Formación de recursos humanos en ciencias vegetales

PATRICIA MORENO-CASASOLA

Instituto de Ecología, A.C. Km. 2.5 Ant. Carr. a Coatepec 91000. Apdo. Postal 63. Xalapa, Veracruz, México.

Resumen. La formación de personal de alto nivel en las disciplinas relacionadas con las ciencias vegetales es fundamental en nuestro país, ya que existe una alta biodiversidad vegetal e importantes extensiones cubiertas con comunidades conservadas, y por la acelerada destrucción de los recursos vegetales ocurrida durante la última década. Se analizaron las opciones de formación en el área de las ciencias vegetales y en las disciplinas ambientales, ya que las plantas y la vegetación son por sí mismas un objeto de estudio, y además tienen un fuerte valor como indicadores. Se regionalizó al país en función de los sistemas de investigación propuestos por el CONACYT debido a la estrecha vinculación entre la investigación y la formación. Las tendencias muestran una fuerte centralización de opciones en el área metropolitana, seguida por un cinturón en el norte del país; las mayores carencias están en el sur y en el sureste. Las opciones agronómicas se han incrementado notablemente. En general, falta enriquecer las opciones tanto en temáticas como en niveles de estudio. El problema más importante es el bajo número de doctorados, sobre todo en áreas básicas de investigación.

Abstract. Human resources in areas dealing with plants and vegetation are highly needed in our country. Its high biodiversity, large extensions of conserved communities and increasing rate of destruction of natural resources over the last ten years make it a priority. Educational options at the university and graduate levels were analyzed both in plant (where plants are the direct study object) and environmental sciences (vegetation as indicators). CONACYT's regionalization of Mexico was used because research and students formation are closely related. A very high degree of centralization was found, followed by the northern states; the south and southeast still has very few possibilities. Agronomic options have increased. In general more questions dealing with various themes and of different levels are needed. The most acute problem is the low number of doctoral programs.

INTRODUCCIÓN

Uno de los momentos más trascendentales en la historia del ser humano fue el cambio de vida nómada a sedentaria. Implicó una transformación social que dio origen a un profundo desarrollo cultural. Todo ello estuvo asociado a la increíble historia de la humanidad, que muestra la capacidad intelectual del hombre y que le permitió la domesticación de otros seres vivos. Las grandes civilizaciones están asociadas al cultivo de granos: el trigo en Mesopotamia y Egipto, el arroz en Asia, el maíz en Mesoamérica. Estas culturas se alimentaban básicamente de plantas y los productos animales les servían más bien de complemento. Hoy en día se considera que sólo unas 200 especies de plantas han sido realmente domesticadas, y de éstas menos de 30 son realmente importantes por su uso intensivo y/o extensivo.

Esta restricción del hombre a unas cuantas especies vegetales es asombrosa y difícil de explicar. Intervienen en ella factores culturales, económicos, sociales, etc. Existen datos que muestran que algunas culturas indígenas, al poseer un amplio conocimiento de su medio ambiente, obtienen de él una gran cantidad de productos.

Un móvil importante en la exploración geográfica del mundo fue la obtención de nuevas plantas y animales. Rápidamente se reconoció la importancia que muchas especies exóticas tenían como saborizantes y aromatizantes,

alimentos, productos medicinales, colorantes, etc. Se emprendieron largas y costosas expediciones al Nuevo Mundo, África, Oceanía. En la Nueva España las expediciones lograron importantes colectas y registros, representaron sus descubrimientos en láminas hermosísimas y crearon un gran acervo de conocimientos que aun hoy sigue siendo fuente de información para los científicos. Al mismo tiempo, integrantes de esas expediciones causaron un fuerte impacto en los estudiosos y en la sociedad del Nuevo Mundo con su presencia y sus actividades. Destacamos, entre otras, la Real Expedición Científica de Martín Sessé y J. Mariano Mocino entre 1787 y 1803, la Expedición Científica de Malaspina entre 1789 y 1794 y los viajes de Humboldt.

Hoy en día hay intentos importantes por recuperar el conocimiento y uso de las plantas, los genotipos y variedades que desaparecieron con los monocultivos y la agricultura mecanizada, la agricultura que subyace en el uso ceremonial de las plantas, el manejo tradicional de los ecosistemas, etc. Han surgido corrientes científicas que abordan el estudio de las plantas nativas, se desarrollan tecnologías basadas en esos antiguos conocimientos, se popularizan las curaciones basadas en plantas, etc. El campo de investigación es sumamente amplio. Incluye, entre muchos otros aspectos, la aplicación de conocimientos, la transferencia de tecnologías y el monitoreo de resultados. Abarca profesio-

nales con formaciones muy diversas, capaces de interactuar y vincular las diferentes esferas sociales, desde donde se genera el conocimiento hasta donde están aquellos que lo aplican en la vida diaria. Un reto adicional es el de poder usar contante y permanentemente los recursos naturales de la manera más eficiente posible, sin causar la degradación del ambiente ni el empobrecimiento y la explotación de los grupos sociales locales.

