchas plantas de cultivo de las que dependen numerosas poblaciones del Tercer Mundo: plátanos, batatas, ñame, mandioca, etc, y que constituyen cultivos de subsistencia de pequeña escala y minifundios. La agricultura de subsistencia, practicada sobre todo por mujeres, mantiene a unos 1,400 millones de personas pobres, y produce entre el 15 y el 20 por ciento del suministro alimentario global.
 - Ha habido una acentuada tendencia a la pérdida de biodiversidad de plantas de cultivo ("erosión genética"). Miles de variedades locales se han visto desplazadas por unas cuantas variedades de alto rendimiento, pero que, a menudo, no rinden en las condiciones de muchas zonas tropicales o subtropicales.

Algunos técnicos piensan que recurriendo a técnicas de cultivo más precisas se puede "exprimir" un poco más el potencial de los cultivos actuales. Por ejemplo, en laboratorio se ha visto que regulando finamente el aporte

de nitrógeno a los arrozales, en función de la época, se logran incrementos de hasta el 20 por ciento, pero es difícil llevar estas técnicas a los campos de cultivo, por su complejidad.

Así, pues, la Revolución Verde, tal como la conocemos, está dando síntomas de haber llegado al final de su ciclo. Dando por supuesto que no se puede (ni es conveniente) ampliar la superficie cultivada, dado el problema de la escasez cada vez mayor de agua, y dado que las variedades de esta Revolución están llegando al límite de su productividad, tendremos que hacer un esfuerzo sobrehumano para seguir aumentando productividades por otros medios, y salvaguardando la viabilidad ecológica de los ecosistemas agrarios y silvestres. La innovación tecnológica será clave en esta tarea, y dentro de ella habría que lograr una nueva Revolución Verde, entendiendo por tal nuevas maneras de aprovechar el potencial de los genomas vegetales (y de otros organismos) para aumentar la producción de alimentos sin dañar el ambiente:

- Nuevas técnicas de cultivo, más eficientes en el uso de agua y de insumos externos.
- Desarrollo de plantas capaces de crecer en suelos ácidos y con metales (por ejemplo, recientemente se están desarrollando plantas resistentes a aluminio, metal abundante en suelos tropicales).
- Plantas resistentes a sequía, a salinidad, etc.
- Plantas resistentes a plagas.
- Plantas menos dependientes de aplicación de productos agroquímicos.
- Plantas con cualidades nutritivas mejoradas

El problema es cómo lograr estos objetivos sin afectar más a los equilibrios ecológicos. La agricultura del futuro debe ser compatible con los ideales de la agricultura ecológicamente sostenible, pero con la idea de que para el año 2030 habrá que alimentar a más de 7,000 millones de personas.

Recientemente se están obteniendo variedades de plantas más resistentes a plagas o capaces de crecer en entornos hostiles (como las plantas tolerantes a aluminio), aunque

con esto, en realidad, no se incrementa el rendimiento potencial, sino que se le está protegiendo. Cada vez es más difícil que las inversiones en investigación clásica de mejora redunden en un equivalente incremento de productividad. Actualmente, el IRRI lleva varios años implicado en un laborioso proceso de obtención de nuevas variedades de arroz, que se pretende combinen multitud de rasgos útiles: mayor densidad de panículos portadores de grano, resistencia al taladro del tallo, etc.

Por ahora, la nueva ingeniería genética agrícola centrada en la transferencia de uno o dos genes, es un enfoque limitado y a corto plazo, del que se están beneficiando, sobre todo, grandes multinacionales, y que ha dado lugar a un amplio debate social. Está por verse si este enfoque aún reduccionista es capaz de integrarse en una agricultura al servicio de los más desfavorecidos y de la sustentabilidad ambiental.

Sin embargo, la Biotecnología moderna es mucho más que las plantas transgénicas que las multinacionales están poniendo en circulación. Las técnicas de ADN recombinante y la actual caracterización del genoma de las plantas cultivadas y de las silvestres, constituyen un pilar esencial de los planes a largo plazo para las mejoras agrícolas del Siglo XXI. Para romper el actual "techo" de productividad habría que "rediseñar" de manera radical las plantas de cultivo, objetivo que se ve aún lejano.

- Por ejemplo, se empieza a encarar la manipulación genética del mecanismo de apertura y cierre de los estomas. En climas secos, sería conveniente que los estomas se pudieran cerrar más eficientemente, con objeto de que la planta perdiera menos agua, y se pudiera incrementar la fotosíntesis. En los suelos encharcados y climas húmedos, habría que lograr lo contrario, dejando más tiempo los estomas abiertos. Se están buscando caminos para ello mediante la manipulación del metabolismo del ácido abscísico, que rige el cierre de los estomas.
- La manipulación directa de la fotosíntesis es una tarea tremendamente difícil, por la cantidad de genes implicados y su complejo control. No sería extraño que tal objetivo quedara permanentemente fuera de nuestro alcance. De todas formas, algo se está intentando, centrándose en la ingeniería de la ribulobifosfato carboxilasa (RuBisCo), la enzima clave del ciclo de Calvin.

-
- Igualmente compleja es la manipulación de la fijación biológica del nitrógeno. Como se sabe, este proceso es el principal responsable de la incorporación a la biosfera del nitrógeno a partir del N_2 (nitrógeno molecular atmosférico), y sólo lo realizan ciertas bacterias, tanto de vida libre como simbióticas con ciertas plantas. La simbiosis más importante es la que se da entre bacterias de tipo *Rhizobium* y plantas leguminosas, que origina unas estructuras especializadas denominadas nódulos radicales, donde se efectúa la reducción del nitrógeno molecular hasta amonio, que es incorporado al metabolismo nitrogenado de la planta. Los intentos de expresar funcionalmente por ingeniería genética los numerosos genes bacterianos de la fijación del nitrógeno tras su transferencia a plantas, se ha saldado con fracasos, aunque se buscan vías alternativas para lograr que, p. ej., los cereales logren un tipo de simbiosis artificial que les haga menos dependientes de los caros y contaminantes abonos nitrogenados.

3. POSIBLE PAPEL DE LA BIOTECNOLOGÍA EN UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Independientemente de que aún se pueda exprimir más el potencial de la Revolución Verde, o de que se pueda ayudar con ella a las zonas -especialmente del África subsahariana- donde no llegó, está claro que el paradigma actual no es sostenible ecológicamente ni garantiza la seguridad alimentaria para el futuro de la humanidad. No podemos seguir embarcados en lograr pequeñas ganancias a corto plazo (asociadas a costos ambientales y socioeconómicos), sino que habría que marchar hacia una agricultura viable, que garantice la seguridad a largo plazo. Aunque este tránsito se prevé duro, debido a las inercias y grandes intereses comerciales de las multinacionales y de los países ricos, no se puede ignorar que se habrá de realizar en el contexto más amplio de un nuevo paradigma económico (economía ecológica). Y junto con adecuadas políticas fiscales, habrá que ir mentalizando a las poblaciones de los países ricos para que cambien algunos hábitos de consumo: renunciar a productos y prácticas que requieran uso excesivo de energía y de materiales, con objeto de ayudar a salir del escandaloso pozo de miseria en que vive una masa enorme de la humanidad.

