

Aspectos socioculturales de la diversidad del maíz nativo

Preparada por Miguel A. Altieri, Departamento de Ciencias, Políticas y Gestión del Medio
Ambiente, Universidad de California, Berkeley

Para el Secretariado
de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte

**Como parte de la Iniciativa del Artículo 13:
Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México**

Los puntos de vista expresados en este trabajo son sólo del autor y no necesariamente corresponden con los del Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México o el Grupo Asesor de la CCA.

1. Lo que se sabe

Tan sólo en América Latina, más de 2.5 millones de hectáreas se cultivan con métodos agrícolas tradicionales, en forma de parcelas en desnivel, policultivos y sistemas agroforestales, lo que evidencia la exitosa adaptación de un conjunto de prácticas agrícolas a los entornos difíciles (Altieri, 1991). Muchos de estos agroecosistemas tradicionales, que todavía se encuentran en la región andina, en Mesoamérica y en los trópicos de tierras bajas, constituyen los principales repositorios en sitio de germoplasma tanto de plantas cultivadas como de variedades silvestres. Estos recursos dependen directamente del manejo de los grupos humanos: su evolución ha respondido en parte a la influencia de las prácticas agrícolas desarrolladas por culturas particulares y a las formas de conocimiento complejo que éstas representan (Klee, 1980). No es ninguna coincidencia que los países que albergan la mayor diversidad en especies de flora sen también los que cuentan con mayores números de grupos étnicos.

La presencia de tal diversidad genética, sobre todo en los centros de origen, ha sido de fundamental importancia para conservar y mejorar la productividad de los cultivos agrícolas en los países en desarrollo caracterizados por agroclimas variados y ambientes heterogéneos. Tal diversidad protege a los campesinos frente a enfermedades, plagas, sequías y otras presiones y también les permite explotar toda la gama de agroecosistemas que existen en cada región pero cuyas condiciones difieren en calidad de suelo, altitud, pendiente, disponibilidad de agua, etc. La existencia de una gran variedad de especies de plantas significa un importante recurso para las comunidades que practican una agricultura de subsistencia, toda vez que constituye la base para mantener los actuales sistemas biológicos y de producción esenciales para el sustento de las comunidades locales (Clawson, 1985). Las variedades nativas de cultivo, también conocidas como maíces criollos o variedades tradicionales, son asimismo valoradas por los campesinos debido a los valores culturales que entrañan —por ejemplo, su simbolismo en ceremonias religiosas o su uso en regalos de bodas o como retribución al trabajo comunitario. Al mismo tiempo, estas variedades tradicionales son sumamente importantes para la agricultura industrializada puesto que contienen una enorme diversidad genética, incluidos los rasgos necesarios para adaptarse a plagas y a cambios en las condiciones climáticas y del suelo; también son relevantes para las formas sustentables de agricultura que mantienen los niveles de rendimiento de las cosechas al tiempo que reducen los insumos externos que suelen ocasionar la degradación ambiental. Las sociedades y organizaciones occidentales consideran las variedades criollas como parte del patrimonio común de la humanidad (Cleveland y Murray, 1997).

Es importante señalar que las fuentes de mayor diversidad en términos de variedades tienden a ser zonas pobres, aisladas y a menudo marginadas, del mundo en desarrollo, y que suelen ser los campesinos más pobres quienes por lo general conservan el germoplasma de los granos tradicionales de mayor diversidad. Si bien las cifras sobre el número y ubicación de los campesinos de escasos recursos presentan grandes divergencias, se estima que entre 1,900 y 2,200 millones de personas aún se encuentran al margen de la influencia, directa o indirecta, de la tecnología de la agricultura moderna (Pretty, 1995). A pesar de la creciente industrialización de la agricultura, la mayoría de los agricultores son campesinos o pequeños productores que todavía cultivan en los valles y laderas de las zonas rurales (en su mayor parte campos semiáridos o ubicados en pendientes ecológicamente vulnerables) con métodos tradicionales y de subsistencia. Sus sistemas agrícolas son de pequeña escala, complejos y diversos, y presentan