CIENCIAS VEGETALES Y BIODIVERSIDAD

Uno de los muchos aspectos sobresalientes de nuestro país es su alta biodiversidad. México es considerado como uno de los países con mayor número de especies tanto animales como vegetales, aun en comparación de regiones de superficie mayor, como China, la Amazonia brasileña o Europa (Toledo, 1988). El número total de especies vegetales que habitan en el país es discutible, pero no deja de ser elevado. Rzedowski (1978) calcula 20 mil y Toledo (1988) eleva a 30 mil la cifra. Por ello, el estudio de las plantas que conforman esta enorme riqueza es de gran trascendencia para el país. Si a esto añadimos un alto número de endemismos (3,282 registrados hasta 1984 (Toledo, 1988)), que puede oscilar alrededor del 10%, se puede apreciar el esfuerzo que requerirá conocer no sólo el listado de especies de nuestra flora, sino también su genética, su fisiología, su sistemática y su ecología.

En los últimos años se ha hecho un gran esfuerzo por recuperar el conocimiento de plantas y animales. En particular se han buscado inventarios, y cada nación, cada institución científica ha planteado sus programas particulares para obtenerlos, ya que existe una tendencia a desarrollar estrategias a nivel nacional que garanticen este objetivo. Un ejemplo que ha motivado controversia es el del INBio (Instituto Nacional de la Biodiversidad) de Costa Rica. Partiendo de la idea de que la biodiversidad sólo sobrevivirá en la medida en que las sociedades la utilicen con fines de desarrollo intelectual y económico, el INBio busca crear una estructura en la que colaboren distintos sectores sociales tales como los biólogos y los empresarios. La estrategia elaborada a nivel nacional plantea la integración de todas las colecciones nacionales en una sola entidad administrativa y física, la cual centralizaría la información del país en materia de biodiversidad. Sus objetivos son la realización del inventario total de la biodiversidad de Costa Rica en un plazo de 10 años, el que dicha información esté computarizada y sea de fácil acceso para cualquier usuario nacional o extranjero y la seguridad de que las colecciones serán preservadas.

En México, el CONABIO (Consejo Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad) ha utilizado una estrategia diferente. El CONABIO promueve la realización de trabajos de investigación que busquen completar el inventario y las bases de datos de la flora y fauna del país. Para ello, ha formulado convocatorias con objetivos y requeri-

mientos específicos en las que participan instituciones, organizaciones no gubernamentales, etc., que someten sus propuestas de investigación. Las que resultan seleccionadas reciben financiamiento. Simultáneamente, se han puesto en marcha cursos itinerantes de capacitación de personal que permiten la actualización de profesionistas en distintas partes del país.

Inventariar y centralizar la información sobre biodiversidad son tareas importantes, pero en paralelo con ellas debe reforzarse la capacidad de formación de personal que estudie esa biodiversidad. Este aspecto dista mucho aun de cubrir las disciplinas que abordan el estudio de plantas y animales. Se requiere formar un número mucho mayor de especialistas, elevar los niveles técnicos y de investigación, reforzar las estructuras científicas y fomentar las áreas multidisciplinarias.

Las plantas guardan una estrecha relación con el medio ambiente, y frecuentemente se utilizan como indicadores de condiciones. La presencia de especies particulares de plantas o conjuntos de especies indica, por ejemplo, si la zona en que se encuentran fue quemada, si se trata de suelos pobres o salinos, si existen metales pesados, etc. La sucesión secundaria, las ruderales, son categorías que se aplican a conjuntos de especies que indican determinada historia y características ambientales. Así mismo, una comunidad con una determinada estructura y riqueza también habla de la historia de un lugar y de su fauna potencial. Por tanto, las plantas constituyen un elemento diagnóstico muy importante dentro de los estudios ambientales y un potencial de restauración ambiental de gran valor. La importancia de las plantas trasciende el ámbito estrictamente botánico e incursiona en las áreas de ingeniería, química, economía, sociología, etc.

PROGRAMAS DE FORMACIÓN

Recientemente han surgido numerosos programas de formación, tanto en universidades como en centros e institutos de carácter público y privado. Constantemente se abren nuevas áreas de conocimientos más especializados, aunque existe una gran disparidad en las preferencias de los estudiantes que se matriculan en las universidades. Gago (1994), a través del análisis de los anuarios estadísticos de la población escolar, sintetiza la tendencia de la distribución de la matrícula universitaria en las siguientes cifras: 49.7% de la población se inscribe en carreras administrativas y sociales (contaduría, leyes, economía, etc.) y sólo el 1.9% corresponde a carreras ligadas con la ciencia básica (física, matemáticas, biología, etc.). Las áreas tecnológicas, especialmente las ingenierías y las profesiones orientadas a la computación y la electrónica en general abarcan un 32.5%.

Las ciencias vegetales dan cabida a gran cantidad de disciplinas y enfoques, tanto de carácter básico como aplicado. Como objeto de estudio, las plantas pueden abordarse de numerosas maneras: su genética, su fisiología, su clasificación y relaciones filogenéticas, su distribución, sus respuestas al medio ambiente, etc. Tanto las diversas partes que conforman

la planta como las distintas etapas de su historia de vida (semillas, plantas jóvenes y adultas, flores, hojas, raíces) constituyen una parte fundamental de la historia del hombre.