- En el caso de la alimentación, en los países más desarrollados que tienen problemas de sobrenutrición y obesidad, habría que adoptar un clima social favorable a una alimentación

menos basada en grasas y derivados elaborados, y más rica en legumbres, frutas, hortalizas y proteínas "sanas", que requieran menos uso de recursos.

- La zootecnia también tiene planteado el reto de cómo mejorar la conversión de los cereales en proteínas animales. Un cambio de consumo hacia productos animales más "rentables" energéticamente (pescado de piscifactorías, aves de corral) en detrimento de los más derrochadores (ganado de engorde) sería otra medida recomendable.

Para algunos, habría que ir hacia una agricultura sostenible, distinta a la que mayoritariamente se practica ahora, y que se basaría en: mayor uso de la rotación de cosechas, mejora genética tradicional o por Ingeniería Genética, que permitiera mayor control de plagas y enfermedades, mínimo laboreo y dejar residuos en el campo una vez realizada la cosecha, mezcla de campos agrícolas con bosquetes, setos y prados (para una revisión, véase Hamblin 1995 y Matson *et al.*, 1997).

Insistimos: hay un papel para la Biotecnología en la agricultura y ganadería del Siglo XXI, pero el éxito del desafío depende de los objetivos que nos propongamos (¿aumentar los beneficios de grandes emporios comerciales o garantizar la seguridad alimentaria y ecológica a largo plazo?), de la sabia elección de técnicas que realicemos, y la de la transferencia de tecnología e inversiones que estemos dispuestos a emprender, allí, donde más se necesita. Los principales retos de la Biotecnología en una agricultura más sostenible son:

- Aumentar la producción por unidad de superficie cultivada, lo que, en principio, podría desincentivar la roturación de más tierras marginales y áreas de gran valor ecológico.
- Lograr una menor dependencia de los insumos intensivos en energía y materiales que hasta ahora ha caracterizado a la Revolución Verde (combustibles fósiles, pesticidas, fertilizantes).
- Permitir prácticas agrícolas menos dañinas, mediante un mejor aprovechamiento del agua, menores necesidades de laboreo, agricultura de precisión, etc.
- Disminuir las pérdidas poscosecha.
- Mejorar la calidad del producto fresco o procesado.

Es posible ir hacia una agricultura sostenible basada en bajos insumos, en la que la Biotecnología puede desempeñar un papel importante. Según Bruno Sobral, éstas son algunas de las Biotecnologías que podrían emplearse en esta tarea:

- Caracterización y censo de genomas: Las técnicas moleculares actuales, desarrolladas, principalmente, bajo el impulso del proyecto genoma humano, permiten caracterizar el material genético de los seres vivos y buscar recursos genéticos valiosos de variedades silvestres o cultivadas, que luego podrían incorporarse a los cultivos mediante cruzamientos tradicionales o mediante ingeniería genética. (Véase un magnífico ejemplo actual de este tipo de aplicación en Tanksley y McCouch (1997).
- Hay que emprender estudios sistemáticos de caracterización de la biodiversidad, empezando por la infrautilizada presente en los 1,200 bancos de germoplasma de plantas cultivadas y parientes silvestres. Hoy es más urgente que nunca la salvaguardia de la biodiversidad, tanto *ex situ* (jardines botánicos, bancos de semillas) como *in situ* (protección de áreas silvestres con gran diversidad, mantenimiento de ecosociosistemas agrarios tradicionales), así como la promoción de los ancestrales conocimientos que perviven en las comunidades locales y en los diversos grupos indígenas.
- En 1974 se creó el Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IPGRI), que organizó la más importante red mundial de recursos genéticos relacionados con plantas de cultivo (bancos de germoplasma o "de genes": en realidad bancos de semillas u otro material capaz de propagarse). Esta red conserva muestras de, prácticamente, todas las variedades de algunas especies (maíz, trigo), pero sigue embarcada en la tarea de adquirir muestras representativas de toda la variabilidad doméstica y silvestre de plantas de cultivo. Independientemente de los graves problemas de financiamiento y gestión de estos "bancos", deberán servir de base, en un futuro, a la titánica tarea del censo genético de estos recursos y su puesta a disposición de nuevos programas de mejora.
- Se debe continuar con la declaración de Parques Nacionales, Reservas y otras medidas que protejan muestras significativas de todos los ecosistemas de la

Tierra. Aparte de los problemas de financiamiento y de vigilancia de muchos de estos parques (especialmente en el Tercer Mundo), no se puede olvidar que la gestión de estos territorios debería permitir los usos tradicionales sostenibles que vienen realizando las comunidades locales, depositarias, a su vez, de conocimientos esenciales para la explotación armónica de estas áreas.

- La ciencia genómica, aliada con la agronomía tradicional y sus correspondientes estudios de campo, puede originar el tipo de información relativa a la biodiversidad agronómica y silvestre, sobre la cual se puedan realizar decisiones pertinentes en los programas de mejora. Un punto clave será comprender mejor la base de los rasgos multigénicos y de los caracteres cuantitativos, lo que supondrá un enorme esfuerzo de genómica funcional, rama que en estos momentos empieza a dar sus primeros pasos. Pero ya se puede decir que la genómica permitirá un mayor poder y menores costos para los programas de mejora.
- Bioindicadores: se ha propuesto diseñar, mediante transgénesis, organismos que incorporen genes marcadores (o "chivatos") que se induzcan ante determinados estímulos ambientales importantes para el agricultor. P. ej., se podrían colocar genes determinantes de color o fluorescencia bajo el control de secuencias promotoras-reguladoras, de modo que se produjera un "aviso" cuando las plantas necesiten más agua o determinado tratamiento. De este modo, ciertas prácticas agrarias se harían más precisas, se ahorrarían materiales y se ganaría en productividad.
- Mejores técnicas de diagnóstico de enfermedades, de modo que se puedan tomar medidas a tiempo.
- Apomixis: la apomixis es un modo de reproducción asexual por el que se produce progenie del óvulo sin fecundar, generándose clones de la planta materna (partenogénesis). Esto permitiría a los agricultores aprovechar parte de los granos de una planta híbrida como semiente para la siguiente siembra. Por motivos obvios, éste no es el tipo de avance que se espera de las multinacionales, por lo que dependerá de financiamiento público (de hecho, se opone frontalmente a la llamada técnica "Terminator", que una multinacional

está probando, y que inactiva la germinación de las semillas producidas por el agricultor, dejándolas inservibles como simiente). En el caso de que finalmente se desarrolle un "cassette genético" para la apomixis, su introducción en plantas de cultivo permitirá la fijación inmediata de genotipos heterólogos complejos, facilitando la manera como los agricultores propagan semillas híbridas.