rendimientos hasta cierto punto estables con un mínimo de insumos externos (Beets, 1982). En América Latina, a fines de la década de los ochenta, se registraban alrededor de 16 millones de unidades de producción campesina en una extensión de casi 60.5 millones de hectáreas, o sea, 34.5 por ciento del total de la tierra cultivada (De Grandi, 1996). La población campesina incluye 75 millones de personas que representan casi dos terceras partes de la población rural total de América Latina (Ortega, 1986). Aun cuando el tamaño promedio de estas unidades agrícolas es de aproximadamente 1.8 hectáreas, su contribución al abasto general de alimentos en la región es importante: en los años ochenta la agricultura campesina daba cuenta de alrededor de 41 por ciento de la producción agrícola para el consumo doméstico, y producía cerca de 51 por ciento del maíz, 77 por ciento del frijol y 61 por ciento de la papa en el ámbito regional.

2. Pobreza y diversidad genética: importante tema de desacuerdo

En las esferas científicas y del desarrollo, el vínculo entre la diversidad genética y la agricultura tradicional se percibe como negativo y, por tanto, ligado al subdesarrollo, la baja productividad y la pobreza. Desde el enfoque de quienes participan en la agricultura internacional, la conservación de la diversidad de los granos nativos en los propios ranchos es algo que se opone al desarrollo agrícola (Brush, 2000). Muchos defensores de la Revolución Verde asumieron que el progreso y el desarrollo en los agroecosistemas tradicionales exigiría inevitablemente sustituir las variedades locales del grano por variedades mejoradas, y que la integración económica y tecnológica de los sistemas agrícolas tradicionales en un sistema globalizado sería un paso positivo que permitiría mayores niveles de producción, ingresos y bienestar generalizado (Tripp, 1996; Wilkes y Wilkes, 1972). Sin embargo, de acuerdo con muchos críticos del desarrollo agrícola global, la integración propiciada por la Revolución Verde más bien trajo consigo numerosos impactos negativos (Wilkes y Wilkes, 1972):

- a) La Revolución Verde implicó la promoción de un paquete que incluía variedades modernas (VM), fertilizantes e irrigación, y el resultado fue que marginó a un elevado número de campesinos de escasos recursos que no podían pagar la tecnología.
- b) En zonas donde los campesinos adoptaron el paquete, estimulados por los programas extensionistas y de crédito gubernamentales, la introducción de VM aumentó notoriamente el uso de plaguicidas, a menudo con consecuencias graves para la salud humana y para el medio ambiente.
- c) La creciente uniformidad derivada del cultivo de áreas extensas con unas cuantas VM se tradujo en un incremento de los riesgos para los campesinos. Los cultivos uniformes genéticamente demostraron ser más vulnerables a las plagas y las enfermedades, y tampoco las variedades mejoradas registraron un buen desempeño en los entornos marginales donde viven los campesinos pobres.
- d) La diversidad es una fuente nutricional importante para las comunidades pobres; sin embargo, la introducción de VM vino acompañada de una simplificación de los agroecosistemas tradicionales y una creciente tendencia a los monocultivos, lo que afectó considerablemente la variedad en la dieta de las familias y dio lugar a graves deficiencias nutricionales.
- e) La sustitución de variedades tradicionales también ha representado una pérdida de la diversidad cultural, pues muchas variedades son parte integral de ceremonias religiosas o comunitarias. Es con base en esto que muchos autores han argumentado que la conservación y el manejo de la agrobiodiversidad no son posibles si no se preserva la diversidad cultural.

- f) La percepción de que las variedades tradicionales son “materia prima” que puede utilizarse libremente para la creación de variedades de cultivo modernas, y hoy variedades transgénicas, se contraponen directamente a las nociones indígenas de propiedad intelectual de los derechos, y ha dado lugar a conflictos con comunidades indígenas que reclaman derechos de control sobre sus propias variedades tradicionales y en contra de los investigadores o corporaciones del mundo industrializado que están creando las nuevas variedades (Cleveland y Murray, 1997). Ésta es una consideración relevante en el contexto de México y la región andina, donde importantes movimientos indígenas han defendido una visión muy distinta respecto del valor y uso adecuado de los recursos genéticos. De hecho, en una declaración reciente, una de las uniones campesinas más poderosas de México (la UNOSJO) manifestó su rotundo desacuerdo por la contaminación con maíz transgénico de las variedades locales en la sierra Juárez de Oaxaca (González, 2002).