Hoy en día, las posibilidades de formación de científicos se han diversificado e incluyen cursos, talleres, licenciaturas, especialidades y posgrados. Estas opciones conllevan muy diversos grados de especialización y capacitación. Los cursos y talleres tienen un carácter más bien ocasional, y permiten cubrir las necesidades de actualización de profesionistas activos más que la formación de profesionistas capacitados. Constituyen un aspecto fundamental frecuentemente considerado secundario. Nuestra política educativa ha dado más importancia a formar al profesionista (lo que equivaldría al montaje y producción de automóviles) que a su actualización (el mantenimiento y servicio del auto).

Una tendencia surgida en la última década ha sido hacer más especializada la formación científica desde el nivel de la licenciatura. Rodríguez (1987) registró 26 universidades que impartían la carrera de biología. Las disciplinas de estudio de las plantas como son la fisiología, la genética, la taxonomía y la ecología, formaban parte de las materias tanto obligatorias como optativas. En algunos casos conformaban paquetes de materias terminales (Rodríguez, 1987; Moreno-Casasola y Sánchez, 1990).

Probablemente debido a los graves problemas ambientales creados por el uso intensivo, y con frecuencia exhaustivo, de los recursos naturales, y por la baja productividad en muchos de éstos, surgieron opciones de formación de nivel licenciatura sobre todo en el área de ecología y en el campo agrícola. Actualmente, el Directorio de Oferta Educativa de Estudios Ambientales en Instituciones de Educación Superior (SEDESOL, 1993) menciona dos licenciaturas en el área de ecología y recursos naturales, cinco en agronomía y cuatro en el área forestal (Cuadro 1A), así como varias opciones de diplomados y especialidades (Cuadro 1B).

El área ambiental ha tenido un fuerte desarrollo en los últimos años, como se ha visto en párrafos anteriores. En el directorio mencionado arriba, SEDESOL da cuenta de 290 opciones de formación que abarcan desde cursos y talleres hasta posgrados sobre el medio ambiente (físico, biológico y social). Se sectoriza al país en 7 regiones (Cuadro 2) y se subdivide el estudio del ambiente en las siguientes áreas: diseño, 11 opciones; sociales, 34; ingenierías, 55; naturales, 135; de la salud, 14 y agropecuarias, 41. En el D.F. se registraron 92 opciones de formación (el 31.7%), en el norte 49 (16.9%), en el Golfo de California 34 (11.7%), en el

CUADRO 1. Licenciaturas, diplomados y especialidades en estudios ambientales (Sedesol, 1993).

A. LICENCIATURAS

1) En el área de ecología y recursos naturales

- Licenciatura en Ecología (Univ. Juárez de Tabasco; Univ. del Valle de México, Univ. Madero, Puebla; Univ. Popular Autónoma del Estado de Puebla)
- Licenciatura en Recursos Naturales (Univ. Aut. de Quintana Roo)

2) Con enfoques agrícolas

- Licenciatura en Agronomía (UAM, Unidad Xochimilco)
- Licenciatura en Ingeniería Agroecológica (Univ. Aut. de Chapingo; Univ. Aut. de San Luis Potosí)
- Licenciatura en Ingeniería Agronómica (Univ. Aut. de Chapingo; Univ. Aut. de Guadalajara, Univ. de Guadalajara)
- Licenciatura en Biología Agropecuaria (Univ. Aut. de Tlaxcala)
- Licenciatura en Parasitología Agrícola (Univ. Aut. Agraria Antonio Narro, Coahuila)

3) Áreas forestales

- Licenciatura en Administración de Recursos Naturales Forestales (Esc. Sup. de Administración de Recursos Naturales, Chihuahua)
- Licenciatura en Forestería y Renovación de Recursos Naturales (Univ. Aut. Agraria Antonio Narro, Coahuila)
- Licenciatura en Ingeniería Agronómica Forestal (Univ. de Guadalajara)
- Licenciatura en Tecnología de la Madera (Univ. Michoacana San Nicolás de Hidalgo)

B. ESPECIALIDADES Y DIPLOMADOS

- Especialidad en Agroforestería para el Ecodesarrollo (Univ. Aut. de Chapingo)
- Diplomado en Equilibrio Ecológico y Protección del Medio Ambiente (Univ. Aut. C. Juárez, Chihuahua)
- Especialidad en Diseño Ambiental (UAM, Unidad Azcapotzalco)
- Diplomado en Revitalización Ambiental y Gestión Municipal (UAM, Unidad Xochimilco)
- Diplomado en Impacto Ambiental (Univ. Iberoamericana)
- Diplomado en Ecología e Impacto Ambiental (Univ. Aut. de Guadalajara)
- Diplomado en Ecología (Inst. Tec. de Estudios Superiores de Monterrey)
- Diplomado en Gestión Ambiental (Univ. de Guadalajara)
- Diplomado en Medio Ambiente (Univ. de Sonora)
- Especialidad en Riego y Drenaje (Univ. Aut. de San Luis Potosí)
- Diplomado en Análisis, Impacto y Protección Ambiental (Univ. del Noreste, Tamaulipas)
- Especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental (Univ. Veracruzana)

occidente 27 (9.3%), en el centro 47 (16.2%), en el Golfo de México 27 (9.3%) y en el sur 14 (4.8%). En todas las áreas, el mayor número de programas de formación está en las disciplinas relacionadas con las ciencias naturales y exactas, mientras que el segundo lugar lo ocupan las agropecuarias o bien las ingenierías y las agropecuarias. Sin embargo, lo que más llama la atención en este cuadro, además de la centralización en el D.F., es la elevada cantidad de ceros que contiene, lo que representa la enorme carencia de programas de formación en muchas entidades y aun regiones enteras del país.