- Plantas de cultivo perennes de alto rendimiento: costaría menos su producción que las actuales plantas anuales.
- Plantas transgénicas: sí, hay un lugar para las denostadas (por ciertos ecologistas) plantas transgénicas, una vez se aclaren las cuestiones de bioseguridad y disminuya la demagogia de algunos. El que muchos cultivos transgénicos actuales se hayan producido por multinacionales y se hayan centrado en buena parte en introducir genes de resistencia a herbicidas de las propias empresas, no significa que no se puedan realizar manipulaciones ecológicamente más seguras y que redunden en menores pérdidas de cosechas, mejora de cualidades nutricionales, etc.
- Recuérdese que el reciente aislamiento de los genes responsables del enanismo de los cereales de la Revolución Verde abre, en principio, la perspectiva de crear en numerosas especies variedades "enanas" de alto rendimiento.
- Actualmente una línea prometedora estudia transferir genes naturales de resistencia a plagas que poseen ciertas variedades naturales y cultivadas. La introducción de genes de resistencia a insectos y otras plagas sería interesante si permitiera un control más eficaz y ambientalmente seguro que los actuales métodos químicos.
- Y como dijimos antes, también serían útiles plantas transgénicas capaces de resistir frío, sequías, salinidad o estrés hídrico, de crecer en suelos ácidos o con alto contenido de metales, etc.
- También existen oportunidades de mejorar el contenido nutritivo, como en los siguientes ejemplos actuales (véase el número especial de *Science*, 285: 367ss):

- Semillas de soja con niveles superiores de ácidos grasos monoinsaturados, lo que logra un aceite más sano, que resiste más las altas temperaturas y, por lo tanto, permite más uso para los fritos.
- Productos vegetales enriquecidos en macronutrientes y en micronutrientes (vitaminas, minerales), que podrían mejorar deficiencias nutritivas, especialmente en países pobres cuyas poblaciones tienen poca variedad de dietas.
- Si se avanza en la tecnología de transferir múltiples genes de una vez, sería posible, p. ej., enriquecer en las semillas el contenido de aminoácidos esenciales (que nuestros cuerpos no pueden fabricar por sí mismos).

Puede que, igualmente, la Biotecnología encuentre un lugar cómodo dentro del control integrado de plagas. Como se sabe, se trata de la combinación de varios métodos, tanto tradicionales (barbecho y rotación de cultivos, cultivo de varias especies mezcladas, conservación de setos y otros refugios naturales para depredadores y controladores de plagas, uso moderado de agroquímicos) como biológicos. Su objetivo no es eliminar a toda costa el 100 por ciento de los riesgos, sino mantener el control en un nivel que asegure rendimientos sin destruir la sustentabilidad ambiental a largo plazo del propio agroecosistema.

Y no olvidemos que incluso muchos países africanos se están beneficiando de una Biotecnología no genética, limpia, barata y efectiva: los cultivos *in vitro* de tejidos y la micropropagación están permitiendo distribuir material de siembra libre de virus y dotado de resistencias a factores adversos.

Algunos Datos sobre la Ingeniería Genética Agrícola Comercial

Las principales especies manipuladas son: soja, maíz, algodón, colza, patata, tabaco, tomate...

En los últimos tres años, el ritmo de crecimiento de las cosechas transgénicas ha sido espectacular: en 1996 había 2.8 millones de has; en 1997 eran 11 millones; en 1998, 27.8 millones. Se espera que en 1999 la cifra sea de más

de 30 millones de hectáreas, y que se triplique en los próximos 5 años.

Los EE.UU. representan 74 por ciento de la superficie de transgénicos, seguidos por Argentina (15 por ciento), y Canadá (10 por ciento).

Las ventas de transgénicos se multiplicaron por más de 6, desde los \$235 millones de 1996, hasta los \$1,200 a 1,500 millones de 1998. Para el 2000, se espera una cifra de \$3,000 millones, y para el 2010, de 20,000 millones.

LECTURAS RECOMENDADAS

- BROWN, LR. (1999): "Alimentar a 9,000 Millones de Personas", en *La Situación del Mundo. Informe Anual del Worldwatch Institute sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Barcelona: Icaria Editorial, Pp. 221-251.
- GARCÍA OLMEDO, F. (1998): *La Tercera Revolución Verde. Plantas con Luz Propia*. Madrid: Ed. Debate.
- HAMBLIN, A. (1995): "The Concept of Agricultural Sustainability". *Advances in Plant Physiology* 11: 1-19.
- KRIMSKY, S., R. WRUBEL (1996): *Agricultural Biotechnology and the Environment. Science, Policy and Social Issues*. Urbana y Chicago: University of Illinois Press.
- MANN, CH. (1997): "Reseeding the Green Revolution". *Science*, 277: 1038-1043.
- MANN, CH. (1999): "Crop Scientists Seek a New Revolution". *Science*, 283: 310-314.
- MATSON, P.A., W.J. PARTON, A.G. POWER, M.J. SWIFT (1997): "Agricultural Intensification and Ecosystem Properties", *Science* 277: 504-509.
- MUÑOZ, E. (1998 a): "Biodiversidad y Bioseguridad: su Relación con la Biotecnología", *Documentos de Trabajo del IESA-CSIC*, n° 98-04.
- MUÑOZ, E. (1998 b): "La Biotecnología Ante su Espejo. Sociedad, Industria, Desarrollo y Medio Ambiente. Tres imágenes". *Documentos de Trabajo del IESA-CSIC*, n° 98-14.
- SASSON, A. (1998): *Biotechnologies in Developing Countries: Present and Future. Volume 2: International Cooperation*. París: UNESCO Publishing.
- SERAGELDIN, I. (1999): "Biotechnology and Food Security in the 21st Century", *Science* 285: 387-389.
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOTECNOLOGÍA (1997): *Libro Verde de la Biotecnología en la Agricultura*. Madrid: SEBIOT.
- TANKSLEY, S.D. S.R. MCCOUCH (1997): "Seed Banks and Molecular Maps: Unlocking Genetic Potential From the Wild". *Science*, 277: 1063-1066.
- TUXILL, J. (1999): "Valorar los Beneficios de la Diversidad de las Plantas", en *La Situación del Mundo. Informe Anual del Worldwatch Institute sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Barcelona: Icaria Editorial, Pp. 189-220.

La carencia de un Sistema Integral de Producción en México es, en gran medida, la causa de la actual crisis de producción que obliga a la importación de alimentos básicos y que agudiza la problemática de los estratos sociales mayormente marginados.