¿Qué tanto saben los campesinos indígenas? Segundo tema de desacuerdo

Como se mencionó antes, los agroecosistemas tradicionales son resultado de un complejo proceso coevolutivo entre sistemas naturales y sociales, a partir del cual se han desarrollado ingeniosas estrategias de apropiación de los ecosistemas. En la mayoría de los casos, el conocimiento indígena que subyace a la modificación del entorno físico es sumamente detallado. La etnobotánica y la taxonomía de especies nativas representan tal vez las formas más complejas del conocimiento indígena (Brokenshaw *et al.*, 1980). El hecho de que los tzeltales, los purépechas y los mayas de Yucatán reconozcan más de 1,200, 900 y 500 especies de plantas, respectivamente, da cuenta de lo elaborado del conocimiento etnobotánico de ciertos campesinos en México (Toledo *et al.*, 1985).

Pese a las evidencias, muchos científicos todavía consideran el conocimiento tradicional como producto de la ignorancia o como algo anticuado, y un reto fundamental para la investigación científica sigue siendo lograr una verdadera comprensión de cómo los campesinos tradicionales mantienen, conservan y manejan la biodiversidad. Muchos agrónomos, así como otros científicos y promotores del desarrollo, no han podido a la fecha reconocer que los recursos genéticos de los granos de cultivo son mucho más que un mero conjunto de alelos y genotipos de variedades nativas y sus parientes silvestres; que incluyen también tanto las interacciones ecológicas, por ejemplo, el flujo génico a través de la polinización cruzada entre poblaciones y especies de cultivo, como la selección y el manejo humanos con base en sistemas de conocimiento y prácticas asociados a la diversidad genética, taxonomías autóctonas particularmente complejas y la selección para la adaptación a condiciones ambientales heterogéneas. A la fecha no se acepta aún en forma generalizada que el conocimiento indígena es en sí mismo un recurso de enorme potencial y complementario del conocimiento derivado de las fuentes científicas occidentales. Desafortunadamente, es por este motivo que, con demasiada frecuencia, muchos científicos han ignorado la lógica de los campesinos tradicionales e impuesto condiciones y tecnologías disruptivas de la integridad de la agricultura nativa. Lo anterior fue afirmado proféticamente en los albores de la Revolución Verde por Carl Sauer, geógrafo de Berkeley, luego de su visita a México invitado por la Fundación Rockefeller:

Un nutrido grupo de agrónomos y cultivadores de plantas estadounidenses, con empuje y dinamismo, podría arruinar los recursos nativos de una vez por todas al introducir sus variedades comerciales. [...] Y la agricultura mexicana no puede orientarse hacia la homogenización en torno a unos cuantos tipos comerciales sin que se alteren con ello irremediabilmente la economía y la cultura locales. El ejemplo de Iowa es lo más

peligroso que puede plantearse para México. A menos que los estadounidenses lo comprendan así, más valdría que se mantengan por completo alejados de este país. El enfoque debe partir de la perspectiva de que las economías locales son fundamentalmente sólidas.

Efectos potenciales de las variedades transgénicas en los agroecosistemas tradicionales: un asunto controversial

Existe gran preocupación acerca de si la introducción de variedades transgénicas puede replicar o agravar aún más los efectos de las VM en la diversidad genética de los maíces criollos y sus parientes silvestres en áreas de origen y diversificación del grano, y por tanto afectar el tejido cultural de las comunidades. El debate se recrudeció a raíz de la publicación en *Nature* de un controvertido artículo que daba a conocer la introgresión de ADN transgénico en maíces criollos cultivados en lugares remotos de la sierra en Oaxaca, México (Quist y Chapela, 2001). Si bien es altamente probable que la introducción de variedades transgénicas acelere aún más la pérdida de diversidad genética y del conocimiento y la cultura indígenas mediante mecanismos similares a los de la Revolución Verde, existen diferencias fundamentales en la magnitud del impacto y es importante señalarlas. La Revolución Verde aumentó el ritmo con el que las variedades modernas sustituyeron a las variedades tradicionales, pero sin necesariamente alterar la integridad genética de los granos locales. La erosión genética implica una pérdida en las variedades locales, pero puede frenarse e incluso revertirse mediante iniciativas de conservación en sitio que preserven no sólo los maíces criollos y sus parientes silvestres, sino también las relaciones agroecológicas y culturales derivadas de la evolución y el manejo de los cultivos en lugares específicos. La documentación de ejemplos exitosos de conservación en sitio ha sido amplia (Brush, 2000).