Se encontraron las siguientes proporciones para los distintos tipos de opciones de formación: taller, 0.69%; curso, 12.1%; seminario, 0.69%; diplomado, 12.2%; especialidad, 8.3%; licenciatura, 33.2%; maestría, 27.3% y doctorado 5.54%. Vale la pena resaltar el bajo valor de esta última categoría.

El análisis de los programas de formación en ciencias vegetales, se ha abordado en este ensayo en primer lugar, desde un punto de vista general, abarcando las disciplinas en las que las plantas o la vegetación juegan un papel importante. Así, tanto en programas de licenciatura y posgrados de ecología como en ciencias ambientales, gestión ambiental,

desarrollo rural, etc., puede haber enfoques e investigaciones que utilicen como herramientas a las plantas y a las comunidades. En segundo lugar, desde un punto de vista más particular. Caben en el aquellos enfoques en los cuales la propia planta o vegetación es el objeto de estudio, ya sea con carácter productivo (agricultura, fitomejoramiento, etc.) o bien netamente científico o biológico (taxonomía, florística, fitogeografía). En la medida en que se conozcan mejor las características y el comportamiento de las plantas (segundo enfoque), será mayor su uso e importancia como herramientas (segundo enfoque).

Las dimensiones del país hacen necesario plantearse una regionalización, tal como se vio en el Cuadro 2. Cada estado ha desarrollado sus universidades e instituciones tecnológicas y de investigación, pero hoy en día todavía existen grandes diferencias en el tamaño, la capacidad, la calidad y el impacto de estas distintas opciones. Recientemente el CONACYT inició una sectorización del país creando sistemas regionales de apoyo a la investigación. Este proyecto es particularmente importante para la enseñanza, ya que la formación de los cuadros básicos de especialistas en ciencias vegetales depende en lo fundamental de los

CUADRO 2. Oferta educativa en estudios ambientales desglosados en seis áreas para cada estado de la República. Los datos están agrupados en siete regiones (tomados de Sedesol, 1993).

ÁREAS	Total	GOLFO DE CALIFORNIA						REGIÓN NORTE							OCCIDENTE				
		B.C.	B.C.S.	Son.	Sin.	Nay.	Total	Chihu.	Coah.	Tam.	N.L.	Dgo.	Zac.	Total	Jal.	Mich.	Col.	Gto.	Total
Disciplinas del diseño	11	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
Sociales y Eco. Administ.	34	2	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	6	0	0	0	6
Ingeniería y Tecnologías	55	2	0	3	0	0	5	3	1	1	11	0	0	16	2	0	0	0	2
Cs. Naturales y Exactas	135	10	0	3	8	0	24	0	4	4	5	3	1	17	3	1	1	2	7
Cs. de la Salud	14	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ciencias Agropecuarias	41	1	0	0	0	0	1	2	7	3	1	0	0	13	5	1	2	0	8
Total	290	17	0	6	8	0	34	5	12	8	20	3	1	49	18	2	4	3	27

CUADRO 2. Cont.

ÁREAS	CENTRO							GOLFO DE MÉXICO Y CARIBE						SUR					DF
	Tlax.	Mor.	Qro.	Edo.	Hgo.	S.L.P.	Ag.	Ver.	Tab.	Yuc.	Camp.	Q. Roo	Total	Chis.	Oax.	Gro.	Pue.	Total	No. de est
Disciplinas del diseño	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Sociales y Eco. Administ.	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Ingeniería y Tecnologías	0	0	1	2	0	7	0	3	1	1	0	2	7	0	0	0	0	4	11
Cs. Naturales y Exactas	2	2	0	7	0	0	1	8	2	3	1	3	17	1	2	2	4	9	49
Cs. de la Salud	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Ciencias Agropecuarias	2	4	0	7	0	1	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2
Total	4	12	1	20	0	9	1	14	3	4	1	5	27	1	2	2	9	14	92