Cuando se produce bajo un Sistema Integral, se deben incluir todos los factores que inciden a lo largo del proceso productivo, incluyendo los aspectos financieros, de comercialización y, en su caso, de agroindustrialización. En especial, es importante diseñar una normatividad que legisle para regular a los factores antes mencionados considerando, además, la definición de qué producir y la previsión de los aspectos tecnológicos y ecológicos. Esta legislación debe propiciar las condiciones que den confianza y eficiencia a quienes participan dentro del renglón de la producción de alimentos. Así, países como China, Australia y Nueva Zelanda, han determinado que los Bancos Centrales asuman la función de supervisar, dirigir y definir las acciones que es necesario realizar dentro de un esquema integrador que abarque todos los componentes de la cadena productiva para asegurar el éxito de las empresas agropecuarias. Países altamente desarrollados han implementado, además de legislaciones efectivas, el otorgamiento de subsidios para estimular la producción de alimentos, como parte de **una política nacionalista de resguardo de la soberanía**.

Otro aspecto relevante concierne a la Organización, ya que esta acción es la clave para asegurar el éxito de los Sistemas Integrales de Producción. Es decir, se requieren:

- Organismos para capacitación de productores.
- Organismos para generar y validar tecnologías.
- Organizaciones para proponer esquemas de financiamiento.
- Organización para comercializar.
- Organización para decidir qué producir.
- Organismos para incursionar en los nichos de mercado (a nivel nacional, regional, local, estatal o internacional).
- Organización para involucrar a todos los factores de la cadena productiva dentro del Sistema Integral de Producción.
- Organización para acordar y acatar una legislación que aglutine y defina las estrategias de enlace y funciones de todos los componentes del Sistema Integral de Producción.

Propuesta integral para el desarrollo del sector rural del Estado de Tabasco*

José Luis Santos López**

Édgar Méndez Garrido



*Tomado de la obra ganadora del Premio Tabasco, titulada: Análisis y Propuestas para el Desarrollo del Sector Rural del Trópico Húmedo Mexicano.

**Director del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 28, Ocuilzapotlán, Tabasco.

-
- Organismos para convocar a las organizaciones de productores, convenciéndolas acerca de las bondades de esta política innovadora e integradora.
 - Organismos para convocar a las instituciones que deberán dar respuesta a las demandas de tecnología y problemáticas específicas de cada cultivo o especie animal.

Dada la importancia de la Organización, esta acción constituye el eje dentro de la política de Desarrollo Agropecuario, y la definición de dicha política se debe sustentar en una legislación adaptada, de acuerdo con cada región y tipo de producto que se desea fomentar. Esta política debe distinguirse por un enfoque empresarial, para dar prioridades, de acuerdo con rentabilidades sustanciales y con estudios de mercado que garanticen condiciones atractivas de comercialización.

En México, la crisis de producción de alimentos tiene su origen en una ineficiente política de desarrollo agropecuario que se ha distinguido por tomas de decisión que resuelven sólo temporalmente una problemática. Ante esta experiencia, se requiere generar una política basada en una legislación que garantice inmunidad ante los vaivenes de incertidumbre que constantemente propician los cambios de gobierno.

La legislación a que se hace referencia debe aprovechar las experiencias exitosas que han generado otros países, como los tópicos que se mencionan a continuación:

- Trabajo con superficies compactas para la aplicación del paquete tecnológico recomendado.
- Producción con características homogéneas (por aplicación de un mismo paquete tecnológico e insumos).
- Fomento a los Modelos de Organización antes descritos.
- Establecimiento de coordinaciones interinstitucionales que aglutinen a las instancias del sector público (estatales y federales) y privado dentro de un Sistema Integrado, en donde la oferta de organización se consolide (Secretaría de la Reforma Agraria; Secretaría de Agricultura, Instituciones de Fomento Financiero; Centros de Investigación y de Educación Superior; Instituciones de Transferencia de Tecnología; Organizaciones de Productores; etc.).

Estas acciones ya han conducido al éxito a países como Costa Rica, Colombia y Cuba, cuyas estructuras de asocia-

ciones públicas y privadas y de organización han sido la clave de la eficiencia de sus modelos productivos.

En cuanto al crédito, la organización de las unidades productivas, ha facilitado el acceso a las estructuras financieras de fomento, con la ventaja de lograr tasas de interés competitivas que están en relación directa con el valor de la producción y los indicadores de crédito internacionales. La mezcla de los recursos de capital con fondos municipales, estatales o federales; fideicomisos; recursos provenientes del petróleo; y fondos privados, deben canalizarse dentro de un Programa de Fomento Agropecuario para propiciar el desarrollo de las actividades productivas del sector primario.

Otro aspecto de importancia total es la comercialización. En Nueva Zelanda y Australia, los productores se han organizado dentro de Asociaciones Comercializadoras con el respaldo de una legislación efectiva. De esta experiencia se desprende la propuesta de crear Sociedades Mercantiles donde el productor primario participa como parte de la empresa comercializadora o industrializadora, mediante una legislación que sustente esta participación.

Como conclusión, puede plantearse la necesidad del Cambio de la Política del Sector Agropecuario del Trópico Húmedo, comprometiendo a las diversas instituciones relacionadas dentro de un Sistema Integral, y definiendo una legislación que asegure una permanencia inmune a los cambios de la política tradicional.

La visión de un TODO mediante el Sistema Integral lleva implícita la DEFINICIÓN DE LA NUEVA POLÍTICA HACIA EL CAMPO:

"PARTICIPACIÓN DE TODOS LOS FACTORES DE LA PRODUCCIÓN, INTERACTUANDO CON FUNCIONES Y OBJETIVOS CLARAMENTE DEFINIDOS, DELIMITANDO SU ACTUACIÓN MEDIANTE UNA LEGISLACIÓN ACORDE CON LA META QUE SE PRETENDE CUMPLIR: AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA PARA LOGRAR UN MEJOR NIVEL DE VIDA DE LA POBLACIÓN, EXPLOTANDO RACIONALMENTE LOS RECURSOS NATURALES QUE EL TRÓPICO HÚMEDO OFRECE".

BIBLIOGRAFÍA

BARKIN, D. 1993. Desarrollo Agropecuario Sostenible y Equilibrios Macroeconómicos y Sociales. En *Alternativas para el Campo Mexicano*. Fontamara. México. Pp. 203-215.

FAO. 1993. Agricultura: Hacia el Año 2000. Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Noviembre de 1993. Roma, Italia.

MACDICKEN, G. K., VERGARA, T. N. 1990. *Agroforestry: Classification and Management*. John Wiley & Sons. New York. 382 p.

MEMORIA DEL SEMINARIO INTERNACIONAL DE GANADERÍA TROPICAL. Tomo, Producción de Leche como Actividad Especializada. FIRA, Banxico. Pp. 55-69.

