

Programa de doctorado en recursos naturales y medioambiente en zonas áridas: un modelo educativo por competencias

Aurelio Pedroza-Sandoval, Universidad Autónoma Chapingo, México

Ricardo Trejo-Calzada, Universidad Autónoma Chapingo, México

Ignacio Sánchez-Cohen, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México

Uriel Figueroa-Viramontes, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México

José Cueto-Wong, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México

Resumen: México cuenta con más del 50% de su territorio con ambiente árido Clase B, con diversos grados de aridez caracterizadas estas regiones por la escasa y errática precipitación pluvial y donde se asienta alrededor del 18% de la población. El objetivo de este estudio, fue diseñar mediante el modelo educativo de competencias, un Programa de Doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, que permita formar profesionales calificados en lo académico, técnico y científico con un enfoque sistémico y holístico, acorde a las condiciones naturales, sociales y económicas de las zonas áridas, en marco de sustentabilidad. Es un programa educativo interinstitucional que privilegia la flexibilidad curricular y movilidad académica acorde al contexto global de la educación. La Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y dos centros de investigación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), serán las responsables de impulsar el programa educativo y la primera institución será la responsable de emitir el título. El perfil de egreso concreta en competencias profesionales relacionadas a la capacidad en generar y aplicar investigación científica y tecnológica de vanguardia, mediante líneas y proyectos de investigación transdisciplinarios y multi-institucionales, que contribuya al uso y manejo óptimo de los recursos naturales, en particular el agua, en beneficio de la población y su entorno de las zonas áridas.

Palabras clave: modelo educativo interinstitucional, aprendizaje, competencias profesionales, zonas áridas

Abstract: Mexico has more than 50% of its territory arid environment Class B, with varying degrees of aridity these regions characterized by low and erratic rainfall and which sits about 18% of the population. The aim of this study was to design through the educational competency model, a Doctoral Program in Natural Resources and Environment in Arid Zones, allowing train qualified academics, technical and scientific with a systemic and holistic practitioners, according to natural, social and economic conditions in arid areas, sustainability framework. It is an educational program that favors inter-curricular flexibility and academic mobility according to the global context of education. The University Regional Unit Dry Areas (URUZA) of Chapingo (UACH) and two research centers of the National Institute of Agriculture and Livestock (INIFAP) Forestry, will be responsible for promoting the educational program and be the first institution responsible for issuing the title. The profile of specific discharge in skills related to the ability to generate and apply scientific and technological breakthrough research, using lines and transdisciplinary projects and multi-institutional research that contributes to optimal use and management of natural resources, including water, for the benefit of the population and environment in arid areas.

Keywords: Educational Model, Learning, Professional Skills, Arid Zones

Introducción

Las zonas áridas son un tema de actualidad por su extensión territorial y la abundancia y diversidad de sus recursos naturales, ante el incremento de la población mundial y la creciente demanda de alimentos y otros satisfactores. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas, al 1 de enero de 2014, la población mundial era de 7,200 millones de personas en el planeta y se prevé llegue a 9,600 para el 2050 (ONU, 2014). Este acelerado crecimiento de la población, sobre todo en países en desarrollo, aumentará la presión en el uso de los recursos naturales, en respuesta a la demanda consecuente de satisfactores, principalmente los de tipo agroalimentario. Con

todas las restricciones que la naturaleza y los modelos económicos-sociales imponen, las zonas áridas representan una de las opciones de mayor viabilidad para responder en gran medida a los retos del siglo XXI, en términos sociales, ambientales y económicos. Para ello, se requiere una visión sistémica e integral del potencial y limitantes que existen en estas regiones, en relación a sus recursos naturales y las condiciones actuales y futuras que los determinan, como base para el diseño e implementación de planes de desarrollo territorial desde un punto de vista global y local, acorde a las condiciones de cada región en un marco de sustentabilidad.