investigadores y de la infraestructura científica de la región. Se han creado 9 sistemas de investigación aparte del área metropolitana (Fig. 1). En esta figura aparecen una serie de datos acerca de las licenciaturas, diplomados/especialidades, maestrías y doctorados en áreas que abarcan a las ciencias vegetales en su concepción más amplia. En cada recuadro, la primera columna indica el número de opciones en cada uno de los niveles (los posgrados que pertenecen al padrón de excelencia aparecen entre paréntesis). Puede verse una enorme variación regional. Como es de esperarse, existe una concentración impresionante en el área metropolitana, con 67 opciones (50 de ellas consideradas como de excelencia, es decir, casi el 75%). Predominan los posgrados, y son escasas las licenciaturas más especializadas y los cursos de diplomado y de especialización (Cuadro 3). Las otras dos regiones fuertes son las agrupadas en el SIVILLA con un total de 18 opciones (13 maestrías y 2 doctorados, con el 72% en el padrón de excelencia), y el SIMAC, que cuenta con 13 opciones (10 maestrías y un doctorado, con más de la mitad dentro del mencionado padrón). Los estados que forman SIGOLFO, SIARE y SIPEY ocupan un lugar inter-

medio. Las restantes regiones cuentan con pocas opciones, principalmente a nivel de licenciatura, y sobresale el sur con el número más bajo de opciones. Las siguientes columnas proporcionan algunos valores de biodiversidad y situación ambiental para cada estado, así como superficie total de la región. La primera línea indica el número de tipos de vegetación como una medida de la heterogeneidad ambiental y biológica, el porcentaje estatal de la superficie alterada, y el número (en miles) de hectáreas bajo uso agropecuario. Puede verse que las regiones con importantes recursos vegetales no cuentan con los suficientes posgrados para enfrentar su problemática biológica, y que mucha de la formación de su personal sigue dependiendo del área metropolitana.

En un análisis de los posgrados considerados dentro del padrón de excelencia (Cuadro 4), se muestra una subdivisión en cinco grupos que abarcan formaciones más generales en ecología y botánica, y enfoques como fisiología vegetal, biotecnología y genética (Grupo I). Hay trece instituciones participantes, y no todas laboran con la misma intensidad dentro del área de las ciencias vegetales. En particular, los posgrados en ecología marina cuentan con pocas líneas de

CUADRO 3. Datos sobre el número de opciones de formación a nivel licenciatura, especialidad/diplomado, maestría y doctorado en cada sistema de investigación propuesto, porcentaje que representan las maestrías y doctorados con respecto a los existentes en el país en las áreas ligadas con las ciencias vegetales y números de posgrados dentro del padrón de excelencia

	L	D/E	M	M% en el país	D	D % en el país	M + D excel
SIMAC	1	1	10	14	1	5	8
SIVILLA	2	1	13	17.1	2	10	13
SIARE	-	1	5	6.2	2	-	5
SIMOR	4	2	1	1.5	-	-	1
SINGO	1	1	1	1.5	1	5	2
SIGOLFO	1	1	4	6.2	1	5	3
SIZA	3	-	1	1.5	-	-	1
SIBEJ	-	-	1	1.5	-	-	4
SIPE4	1	-	4	3.0	2	-	1
Area Metrop.	4	4	39	46.8	20	75	46
TOTAL	17	12	79	99.3	29	100	84

L: Licenciatura; D/E: Diplomado/Especialidad; M: Maestría; M%: Porcentaje de Maestría; D: Doctorado; D%: Porcentaje de Doctorado; M + D: Maestría + Doctorado;

FIGURA 1. Mapa que muestra los 9 sistemas de investigación regionales propuestos por CONACYT, además del área metropolitana (D.F., Estado de México, Morelos). Son los siguientes: SIMAC (Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa, Sonora), SIVILLA (Chihuahua, Coahuila, Durango), SIMOR (Colima, Jalisco, Michoacán), SIARE (Aguascalientes, Nuevo León, Zacatecas), SINGO (Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí), SIGOLFO (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco), SIZA (Hidalgo, Puebla, Tlaxcala), SIBEJ (Chiapas, Guerrero, Oaxaca) y SIPEY (Campeche, Quintana Roo, Yucatán). En el mapa aparece un recuadro para cada uno de ellos, arriba del cual se indica la superficie total de la región en miles de hectáreas. En la primera columna, en cada renglón respectivamente, se presenta el número total de opciones -renglón 1- (entre las paréntesis las contempladas en el padrón de excelencia de CONACYT); en el segundo, el número de opciones a nivel licenciatura; en el tercero y el cuarto, el total de opciones de formación a nivel de maestría y doctorado (entre paréntesis el número incluido en el padrón de excelencia en estos dos casos), así como los diplomados y especialidades -renglón 5- (fuentes: SEDESOL 1993; Padrón de excelencia de CONACYT 1994). Las siguientes columnas muestran para cada estado -renglón A- una serie de valores ambientales: el primer renglón indica el número de tipos de vegetación -renglón B- (Tomado de: Flores-Villera, O. y P. Gérez 1988) y porcentaje no alterado de la superficie estatal -renglón C-, y el número de hectáreas, en miles, bajo uso agropecuario -renglón D- (Tomado de Toledo, V. *et al.*, 1989). Se indica el nivel de biodiversidad para cada región.

investigación enfocadas a la vegetación costera o acuática, aunque los aspectos de productividad primaria de fitoplancton reciben gran atención. Este es el grupo que cuenta con mayor número de programas de doctorado. Un segundo grupo está formado por los posgrados enfocados al área agrícola. Participan en él nueve instituciones de las que destacan el Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Antonio Narro -aunque en esta última sólo se imparten maestrías-. El tercer grupo está formado por áreas relacionadas con el medio ambiente físico del que dependen las plantas, básicamente agua, suelo y clima. El cuarto grupo hace mayor énfasis en el aspecto social y está ligado con el desarrollo rural, el que a su vez depende en gran medida de la producción agropecuaria y del manejo de los recursos naturales. Finalmente, y de más reciente creación, están las maestrías con carácter integrativo y que abarcan una visión global del medio ambiente.