PROGRAMA ALIANZA PARA EL CAMPO, 1995.

SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PERSPECTIVAS DE PRODUCCIÓN DEL TRÓPICO HÚMEDO. Memoria. Gobierno del Estado de Tabasco. 1995.

Desarrollo rural integral en el Municipio de Comalcalco, Tabasco: Una experiencia de vinculación universitaria*

Renato Zárate Baños**



PRESENTACIÓN

Esta ponencia comparte una experiencia de trabajo de profesores de la Universidad de Chapingo y técnicos egresados de diferentes instituciones del país, quienes durante los últimos años hemos participado en procesos de organización social, con el fin de contribuir al desarrollo de la población campesina en el trópico mexicano.

La crisis económica que vive nuestro país se ha expresado de manera particularmente aguda en el medio rural mexicano, y con mayor fuerza entre los productores campesinos. La dinámica de la economía globalizada está marcada por rasgos que tienden a excluir a los pequeños productores de las decisiones sobre su propio desarrollo: dominio de grandes cadenas agroalimentarias; orientación de la producción a satisfacer la demanda de los países centrales y a monopolizar los mercados; toma de decisiones sobre las políticas de desarrollo concentrada en los organismos financieros internacionales controlados por las grandes potencias económicas, etc.

En este panorama, los campesinos enfrentan, al menos, dos grandes retos para ponerse al ritmo de los tiempos: **persistir como productores**, lograr insertarse en la dinámica económica actual; y, al mismo tiempo, **construir propuestas alternativas**, políticas, de organización, de producción, de mercado y de integración con el mundo, que favorezcan un desarrollo incluyente, equitativo, sostenible, etc. Este reto de sobrevivencia para los pequeños productores representa también un desafío para todos los actores involucrados con la problemática rural, técnicos, instituciones gubernamentales y especialmente para las instituciones de educación agrícola.

* Ponencia presentada en el Foro: "Prioridades y Prospectiva de la Ciencia y la Tecnología en el Estado de Tabasco", celebrado en el marco de la 8ª. Semana Nacional de Ciencia y Tecnología.

** Investigador del Centro Regional Universitario del Sureste, de la Universidad Autónoma de Chapingo (CRUSE/UACH)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se requiere un tipo de profesionales para las zonas rurales, que se forme con una conciencia profunda de los retos que enfrentan, con capacidad para analizar las realidades agrarias, con iniciativa para desarrollar propuestas productivas y habilidades técnicas para ponerlas en marcha; con sensibilidad social y compromiso ético para promover la organización, acompañar los procesos organizativos, capacitar a la población, crear autonomía y compartir con equidad logros y fracasos.

La universidad necesita mantenerse actualizada, tanto de los adelantos tecnológicos del mercado como, en el caso del desarrollo rural, de los procesos que se dan en el seno de las comunidades, entre los diferentes tipos de productores. Una parte de la formación práctica de los agrónomos debería incluir la interacción con procesos vivos de organización, gestión y desarrollo de programas a nivel comunitario y regional. En esa actividad pueden cristalizarse varios de los atributos buscados para los profesionistas con vocación para el desarrollo rural.

En este punto cobra importancia el trabajo de vinculación universitaria realizado como proyectos de servicio a la comunidad, de investigación acción, de investigación desarrollo u otras modalidades. La realización sistemática de este trabajo permite crear habilidades entre los docentes para el desarrollo rural; además, se generan vínculos con la comunidad, que trascienden las visitas de campo y crean compromisos que exigen un rigor creciente en las propuestas y acciones de los investigadores.

Los obstáculos que tiene este tipo de trabajo devienen de que no se valora su naturaleza académica, se le confunde con activismo político y no cuenta con estímulos ni financiamiento suficientes, convirtiéndolo en labor de tiempo libre, en la cual la experiencia es difícil de sistematizar y teorizar. Por otra parte, resulta complicado que el profesor se mantenga en una doble función, como docente y como promotor del desarrollo. Por ello, se justifican los estímulos oficiales para este tipo de actividades.

En la UACH se ha impulsado el trabajo de vinculación y servicio en los últimos diez años, los nueve centros regionales existentes en el país han tenido un papel importante en esta labor; sin embargo, poco de este trabajo se ha articulado a proyectos de formación de recursos humanos. Se requiere plantear propuestas que capitalicen este potencial y ayuden a que la universidad responda mejor a las necesidades del campo.

PROPUESTA DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL EN COMALCALCO, TABASCO

En la propuesta que exponemos participan técnicos promotores del desarrollo rural agrupados en organismos civiles, CRISE, A.C.; ACIPOC, A.C.; CODEHUCO, A.C., con quienes el CRUSE ha colaborado a lo largo de diez años en diferentes áreas del trópico: en el Norte de Chiapas se impulsó la organización para la producción orgánica de los campesinos cafetaleros; en la Sierra de Huimanguillo, Tabasco, se impulsó la organización para la producción de granos básicos con abonos verdes, la producción ovina, de miel de abeja y otros proyectos productivos. Estos procesos siguen vigentes, enfrentando cada uno, con el grado de autonomía adquirido, sus retos particulares.

Las organizaciones de productores que participan en la propuesta son grupos emergentes que se han formado en los últimos seis años, en respuesta a la situación crítica que vive la región y animados por el trabajo de la pastoral social de la iglesia católica, con una visión de futuro que combina la integración al mercado y la búsqueda de la recuperación de los valores comunitarios. Durante estos años, se ha colaborado con estos grupos en acciones puntuales de capacitación y promoción sobre cacao orgánico, producción de miel, lombricultura, producción de chocolate, uso y procesamiento de plantas medicinales, etc. Estas acciones han permitido un conocimiento mutuo que posibilita plantear un programa de largo plazo.

Los Proyectos Organizados en Comunidad, actúan en la zona central del Municipio con proyectos de ahorro, abasto, granjas de pollo, acopio y comercialización de cacao, entre otros; la S.S.S. Kolco Bosh, trabaja en la zona occidental del mismo Municipio, impulsando la producción de cacao orgánico, miel de abeja y chocolate.

El proyecto se propone Construir un Programa de Desarrollo Regional en Comalcalco, que fortalezca a los campesinos y a sus organizaciones sociales, a través de proyectos productivos que contribuyan a: la diversificación de las actividades económicas, el aprovechamiento de los recursos naturales, la creación de fuentes de empleo, hacer sostenibles las actividades productivas, y la generación de ingresos económicos.

Las **metas** del proyecto son:

- Crear en Comalcalco una red de grupos organizados que trabajen coordinados para el Desarrollo Integral del Municipio.
- Crear y fortalecer relaciones con instituciones que brinden financiamiento para los proyectos de desarrollo integral en Comalcalco, del Gobierno Federal, Estatal, Municipal y Organismos No Gubernamentales.
- Contar con un programa de capacitación no formal y formal, que responda a los objetivos estratégicos del desarrollo integral.
- Conformar un equipo técnico de origen campesino, con arraigo en las comunidades, que brinde la asesoría y asistencia técnica a sus propias organizaciones.