El problema de la introducción de variedades transgénicas en regiones de diversidad genética es que las características de los granos genéticamente modificados se extienden hacia las variedades locales que los pequeños productores suelen sembrar y ello podría diluir la sustentabilidad natural de estas razas (Nigh *et al.*, 2000). Muchos defensores de la biotecnología, sin embargo, consideran que el flujo génico indeseado a partir de las variedades genéticamente modificadas no necesariamente pondría en riesgo la diversidad biológica del maíz (y, con ello, los sistemas de conocimiento y prácticas agrícolas, así como los procesos ecológicos y evolutivos asociados), ni tampoco entrañaría un riesgo mayor que el de la polinización cruzada a partir de granos convencionales (no modificados genéticamente). De hecho, muchos investigadores de la industria argumentan que es poco probable que el ADN del maíz genéticamente modificado tenga una ventaja evolutiva, pero que si los transgenes realmente llegan a persistir en los agroecosistemas tradicionales, podrían incluso resultar ventajosos para los campesinos mexicanos y para la diversidad de los granos. No obstante, aquí es donde surge una interrogante crucial: ¿en verdad pueden las plantas genéticamente modificadas incrementar la producción de los cultivos y, al mismo tiempo, repeler plagas, resistir herbicidas y ganar en adaptabilidad frente a los factores de presión que los campesinos suelen enfrentar? Consideraciones desde la termodinámica sugieren que no: las características relevantes para los campesinos indígenas (resistencia a la sequía, calidad adecuada como alimento o como forraje, capacidad de competencia, desempeño en policultivos, compatibilidad con las condiciones del trabajo familiar, y mejores madurez, calidad de almacenamiento, sabor o propiedades culinarias) probablemente se verían sustituidas por cualidades transgénicas que podrían no ser importantes para los campesinos. En este contexto, aumentarían los riesgos y los campesinos perderían su capacidad tanto de adaptarse a las condiciones cambiantes del medioambiente biofísico como de producir

cultivos relativamente estables con un mínimo de insumos externos al tiempo que atienden la seguridad alimentaria de sus comunidades.

La mayoría de los científicos está de acuerdo en que los teocintles (parientes silvestres cercanos del maíz) y el maíz se polinizan entre sí. El cruce de maíz transgénico con teocintle traería consigo consecuencias problemáticas si los híbridos resultantes lograran una ventaja evolutiva al adquirir una mayor tolerancia a las plagas (Ellstrand, 2001). Tales híbridos se convertirían en maleza invasora que no sólo afectaría el manejo de las milpas, sino que acabaría desplazando a los parientes silvestres. Otro problema potencial derivado del flujo génico desde fuentes de maíz transgénico hacia variedades silvestres es que podría dar lugar a la extinción de las plantas silvestres en la medida en que los transgenes predominaran en la reproducción e invadieran el entorno (Stabinsky y Sarna, 2001).

Pero es muy posible que los efectos de la contaminación transgénica de variedades de maíz criollo no se limiten a cambios mediados por la introgresión en los granos de cultivo o en los parientes silvestres. La introducción de maíz transgénico podría también afectar el equilibrio biológico de las comunidades de insectos en los agroecosistemas tradicionales. En el caso del maíz-Bt, se sabe que los enemigos naturales de los insectos plaga podrían verse directamente afectados por los efectos de la toxina Bt en los distintos niveles de la cadena trófica. Las toxinas Bt pueden desplazarse a través de las cadenas alimenticias de los insectos, y ello entraña graves implicaciones para el control biológico natural en los campos de cultivo. Evidencias recientes demuestran que la toxina Bt puede afectar a insectos predadores benéficos que se alimentan de las plagas presentes en los cultivos-Bt (Hilbeck, 1998). Los resultados de estudios realizados en Suiza señalan que la mortalidad media total de larvas de crisopa predadoras (*Chrysopidae*) criadas con una alimentación a base de insectos a su vez alimentados con Bt fue de 62 por ciento, en contraste con un 37 por ciento registrado cuando se les alimentó con presas libres de Bt. Las larvas de crisopa que se alimentaron con insectos alimentados con Bt también registraron un desarrollo más dilatado durante su estado juvenil (Hilbeck, 1998). Estos y otros estudios han dividido a la comunidad entomológica, pues no hay consenso generalizado en torno a la gravedad y el significado de los resultados (Obricki *et al.*, 2001, y debate publicado en números subsecuentes de *Bioscience*).