Hay otras áreas muy vinculadas con las ciencias vegetales, como son la arquitectura del paisaje, el desarrollo rural, el manejo del agua (irrigación, drenaje, etc.) y la contaminación y purificación del agua, entre otras. Existen diversas opciones de formación en estas áreas. Si se agrupan sus temas en tres grandes apartados, puede verse que en el sector de Arquitectura y Urbanismo existen varias especialidades (3 en Arquitectura del paisaje y Planificación urbana) y 13 maestrías que abarcan temas muy variados, desde el diseño urbano y la demografía hasta las ciencias ambientales y su liga con el urbanismo. El área de Ingeniería, Manejo ambiental y Contaminación conjunta a 12 instituciones que ofrecen 3 especialidades, 18 maestrías y 5 doctorados. Incluye temáticas sobre problemas de tecnología e ingeniería ambiental del aire, agua y suelo, controles de calidad de estos medios, uso y manejo del agua, toxicología, etc. Finalmente, el área de Alimentos, con enfoques básicamente tecnológicos, conjunta 4 especialidades, 17 maestrías y 2 doctorados (Arellano, 1987. Moreno-Casasola y Sánchez, 1990).

La creación, y sobre todo el mantenimiento de diplomados y posgrados, depende en gran medida del profesorado con que se cuente. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) ha agrupado a un alto porcentaje de los investigadores del país a través de los estímulos económicos. La fuerte desvinculación entre la industria y la investigación hace que la formación de personal dependa casi exclusivamente de estos últimos, por lo que el SNI es una buena fuente de información (Cuadro 5). En el presente trabajo, interesa analizar las áreas II (Ciencias naturales, que incluyen el área biológica, biomédica y química) y IV (Ingeniería y Tecnología). En la primera de ellas hay 1,953 miembros (29.6% del total de los miembros del SNI) de los cuales 1,025 se han especializado en la rama de la biología, 455 en medicina, 214 en química, 60 en agronomía y 35 en farmacia. El 45.4% cuenta con doctorado y el 38.3% con maestría. El área IV cuenta con 2,373 miembros (35.9%) de los cuales 901 se dedican a la agronomía, 93 a la biología, 84 a la química y el resto a las áreas de ingeniería y tecnologías varias. El

30.7% cuenta con doctorado y el 61.7% con maestría (Yacamán y Alzati, 1993).

El Cuadro 5 muestra los niveles de los miembros del SNI. Puede verse que en el área de ciencias naturales los mayores porcentajes están ocupados por candidatos a investigador (36.7%) e investigadores de nivel I (44.2%), lo que conforma el 80.9%. En el área de ingeniería y tecnología esto se acentúa más, ya que ocupan el 49.2% y el 39.6% respectivamente, y entre ambos el 88.8%. Yacamán y Alzati (1993) concluyen que la ciencia mexicana cuenta con un capital humano muy joven, hay áreas con un crecimiento acelerado como es la agricultura, y se presenta una escasez de investigadores de alto nivel, lo que constituye uno de los grandes problemas del aparato científico del país.

La distribución de los investigadores por institución es muy desigual. La UNAM cuenta con 1,747 miembros, lo que la convierte en el sistema de investigación más importante y por tanto con mayor capacidad de formación de personal. La segunda fuerza científica del país está formada por los Centros SEP-CONACYT con 1,035 miembros; las universidades públicas de los estados suman 840 investigadores y las privadas sólo 124 (Yacamán y Alzati, 1993).

Actualmente hay 1,932 alumnos inscritos en programas de posgrado de excelencia (1,513 en maestría y 419 en doctorado) en las áreas de ciencias naturales. De estos, 1,212 están en maestrías de biología, 356 en doctorados de biología, 301 en maestrías de biotecnología y 63 en doctorados de biotecnología. En las ciencias agropecuarias hay 856 alumnos, 787 en maestría y 69 en doctorado. En el quinto informe de ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 que presentó el Ejecutivo Federal, se indicó que del total de los recursos presupuestales canalizados al avance científico y tecnológico del país, el 19.7% se destinó a la formación de recursos humanos. En el Cuadro 6 aparecen las becas de posgrado otorgadas por el sector administrativo. Resalta la SEP por el lugar que ocupa (incluyendo al CONACYT) seguida por la SEMIP (Confluencia, 1994). El CONACYT otorgó 914 becas de maestría y 255 de doctorado al área de ciencias exactas y naturales, así como 627 becas de maestría y 85 becas de doctorado al área agropecuaria. Siguiendo esta clasificación, las cifras para el extranjero fueron 297 y 2 becas para la primera área, y 273 y 11 para la segunda (Yacamán y Alzati, 1993).