Las acciones se organizan en **cinco Líneas de Trabajo** que, para la universidad, le abren otras tantas posibilidades de insertar trabajos de investigación que respondan a necesidades específicas. La dinámica de trabajo se ilustra en la Figura No. 1.

- 1) Construcción y fortalecimiento de los principios y valores del desarrollo. Este aspecto se considera central para mantener la dirección del proceso social y para impulsar el trabajo en común.
- 2) Formulación y asesoría de proyectos productivos, con énfasis agroecológico.
 - a) Producción para el mercado. Productos tradicionales, alternativos y su procesamiento, desarrollados integradamente en torno a la unidad familiar y el cacaotal como sistema de producción dominante, con énfasis agroecológico.
 - b) Control y certificación orgánicos. Aspecto fundamental para hacer viable este tipo de producción para el mercado alternativo.
 - c) Fortalecimiento del autoconsumo. Fundamental para revertir parte del deterioro del nivel de vida y el fortalecimiento de la salud familiar.
- 3) Comercialización de los productos de las comunidades y abasto.
- 4) Desarrollo y fortalecimiento de la cultura del ahorro y la capacidad financiera autónoma.
- 5) Capacitación.

CÓMO SE INSERTA LA UNIVERSIDAD

Como se señaló, desde hace varios años se ha participado en eventos puntuales; con la participación en este proyecto se realizarán acciones sistemáticas, coordinados con el equipo de promotores que está asentado en Comalcalco. La Universidad participa desde la elaboración de la propuesta y su análisis con las bases de las organizaciones; en el desarrollo de la propuesta existen diferentes momentos de participación: se incorporarán profesores y alumnos, primordialmente en las actividades de diagnóstico comunitario, formulación de perfiles de proyectos, y capacitación y evaluación.

La Carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales, que se imparte en Tabasco por la UACH desde 1995, contempla diferentes espacios curriculares que permiten la incorporación de los estudiantes a este tipo de proyectos: Los **Trabajos de Campo Integradores** se desarrollan con una fase intensiva de campo al final de cada ciclo anual; las **Orientaciones Terminales** brindan espacios amplios para **estancias preprofesionales**, en las que los alumnos pueden incorporarse por períodos largos con las comunidades, para desarrollar proyectos específicos; los **Servicios Sociales y Tesis** pueden realizarse también en el marco de estos proyectos.

Este espacio de trabajo también ofrece la oportunidad de que se desarrollen y validen propuestas productivas sobre las que ya se ha trabajado durante años anteriores en la UACH: cultivo de ornamentales tropicales; sistemas agro y silvopastoriles; frutales alternativos; cultivo orgánico de alimentos; herbolaria, etc. La incorporación de estudiantes de la UACH y de otras universidades a este proyecto puede redundar en su crecimiento y que cumpla con una función de espacio de formación para los futuros profesionistas, además de los impactos locales que logre.

CONCLUSIÓN

La dinámica de desarrollo de las comunidades es, además de compleja, un espacio de trabajo poco atractivo, si se mira desde el punto de vista económico, pero muy motivante si se aspira al desarrollo de una sociedad más incluyente y democrática.

Los programas docentes y de investigación de la Universidad deben planearse para que sirvan también a los sectores que están siendo marginados por el proceso de globalización. Para ello se requiere mantenerse cerca, vinculados a un proceso social que, por su marginación, no siempre articula sus demandas de manera explícita; la práctica para los docentes y los futuros profesionistas comprometidos con el desarrollo, puede ser más fructífera si se realiza incorporada a los procesos sociales.

Esto se logra si somos capaces de construir vínculos con las organizaciones de productores, sobre todo aquellas que son emergentes, con los organismos civiles que asesoran directamente a esos procesos organizativos, con los organismos de financiamiento del desarrollo y establecemos compromisos claros con ellos, a la vez que en esa dinámica nos transformamos como universidad y formamos al nuevo profesionista.

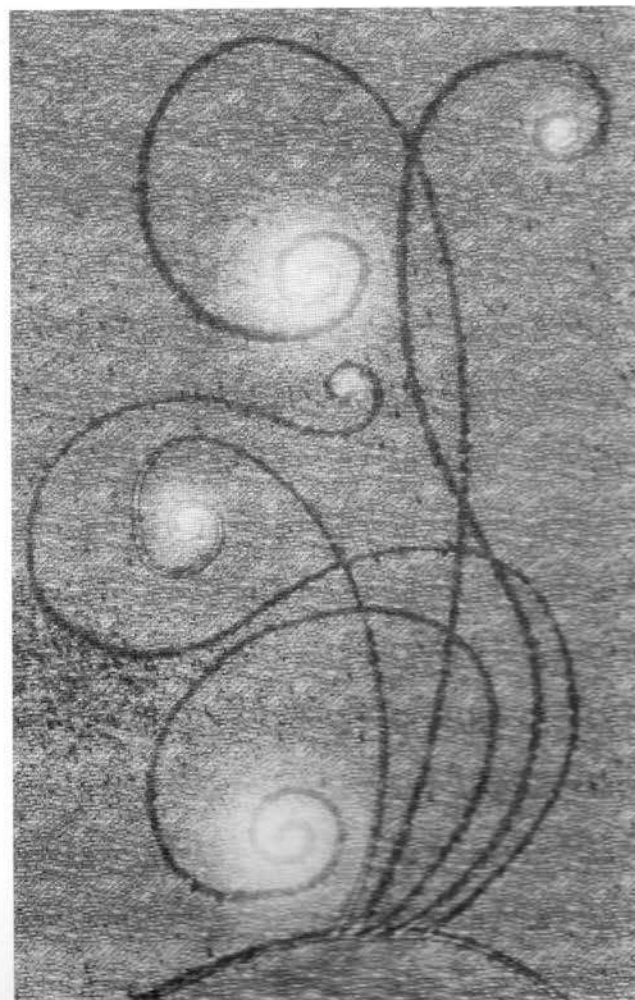
Los organismos modificados genéticamente (OMG) llegaron para quedarse. Los científicos, tanto los del sector público como los del privado, consideran, sin duda, la modificación genética como un importante nuevo conjunto de instrumentos, a la vez que la industria encuentra en ellos una oportunidad de incrementar sus ingresos. Pero el público de muchos países no confía en los OMG; a menudo los ve como parte de la globalización y la privatización, los considera «antidemocráticos» o que «se entrometen en la evolución». A la vez, los gobiernos a menudo carecen de políticas congruentes en materia de OMG, y aún no han creado ni aplicado instrumentos e infraestructuras adecuados de reglamentación.