Muchos investigadores consideran que estos hallazgos pueden ser preocupantes para pequeños agricultores que dependen del rico sistema de predadores y parásitos asociado a sus sistemas de policultivos para el control de plagas (Altieri, 1994). A la luz de los efectos de la toxina Bt en los distintos niveles tróficos han surgido serias preocupaciones respecto de su potencial para trastocar por completo el control natural de plagas. Los predadores polívoros que suelen desplazarse a lo largo de la temporada de cultivo en y entre cultivares mixtos sujetos a contaminación transgénica seguramente encontrarán presas que contienen Bt (Hilbeck, 1999). La alteración en los mecanismos de control biológico puede dar lugar a mayores pérdidas en las cosechas como resultado de la acción de las plagas o del incremento en el uso de plaguicidas, con los consecuentes riesgos para la salud y el medio ambiente.

Pero los efectos ambientales no se limitan a los cultivos y a los insectos. Las toxinas Bt pueden incorporarse en el suelo, a través de las hojas y restos de plantas transgénicas, cuando los campesinos aran la tierra después de la cosecha, donde pueden persistir durante dos o tres meses, adhiriéndose a partículas ácidas de tierra arcillosa y de humus que les ayudan a resistir el deterioro y conservar su actividad tóxica (Palm *et al.*, 1996). Así, las toxinas Bt activas provenientes de las hojas y restos transgénicos acaban acumulándose en suelo y agua, y pueden

tener efectos negativos tanto en invertebrados terrestres y acuáticos como en los procesos del ciclo de nutrientes (Donnegan y Seidler, 1999).

El hecho de que la toxina Bt conserve sus propiedades insecticidas y se proteja de la degradación microbiana al adherirse a partículas de tierra, logrando persistir en distintos tipos de suelo durante cuando menos 234 días, resulta sumamente preocupante en relación con los campesinos pobres, quienes no pueden adquirir fertilizantes químicos caros y, por tanto, para fertilizar sus tierras dependen de los residuos locales, materia orgánica y microorganismos del suelo (especies invertebradas, de hongos o bacterias clave) susceptibles a los efectos negativos de la toxina (Saxena *et al.*, 1999). Al verse privados de tales servicios ecológicos, los campesinos pobres tendrán que depender de fertilizantes químicos, con las graves implicaciones económicas que ello entrañaría.

3. Temas prioritarios para un programa de investigación en favor de los campesinos

Crear salvaguardas frente a la homogenización

En el mundo globalizado de hoy día se considera que un prerrequisito esencial para aumentar los rendimientos, la eficiencia en el trabajo y los ingresos campesinos es la modernización tecnológica de las pequeñas parcelas mediante sistemas de monocultivo, introducción de nuevas variedades y uso de agroquímicos. Sin embargo, al tiempo que la agricultura de subsistencia da paso a una economía agrícola de mercado, la pérdida de la biodiversidad en muchas sociedades rurales aumenta en forma alarmante; en la medida en que los campesinos se vinculan directamente con la economía de mercado, las fuerzas económicas favorecen cada vez más un modo de producción caracterizado por cultivos genéticamente uniformes y mecanizados y por el uso de paquetes agroquímicos; y al tiempo que se adoptan variedades modernas, los maíces criollos y sus parientes silvestres van siendo abandonados progresivamente (Altieri *et al.*, 1987).

Esta situación seguramente se verá agravada por la evolución tecnológica de la agricultura basada en los avances de la biotecnología, cuyos desarrollo y comercialización se encuentran cada vez más concentrados bajo el control de unas cuantas corporaciones, en tanto que el sector público se aleja más y más del papel que otrora desempeñara como principal proveedor de servicios de extensión e investigación para las comunidades rurales (Jordan, 2001). El impacto social de las reducciones en los cultivos locales, como resultado de la uniformidad genética o de cambios en la integridad genética de las variedades locales debido a la contaminación transgénica, puede ser considerable en las zonas marginadas del mundo en desarrollo. En la periferia extrema, las pérdidas en los cultivos significan degradación ecológica, pobreza, desnutrición e incluso hambrunas. Es en estas condiciones de fracasos sistemáticos del modo de mercado y de falta de apoyo público externo como las habilidades y los recursos locales asociados con la diversidad biológica y cultural deberían estar a disposición de las poblaciones rurales para mantener o recuperar sus procesos de producción.