Los datos presentados permiten valorar los logros obtenidos, las tendencias próximas y las carencias en la formación de personal en las áreas de ciencias vegetales. Puede constatar que están surgiendo nuevas opciones, tanto en niveles como en temáticas. El plantel de científicos jóvenes será un refuerzo importante para la formación de recursos humanos.

El panorama es prometedor, pero aun hay varios aspectos para los que no se vislumbran soluciones a corto plazo. Considero que los más apremiantes son los siguientes:

1. Incrementar el número y la calidad de los doctorados. Estos no deben verse como programas que solamente

CUADRO 4. Maestrías y Doctorados relacionados con las ciencias vegetales incluidos en el padrón de excelencia agrupados en 5 secciones. I: Básicos. II: Agrícolas. III: Ambientales, de apoyo. IV: Ligados a la sociedad. V: Integrativos.

GRUPO I

Uso, preservación y manejo de los recursos naturales	M y D	Centro de Investigaciones de B.C.
Ecología Marina	M y D	Centro de Invest. Científica y de Educ. Sup. de Ensenada
Biotechnología	D	Centro de Investigación Científica de Yucatán
Botánica	M y D	Colegio de Posgraduados
Fisiología vegetal	M y D	Colegio de Posgraduados
Ciencias forestales	M	Colegio de Posgraduados
Genética	M y D	Colegio de Posgraduados
Ecología y manejo de recursos naturales	M y D	Instituto de Ecología
Biotechnología de plantas	M y D	Instituto Politécnico Nacional
Biología	M y D	Instituto Politécnico Nacional
Ciencias marinas	M y D	Instituto Politécnico Nacional
Manejo de recursos marinos	M	Instituto Politécnico Nacional
Manejo de ecosistemas áridos	M	Universidad Autónoma de Baja California
Ciencias forestales	M	Universidad Autónoma de Chapingo
Biología	D	Universidad Autónoma Metropolitana Ixtapalapa
Ciencias forestales	M	Universidad Autónoma de Nuevo León
Ciencias Biológicas	D	Universidad Autónoma de Nuevo León
Manejo y conservación de recursos naturales tropicales	M	Universidad Autónoma de Yucatán
Horticultura	M	Universidad de Sonora
Ecología	M y D	Centro de Ecología UNAM
Biología	M y D	Facultad de Ciencias UNAM
Ciencias del mar	M y D	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM
Biología	D	UNAM Zaragoza

GRUPO II

Agroecosistemas tropicales	M y D	Colegio de Posgraduados
Producción de semillas	M	Colegio de Posgraduados
Economía agrícola	M y D	Colegio de Posgraduados
Fitopatología	M y D	Colegio de Posgraduados
Fruticultura	M y D	Colegio de Posgraduados
Estrategias para el desarrollo agrícola regional	M y D	Colegio de Posgraduados
Semillas	M	Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria
Fitomejoramiento	M y D	Universidad Autónoma Antonio Narro
Manejo de pastizales	M	Universidad Autónoma Antonio Narro

CUADRO 4. Continuación

Parasitología agrícola	M	Universidad Autónoma Antonio Narro
Tecnología de semillas	M	Universidad Autónoma Antonio Narro
Economía agrícola	M y D	Universidad Autónoma de Chapingo
Productividad agrícola	M	Universidad Autónoma de Chihuahua
Producción animal (manejo de pastizales y ecología)	M y D	Universidad Autónoma de Chihuahua
Productividad frutícola	M	Universidad Autónoma de Chihuahua
Producción agrícola	M	Universidad Autónoma de Nuevo León
Ciencias agrícolas	D	Universidad Autónoma de Nuevo León
Ciencias agrícolas	M	Universidad Autónoma de Tamaulipas
Almacenamiento y procesamiento de granos	M	Universidad de Sonora
Sistemas de producción agropecuaria	M	Universidad Juárez de Durango
GRUPO III		
Edafología	M y D	Colegio de Posgraduados
Ciencias agrometeorológicas	M	Colegio de Posgraduados
Hidrociencias	M	Colegio de Posgraduados
Suelos	M	Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria
Irrigación	M	Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria
Riego y drenaje	M	Universidad Autónoma Antonio Narro
Suelos	M	Universidad Autónoma Antonio Narro
GRUPO IV		
Recursos naturales y desarrollo rural	M	Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste
Desarrollo rural	M y D	Colegio de Posgraduados
Desarrollo regional	M	Colegio de la Frontera Norte
Estudios rurales	M	Colegio de Michoacán
Desarrollo rural	M	Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Desarrollo regional	M	Universidad Autónoma de Chapingo
GRUPO V		
Ordenamiento del territorio	M	Universidad Autónoma de Puebla
Administración integral científica	M	Colegio de la Frontera Norte y Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada

CUADRO 5. Número de miembros por área en el Sistema Nacional de Investigación Nacional y porcentajes de cada categoría (Confluencia, 1994).