En consecuencia, en la mayor parte de los países no hay consenso en la posible intervención de la biotecnología, y en particular los OMG, en los principales desafíos del sector alimentario y agrícola. La FAO reconoce el gran potencial y las complicaciones de estas nuevas tecnologías. Es necesario proceder con cautela, con un pleno conocimiento de todos los factores que intervienen. En particular, es necesario evaluar los OMG desde el punto de vista de sus repercusiones en la seguridad alimentaria, la pobreza, la bioseguridad y la sostenibilidad de la agricultura. Los cultivos modificados genéticamente no se pueden ver en forma aislada, como meras conquistas técnicas.

Tampoco se puede hablar con inteligencia de los OMG mientras el debate se mantenga entre generalidades. Por este motivo, la FAO ha estado elaborando un inventario mundial de aplicaciones agrícolas y productos de la biotecnología, con especial referencia a los países en desarrollo. Los resultados preliminares muestran que la superficie agrícola total dedicada a cultivos modificados genéticamente es de alrededor de 44,2 millones de hectáreas, mientras que hace apenas tres años eran sólo 11 millones de hectáreas. Alrededor del 75 por ciento de esta superficie está en los países industrializados. La mayor parte de estos cultivos se concentran en cuatro productos: soya, maíz, algodón y canola. Alrededor del 16 por ciento del total de la superficie dedicada a estos cultivos está produciendo variedades modificadas genéticamente, con dos características predominantes: la resistencia a los insectos y la tolerancia a los herbicidas. También hay superficies reducidas en las que se producen patatas y papayas, productos a los que se les han añadido genes para demorar su maduración y resistir a los virus.

Cultivos genéticamente modificados*

Louise O. Fresco**



*Tomado de la revista electrónica de la FAO "Agricultura 21", noviembre 2001, en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0111sp.htm>

**Subdirectora General del Departamento de Agricultura
FAO

Sólo siete países en desarrollo cultivan comercialmente productos modificados genéticamente, donde casi todas las superficies en producción (salvo en Argentina y Chile) tienen menos de 100,000 hectáreas. De nueva cuenta, los cultivos dominantes son la soya y el algodón, y las características la tolerancia a los herbicidas y la resistencia a los insectos. Sólo en China se está utilizando un cultivo modificado genéticamente (algodón), creado y comercializado en el país; los demás países han obtenido productos genéticos o variedades de los países industrializados. El estudio de la FAO descubrió que numerosas especies forestales de árboles - coníferas, álamos, liquidámbares y eucaliptos- se han transformado mediante una tecnología de recombinación del ADN, aunque no se han comercializado. Parece que no se ha prestado atención a las especies tropicales de frutales en general.

La conclusión de la FAO es que todavía hay muy pocos cultivos modificados genéticamente en producción, desde el punto de vista de los tipos de cultivos y las características, y que no se han tratado las necesidades especiales de los países en desarrollo. Pero, ¿qué está sucediendo? En todo el mundo, se ha experimentado miles de veces sobre el terreno con OMG, o se está experimentando, pero, sobre todo, en los países industrializados. Se están probando alrededor de 200 cultivos en los países en desarrollo, la gran mayoría (152) en América Latina, en segundo lugar en África (33) y por último en Asia (19). Muchos otros países están participando, además de los siete que ya han difundido OMG, y se están investigando muchas otras combinaciones de cultivos y características, con mayor concentración en la resistencia a los virus, la calidad y, en algunos casos, tolerancia a las presiones abióticas.

Por lo tanto, cabe anticipar que el número de OMG listos para comercializarse en estos países aumentará considerablemente en los próximos años. Con todo, casi no se está prestando atención a muchos cultivos importantes, como las legumbres, los vegetales y los piensos, ni a los cultivos industriales o a ciertas características, como la tolerancia a la sequía y al aluminio.

Conforme aumentan las aplicaciones de la modificación genética, la comunidad internacional necesita asegurar que los cultivos modificados genéticamente hagan una óptima aportación a la seguridad alimentaria mundial, a la inocuidad

y calidad de los alimentos, así como a la sostenibilidad, y que estén disponibles para el público en general. Sin embargo, pese a los indicios alentadores, el inventario de la FAO indica que la genómica y la investigación asociada no se están orientando a estos importantes desafíos.

En efecto, el potencial lucrativo de los OMG ya ha desviado la inversión en investigación y aplicación, tanto en el sector público como en el privado, de los sistemas de gestión de plagas hacia una mayor producción de monocultivos. No habría que pasar por alto el posible costo ambiental a largo plazo de estas estrategias.

La creación de cultivos transgénicos requiere enormes inversiones, y la necesidad de obtener a cambio muy voluminosos ingresos. La pequeña cantidad de tecnologías de modificación genética actualmente en uso, indica un verdadero peligro de que la escala de la inversión conduzca a una concentración selectiva en las especies y los problemas de importancia mundial, con la inercia concomitante del capital. Al mismo tiempo, cada vez se utilizan más los derechos intelectuales «duros» en materia de semillas y materiales de cultivo, y en los instrumentos de la ingeniería genética. Esto modifica la relación entre los sectores público y privado, en detrimento del primero.

Un problema normativo que han de atender los gobiernos, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, es cómo asegurar que la investigación pública no se convierta en el «pariente pobre». En los países en desarrollo, en particular, es importante que el sector público conserve suficiente capacidad, recursos e independencia para ofrecer los servicios que puedan aprovechar sus sectores privados nacionales. También tendrán que crear capacidades normativas y de reglamentación relativas a los cultivos transgénicos que se originen en otras partes. En esta esfera, la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) está estableciendo una cooperación práctica con el Convenio sobre la diversidad biológica (CDB) y su Protocolo de Bioseguridad. También está elaborando una especificación normativa detallada para las normas internacionales sobre medidas fitosanitarias, para determinar los riesgos de plagas asociados a los organismos vivos modificados, así como formas de evaluar esos riesgos.

Otro tema de preocupación para la FAO es el acceso de los países en desarrollo, los productores pobres y los consumidores, a la investigación y a las nuevas tecnologías. La biotecnología en la agricultura se aplica a los recursos genéticos, fruto de la selección y la obra de los agricultores de todo el mundo, desde el neolítico. Esto plantea la pregunta inmediata de cómo garantizar un acceso continuo para los agricultores y los mejoradores.