Los sistemas agrícolas diversos y su riqueza en materiales genéticos son sumamente valiosos para los campesinos pobres, pues amortiguan las variaciones en las condiciones de producción, sean éstas naturales o de origen antropogénico, y les confieren así elevados niveles de tolerancia frente a las condiciones socioeconómicas y ambientales cambiantes (Altieri, 1995). Las poblaciones rurales pobres deben mantener agroecosistemas de bajo riesgo, estructurados fundamentalmente para garantizar el abasto familiar y la seguridad alimentaria local. Los campesinos de zonas marginadas deben continuar produciendo alimentos para sus comunidades locales en ausencia de insumos modernos, y esto puede lograrse si se preserva ecológicamente

intacta la ya adaptada agrobiodiversidad local. Para ello será necesario conservar reservas de material genético diverso, aisladas de cualquier posibilidad de fertilización cruzada o contaminación genética a partir de variedades transgénicas uniformes. Estas fuentes de germoplasma tradicional al interior de los paisajes agroecológicos servirán como salvaguarda frente al potencial fracaso ecológico que se deriva de la segunda revolución verde impuesta en las zonas marginadas.

Conservación en sitio y desarrollo rural de centros de origen libres de OGM

Dadas las tendencias destructivas arriba descritas, muchos científicos y promotores del desarrollo han hecho hincapié en la necesidad de conservar en sitio tanto los recursos genéticos de los granos de cultivo locales como los ambientes en los que éstos ocurren (por ejemplo, Prescott-Allen y Prescott-Allen, 1981). Sin embargo, la mayoría de los investigadores considera que la conservación en sitio del maíz criollo exigiría no sólo preservar sino regresar a los microcosmos de los sistemas agrícolas primitivos, lo que representa una propuesta inviable y difícilmente aceptable (Frankel y Soul, 1981). Con todo, se argumenta que la única estrategia acertada para conservar en sitio las reservas de germoplasma del grano consiste en mantener los agroecosistemas tradicionales: cualquier iniciativa de conservación genética de los cultivos en sitio deberá luchar por preservar el agroecosistema en el que tales recursos existen. En este mismo sentido, la conservación de los agroecosistemas tradicionales de ninguna manera podrá lograrse si no se mantiene la organización sociocultural de las comunidades locales (Altieri y Merrick, 1987). En última instancia, si la conservación de la biodiversidad ha de lograrse realmente entre los pequeños productores, el proceso debe estar vinculado con las iniciativas de desarrollo rural que otorgan la misma importancia a conservar los recursos locales y a la autosuficiencia alimentaria que a cierto nivel de participación en el mercado.

Los esfuerzos en materia de preservación han de vincularse con un programa general de desarrollo rural centrado en las oportunidades de conservación y no exclusivamente en las posibilidades para mejorar la producción. En este caso, el propósito principal de la agricultura tradicional se reorienta hacia formas productivas de conservación, con atención centrada en las poblaciones en mayor riesgo de pobreza e inseguridad alimentaria, que menos oportunidades tienen de beneficiarse de la modernización agrícola y que, por el contrario, más pueden sufrir las consecuencias no intencionales de la intensificación, como la contaminación genética. La idea es diseñar sistemas agrícolas sustentables y tecnologías adecuadas que permitan mejorar la producción de alimentos para la autosuficiencia de las familias campesinas, incorporando variedades criollas y parientes silvestres en y alrededor de las milpas como complemento de los diversos procesos de producción (Altieri y Merrick, 1987; Brush, 2000).