MIEMBROS DEL SNI POR ÁREAS DE LA CIENCIA, 1993 ^m								
Concepto	Total	Investigador nacional						Candidatos a Investigador
		Nivel I		Nivel II		Nivel III		
Total	6233	2810		797		352		2274
Físico-matemáticas	913	48.0%	445	19.0%	174	9.4%	86	22.7% 208
Biológicas, biomédicas y químicas	1934	44.2%	855	13.1%	255	5.8%	113	36.7% 711
Sociales y humanidades	1508	50.7%	766	13.5%	205	7.0%	106	28.5% 431
Ingeniería y tecnología	1878	39.6%	744	8.6%	163	2.5%	47	49.2% 924

^{1/} Para el cálculo del presupuesto se incluyeron los ayudantes de investigador. Millones de nuevos pesos.

^m Cifras preliminares

Fuente de datos: CONACYT. Tomado de Confluencia ANUIES (1994)

Cuadro 6. Becas otorgadas para estudios de posgrado en el país (Confluencia, 1994).

BECAS DE POSGRADO OTORGADAS POR SECTOR ADMINISTRATIVO 1992-1993						
	1992			1993 ^m		
Sector	Total	Nacional	Extranjera	Total	Nacional	Extranjera
Total ^{1/}	12406	9712	2694	18325	14983	3342
SEP	9719	7276	2443	15672	12618	3054
UNAM	1209	629	580	1330	692	638
UAM	17	7	10	95	38	57
IPN	163	104	59	139	99	40
CINVESTAV	683	683	0	773	773	0
Sistema SEP-CONACYT	982	750	232	4419	4091	328
CONACYT	6665	5103	1562	8916	6925	1991
SEDESOL	56	56	0	41	41	0
SALUD ^{2/}	624	565	59	861	769	92
SM	4	4	0	10	8	2
SEPESCA	19	14	5	19	17	2
PGR	145	145	0	37	37	0
SECOFI	4	0	4	38	18	20
SEMIP	910	842	68	580	780	70
SARH	241	135	106	261	170	91
SCT	238	235	3	98	94	4
Otros ^{3/}	446	440	6	438	431	7

1/ Para 1992 incluye la información de las universidades públicas de los estados.

2/ Incluye IMSS, ISSSTE y DIF

3/ Incluye a SHCP, INAH y UPN

p/ Cifras preliminares

Fuente: SEP, Conacyt (elabora con base en la información proporcionada por los sectores de la APF que desarrollan actividades científicas y tecnológicas). Tomado de Confluencia, ANUIES (1994)

formen investigadores, sino también profesionistas de alto nivel cuya capacidad se base en un ejercicio de investigación.

2. Resolver la gran carencia de maestrías y doctorados en áreas básicas como la taxonomía, la fisiología y la genética.
3. Resolver el desequilibrio regional. Las condiciones físicas y biológicas de cada región, aunadas a su historia y problemática social, económica y ambiental, requieren que disminuya la centralización y que aumente el desarrollo regional. Se debe hacer un esfuerzo por incrementar las opciones de formación (cursos de distinta duración, especialidades y posgrados con nivel de doctorado).
4. Aumentar las opciones de estudios ambientales e integrativos incluso en el nivel de doctorado.
5. Dar mayor difusión a las investigaciones. La actividad de investigación y gran parte del resultado de la formación de recursos humanos, puede verse a nivel de las publicaciones. Son todavía pocos los resultados que se publican, y menos aun las revistas nacionales existentes en el área de las ciencias vegetales.

LITERATURA CITADA

- Arellano C, Ortiz J. 1987.** Los estudios de posgrado en México y las ciencias agropecuarias y forestales. *Ciencia y Desarrollo* (no. especial): 17-34.
- Confluencia. 1994.** Avances de la modernización científica y tecnológica nacional. ANUIES. Año 2: 10-11.
- Gago Huguet A. 1994.** ¿Es posible tener menos alumnos de contaduría? La Jornada. Suplemento Investigación y desarrollo (agosto). Año II. No. 15: 2-3.
- Gómez R. et al. 1993.** Costa Rica's conservation program and national biodiversity institute (INBio). En: *Biodiversity prospecting*. World Resources Institute, 53-68.
- Moreno-Casasola P, Sánchez G. 1990.** La enseñanza de la ecología en México. *Ciencias* (no. especial 4): 96-111.
- Rodríguez JM. 1987.** La educación superior de la biología en México. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Rzedowski J. 1978.** *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Sedesol. 1993.** Directorio de oferta educativa de estudios ambientales en instituciones de educación superior en México. SEDESOL. México.
- Toledo V. 1988.** La biodiversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* XV. (81): 17-30.
- Yacamán MJ, Alzati F. 1993.** El perfil del SNI y los posgrados de excelencia en México. *Ciencia y Desarrollo* XIX (109): 28-46.

INTRODUCCIÓN

En forma directa o indirecta, las plantas proveen al hombre de alimentos, materias primas para la construcción, combustible, medicinas, etc. En la actualidad, la demanda de productos vegetales ha aumentado considerablemente, debido a la creciente población mundial y a la necesidad de utilizar los recursos vegetales de manera sostenible. En este contexto, la formación de recursos humanos en ciencias vegetales es fundamental para garantizar el desarrollo sostenible de la agricultura y la silvicultura.