Un adelanto importante es el compromiso internacional sobre recursos fitogenéticos, que se propone crear un sistema multilateral de facilitación del acceso y distribución de los beneficios de los principales cultivos del mundo. El acceso multilateral dispone la distribución multilateral de los beneficios, que comprende distribuir los procedentes de la comercialización de los materiales del sistema multilateral, a través de un pago obligatorio. El acceso de los mejoradores al material genético para realizar otras mejoras -cada vez más difícil en virtud de las patentes de los cultivos modificados genéticamente- es un bien público que se debe proteger. A este respecto, la FAO está participando en debates sobre los alimentos y la agricultura y los derechos de propiedad intelectual, en asociación con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Si bien la modificación genética ha incrementado la producción de algunos cultivos, la realidad indica que hasta ahora esta tecnología ha atendido a demasiados pocos problemas, de escasos cultivos importantes para los sistemas de producción de los países en desarrollo. Aun en los países desarrollados han limitado la adopción de estas técnicas la falta de beneficios evidentes para el consumidor y la falta de seguridad sobre su inocuidad. El volumen de inversión necesario y el atractivo de la ciencia avanzada pueden distorsionar las prioridades de investigación y la inversión.

La modificación genética no es un bien en sí misma, sino un instrumento integrado en un programa de investigación más amplio, en el que la ciencia pública y la privada pueden compensarse. Orientar correctamente la investigación, así como crear acuerdos internacionales adecuados sobre inocuidad y acceso, es una tarea difícil y de gran responsabilidad. Si bien hoy es más evidente que nunca la necesidad de gestionar con responsabilidad los bienes públicos internacionales, los instrumentos políticos para hacerlo son débiles y, en una economía globalizada, a menudo no se escucha la voz de los países pequeños, de los productores pobres y de los consumidores.

A fin de que la investigación afronte los desafíos de la agricultura, es necesario situar la modificación genética en su contexto y darse cuenta de que no es sino uno de tantos elementos de la transformación agrícola. Los científicos no deben cegarse por el encanto de la ciencia molecular más avanzada por sí misma. Los gobiernos no han de permitir que este encanto, o la percepción de la industria privada de oportunidades de obtener mayores ganancias, aparten la inversión de la investigación en otras esferas más convencionales, como la gestión del agua o de los suelos, o la ecología, y de la investigación del sector público. Al mismo tiempo, la mejor ciencia se produce en un ambiente de libertad intelectual, sin gran interferencia directa del gobierno. ¡Será difícil encontrar el equilibrio!

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Los textos publicados en "Diálogos" deberán estar orientados hacia el análisis y la reflexión en torno a los diversos aspectos que caracterizan la relación ciencia-tecnología-sociedad, tales como: educación, ética, desarrollo, bienestar, género, divulgación, etc.

Se sugiere ubicar los análisis y reflexiones preferentemente en el contexto local, aunque también se aceptan los de carácter nacional y general.

Las colaboraciones serán evaluadas, invariablemente, por el Comité Editorial de "Diálogos", órgano de arbitraje que determinará la publicación de las mismas, bajo los siguientes criterios preponderantes: calidad, precisión de la información, interés general y lenguaje claro y comprensible.

Los textos sometidos a la consideración del Comité Editorial de "Diálogos" deberán ser originales y no estar siendo considerados para publicarse en ningún otro medio, bajo el entendido de que los derechos de autor sobre la publicación se transfieren a la revista.

En caso de considerarlo conveniente, el Comité Editorial de "Diálogos" podrá incluir en cada número textos aportados por invitación y/o la reproducción autorizada de artículos anteriormente publicados en otro medio, impreso o electrónico.

El Comité Editorial de "Diálogos" determinará la temática de cada número, por lo que la publicación de los trabajos no seguirá, necesariamente, el orden de su aceptación.

NORMAS EDITORIALES

Los escritos sometidos a consideración del Comité Editorial de "Diálogos", deberán remitirse impresos en impresora laser o de inyección de tinta (original y dos copias), y deberán estar redactados en español, con letra Arial a 12 puntos y doble espacio, utilizando mayúsculas y minúsculas, en papel tamaño carta, con márgenes superior, inferior e izquierdo de 2.5 centímetros, y derecho de 4 centímetros.

Los trabajos deberán incluir una portada, en la que se señale con claridad el título de la colaboración (preferiblemente no más de 15 palabras); el nombre completo del autor, incluyendo su grado académico; la institución en la cual labora y el cargo que ocupa; sus direcciones postal y electrónica; números de teléfono y fax; y un resumen de no más de 200 palabras.

Los textos sometidos a consideración del Comité Editorial de "Diálogos" no deberán tener una extensión menor de 2 cuartillas ni mayor de 8, y todas las páginas deberán estar numeradas, en la parte inferior derecha.

El texto impreso deberá acompañarse de su correspondiente archivo electrónico, en un disco de 3.5 pulgadas, utilizando un procesador de palabras WORD (Office 2000, de preferencia).

En caso necesario, podrá utilizarse un número reducido de figuras para ilustrar el texto. En todo caso, deberán enviarse dibujos o fotografías de buena calidad, los cuales serán evaluados por el Comité Editorial de "Diálogos".

Los dibujos y fotografías (preferiblemente en color, aunque se impriman en blanco y negro) deberán enviarse montados sobre cartulina ilustración y correctamente identificadas al reverso. Las dimensiones no excederán el tamaño carta. Todas las ilustraciones y sus textos deberán ser capaces de soportar reducciones a 50-66 por ciento, sin perder claridad.

El autor deberá incluir, al final del texto, la descripción de cada dibujo o fotografía que el autor envíe, y el Comité Editorial de "Diálogos" se reserva el derecho de determinar si se publican con pie o no.

Las tablas habrán de escribirse a doble espacio, sin líneas verticales y contener numeración consecutiva dentro del encabezado. No deberán duplicar información contenida en el texto o las ilustraciones. Si la información contenida en las tablas ha sido publicada anteriormente, deberá citarse la fuente o referencia.

Las citas se señalarán mediante superíndices numerados consecutivamente, y se describirán al final del texto, en el mismo orden.

Cuando se trate de referencias a libros, éstas deberán ajustarse a los siguientes ejemplos:

Fierro Gossman, Julieta. 1999. *Las Estrellas*. Tercer Milenio. México. Pp. 42-43. (Si la cita corresponde a una parte específica del libro.)

o

López R., M. 1995. *Normas Técnicas y de Estilo para el Trabajo Académico*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 148 p. (Cuando se trata de una referencia hecha sobre el contenido de todo el libro.)

Las referencias a artículos en revistas periódicas deberán incluir el nombre del autor, o de los autores, si se trata de más de uno, de acuerdo con el siguiente modelo. El título de la revista se escribirá completo en la primera cita y abreviado en las subsecuentes en que aparezca.

Torres Martínez Emanuel S., "Matemáticas y letras", *¿Cómo ves?*, *Revista de divulgación de la Universidad Nacional Autónoma de México*. 2001. 27, p. 31.

Rodríguez B. Myrna Olivia. "Los ácaros: compañeros anónimos", *¿Cómo ves?* 2001. 27, p. 18.

En todos los casos, y en la medida de lo posible, se tratará de mencionar los nombres completos de los autores.