Si bien a los ojos de los especialistas en desarrollo, las comunidades rurales marginadas representan un fracaso del desarrollo económico, para los agroecologistas representan todo un éxito en lo que a conservación de la biodiversidad se refiere. Es precisamente esta habilidad para generar y mantener recursos genéticos de cultivo diversificados la que ofrece a los campesinos marginados un conjunto “único” de posibilidades que de ninguna manera podrían replicarse con los sistemas uniformes y altamente productivos extendidos en las tierras más favorables. Al tiempo que la globalización conduce hacia una cada vez mayor homogeneidad entre y al interior de las sociedades, las “diferencias” que se mantienen en los entornos marginales constituyen uno de los principales recursos de los campesinos pobres. Tales “diferencias” pueden aprovecharse en forma estratégica si se explotan las oportunidades ilimitadas para vincular la agrobiodiversidad tradicional con los mercados locales, y también con los mercados turísticos e

internacionales, siempre y cuando se realice una cuidadosa planeación de las actividades, con métodos participativos y bajo el control comunitario.

Sustentar una estrategia de desarrollo rural en la agricultura y el conocimiento etnobotánico tradicionales no sólo asegura el uso continuo y la preservación de recursos genéticos invaluable, sino que también permite diversificar las estrategias de subsistencia campesinas, incluidos vínculos con los mercados externos (Alcorn, 1984; Caballero y Mapes, 1985). Pero para que los campesinos realmente tengan una ventaja competitiva, necesitarán poder producir cultivos agrícolas “únicos” (es decir, libres de OGM) para nichos de mercado bien definidos. Tal “singularidad” también será crucial para mantener la estabilidad de sus sistemas locales de producción agrícola en tiempos de incertidumbre.

REFERENCIAS

- Alcorn, J. B., 1984, *Huastec Mayan Ethnobotany*, Austin, University of Texas Press.
- Altieri, M. A., 1995, *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*, Boulder, Westview Press.
- Altieri, M.A., 1994, *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*, Nueva York, Harworth Press.
- Altieri, M. A., M.K. Anderson y L.C. Merrick, 1987, Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources, *J. Soc. Conservation Biology*, 1: 49-58.
- Altieri, M.A. y L. C. Merrick, 1987, In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems, *Economic Botany* 4: 86-96.
- Beets, W.C., 1982, *Multiple Cropping and Tropical Farming Systems*, Boulder, Westview Press.
- Berlin, B, D.E. Breedlove y P.H. Raven, 1973, General principles of classification and nomenclature in folk biology, *American Anthropologist*, 75: 214-242.
- Brokenshaw, D.W., D.M. Warren y O. Werner, 1980, *Indigenous Knowledge Systems and Development*, Lanham, University Press of America.
- Brush, S.B., 1982, The natural and human environment of the central Andes, *Mountain Research and Development*, 2: 14-38.
- Brush, S.B., 1986, Genetic diversity and conservation in traditional farming systems, *J. Ethnobiol*, 6: 151-167.
- Brush, S.B., 2000, *Genes in the Field: On-farm Conservation of Crop Diversity*, Boca Raton, Fl: Lewis Publishers.
- Bye, R.A., 1981, Quelites —ethnoecology of edible greens—, past, present and future, *J. Ethnobiol*, 1: 109-123.
- Caballero, J.N., y C. Mapes, 1985, Gathering and subsistence patterns among the P'urhepecha indians of Mexico, *J. Ethnobiol*, 5: 31-47.
- Chacon, J.C. y S.R. Gliessman, 1982. Use of the "non-weed" concept in traditional agroecosystems of south-eastern Mexico, *Agro-Ecosystem*, 8: 1-11.
- Chang, J.H., 1977, Tropical agriculture: crop diversity and crop yields, *Econ. Geogr.*, 53: 241-254.
- Claveland, D.A. y S.C. Murray. 1997. The world's crop genetic resources and the rights of indigenous farmers. *Current Anthropology* 38: 477-492.
- Clawson, D.L., 1985, Harvest security and intraspecific diversity in traditional tropical agriculture, *Econ. Bot.*, 39: 56-67.
- De Grandi, J.C., 1996, El desarrollo de los sistemas de agricultura campesina en América Latina, serie *FAO-Gestión de Sistemas de Explotación Agrícola*, 12. Roma, FAO. P83. Division, Santiago.
- Denevan, W.M., J.M. Treace, J.B. Alcorn, C. Padoch, J. Denslow y S.T. Paitan, 1984, Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indian management of swidden fallows, *Interciencia* 9: 346-357.
- Donnegan, K.K. y R. Seidler, 1999, 'Effects of transgenic plants on soil and plant micro-organisms'. Recent Research Developments, *Microbiology*, 3: 415-24.
- Ellstrand, N.C., 2001. When transgenes wander, should we worry? *Plant Physiology* 125: 1543-1545.
- Fowler, C. y P. Mooney, 1990, *Shattering: Food, Politics and the Loss of Genetic Diversity*, Tucson, University of Arizona Press.
- Gliessman, S.A., E. Garcia y A. Amador, 1981, The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems, *Agro-Ecosystems*, 7: 173-185.

- González, A.R., 2002, Contaminación de maíces nativos por transgénicos en la sierra Juárez de Oaxaca, México, UNOSJO, S.C. <www.rafi.org>.
- Grigg, D.B., 1974, *The Agricultural Systems of the World: An Evolutionary Approach*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Harlan, J.R., 1976, The possible role of weed races in the evolution of cultivated plants, *Euphytica*, 14: 173-176.
- Hilbeck, A., W.J. Moar, M. Putzai-carey, A. Filippini y F. Bigler, 1999, 'Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*', *Entomology, Experimental and Applied*, 91: 305-16.
- Jordan, C.F., 2001, Genetic engineering, the farm crisis and world hunger, *BioScience*, 52: 523-529.
- Louette, D., 2000, Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace?, en S. Brush (ed.), *Genes in the Field*, Florida, Lewis Publishers, 109-142.
- Nabhan, G.P., 1983, *Papago Indian Fields: Arid Lands Ethnobotany and Agricultural Ecology*, tesis de doctorado, Tucson, University of Arizona.
- Nigh, R., C. Benbrook, S. Brush, L. Garcia-Barríos y R. Ortega-Packa, 2000, Transgenic crops: a cautionary tale, *Science*, 287: 1927.
- Obrycki, J.J., J.E. Losey, O.R. Taylor y L.C.H. Jessie, 2001, Transgenic insecticidal maize: beyond insecticidal toxicity to ecological complexity, *BioScience*, 51: 353-361.
- Ortega, E., 1986, Peasant agriculture in Latin America, Joint ECLAC-FAO Agriculture.
- Palm, C.J., D.L. Schaller, K.K. Donegan y R.J. Seidler, 1996, Persistence in soil of transgenic plant produced *Bacillus thuringiensis* var. *Kustaki* –endotoxin, *Canadian Journal of Microbiology*, 42: 1258-62.
- Prescott-Allen, R. y C. Prescott-Allen, 1981, In-situ conservation of crop genetic resources: A report to the International Board for Plant Genetic Resources, Roma, IBPGR.
- Pretty, J., 1995, *Regenerating Agriculture*, Washington, DC, World Resources Institute.
- Quist, D y I.H. Chapela, 2001, Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico, *Nature*, 414: 541-543.
- Richards, P., 1985, *Indigenous Agricultural Revolution*, Boulder, Westview Press.
- Rissler, J. y M. Mellon, 1996, *The Ecological Risks of Engineered Crops*, Cambridge, MIT Press.
- Robinson, R.A. (1996). *Return to Resistance: Breeding Crops to Reduce Pesticide Resistance*. Davis: AgAccess.
- Saxena, D., S. Flores y G. Stotzky, 1999, Insecticidal toxin in root exudates from Bt corn, *Nature*, 40: 480.
- Stabinski, D. y N. Sarno, 2001, Mexico, centre of diversity for maize, has been contaminated, *LEISA Magazine*, 17: 25-26.
- Toledo, V.M., 1980, La ecología del modo campesino de producción, *Antropología y Marxismo*, 3: 35-55.
- Toledo, V.M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo, 1985, *Ecología y autosuficiencia alimentaria*, México, Siglo XXI Editores.
- Tripp, R., 1996, Biodiversity and modern crop varieties: sharpening the debate, *Agriculture and Human Values*, 13: 48-62
- Wilken, G.C., 1970, The ecology of gathering in a Mexican farming region, *Econ. Bot.*, 24: 206-245.
- Wilken, G.C., 1977, Integrating forest and small-scale farm systems in middle America, *Agro-Ecosystems*, 3: 291-302.
- Wilkes, H.G. y K.K. Wilkes, 1972, The green revolution, *Environment*, 14: 32-39.