En lo global, uno de los desafíos a enfrentar en este siglo, es la reducción de la pobreza en los países en desarrollo, mediante una mejor gestión en los recursos agua y suelo, como los principalmente involucrados en la producción de alimentos; así como la conservación de la biodiversidad y la restauración de los ecosistemas frágiles como las zonas áridas, ante un entorno de alto impacto ambiental, de carácter multicausal y al que se asocia en gran medida el producido por el cambio climático, mediante la influencia de eventos climáticos extremos (OECD/FAO, 2012; G20, 2012; World Bank, 2008). Los impactos directos del cambio climático en los sistemas naturales, económicos y sociales por altas temperaturas y cambios en los patrones de lluvia, son cada vez más evidentes, siendo el sector de la producción primaria uno de los más negativamente impactados; las ondas de calor, la sequía y los incendios forestales han sido una combinación adversa para la estabilidad de los sistemas socio-ecológicos (SSE) en el planeta (Cruse, 2012; Al-Kaisi *et al.* 2012; Lal *et al.* 2012; Elliot, 2013, Sánchez *et al.* 2013). Como escenario actual, se tiene que en el transcurso de una década (2000-2010) se han registrado temperaturas extremas con más frecuencia (IPCC, 2012); en China, por ejemplo, más de 400 millones de habitantes han sido afectados por la desertificación, que genera una pérdida económica directa anual superior a 10 MMD; en tanto que en la India, las pérdidas debidas a la erosión se han sextuplicado entre 1989 y 1994 (UNCCD, 2013). Esta situación ha impulsado la emigración forzada por situaciones climáticas en diversas partes del mundo, (Sánchez *et al.* 2012). Elliot (2013), señala que por esta misma razón –cambio climático– se reducirá directamente la producción de alimentos en cultivos como el maíz, soya, trigo y arroz hasta en un 43 % a finales del siglo XXI. En este escenario, México será de los países más afectados: la producción de maíz de temporal se reducirá en 17% en 2050 y la de riego en 8%; la de trigo de temporal en 19% y la de riego en 8% (IFPRI, 2013).

Los sistemas SSE de las zonas áridas, donde se incluyen las categorías climáticas B y C, ocupan aproximadamente el 45% de la superficie del planeta, donde habitan alrededor de 2 mil millones de personas, representando el 33.8% de la población mundial (Cruse, 2012; Al-Kaisi *et al.* 2012; UNCCD, 2013). En esas regiones se vive una situación crítica por la depresión de las economías locales y por los impactos de la sequía sobre actividades económicas y los recursos naturales, primordialmente: agua, suelo, flora y fauna, expresada en procesos de desertificación en la mayoría de los casos. México no escapa a este escenario, sobre todo en la parte Norte del país (UACH-CONAZA-SEDESOL-SAGARPA, 2004; IPCC, 2012). De lo anterior se desprende la necesidad de formar profesionales de alto nivel con dominio calificado en el manejo, uso y conservación de los recursos naturales en áreas de alta vulnerabilidad, como las zonas áridas, desde un enfoque sistémico y holístico teniendo como unidad de estudio en lo social, económico y agroecológico a la cuenca hidrológica.

Justificación

La superficie total de México, es de 1.964 millones de km², ocupando con ello el décimo cuarto lugar en extensión territorial a nivel mundial y el quinto en el continente americano, después de Canadá, Estados Unidos, Brasil y Argentina (SEMARNAT-INECC, 2012). Aunque hay diferentes criterios a partir de los cuales se delimitan las zonas áridas, en general es aceptado que el territorio nacional con ambientes áridos, Clase B, ocupan poco más del 50% de la superficie, con diversos grados de aridez tipificada por las características de un baja precipitación pluvial, entre otras (Velásquez, *et al.* 2013); en estas áreas se asienta alrededor del 18% de la población nacional (González, 2012). Diversos estudios reportan la dimensión de los cambios de los SEE en el Norte de México, desde los de tipo socio histórico del colonialismo (Plana, 1991; Martínez-Saldaña, 1998; Salas & Berlanga, 2011) pasando por el sistema feudal, la era postrevolucionaria del cardenismo y la construcción de grandes obras

hidráulicas de irrigación (Hewitt, 1980), las cuales aún son motivo de análisis crítico desde el punto de visto socio ambiental (Cháirez *et al.* 2006; Postel & Richter, 2010), hasta la nueva política agraria de la reconcentración de las tierras a través de un sistema pseudofeudal.

México tiene una población de 112.3 millones habitantes (INEGI, 2010), con grandes demandas de agua sobre todo en la zona centro-norte del país. Lo anterior origina una paradoja con zonas de alta escasez del vital líquido; en tanto que otras regiones –sobre todo las del sur y sureste- con una enorme abundancia de agua (CNA, 2001)–. De esta manera el país se divide en dos grandes subterritorios: (1) la zona norte, centro y noreste donde se concentra el 77% de la población, se genera el 80% del PIB, pero únicamente ocurre el 31% del agua renovable y; (2) la zona sur y sureste, donde habita el 23% de la población, se genera el 20% del PIB y ocurre el 69% del agua renovable (CNA, 2010). En base a lo anteriormente expuesto, los objetivos del Programa Educativo Interinstitucional de Doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, objeto de este artículo son:

- Consolidar el Programa de Posgrado de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, en base a las condiciones operativas y legales en convenio específico signado por las partes, que permita fortalecer la investigación y la generación de tecnología en zonas áridas.
- Formar profesionales calificados en lo académico, técnico y científico de nivel Doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, con un enfoque sistémico y holístico, acorde a las condiciones naturales, sociales y económicas de las zonas áridas, para un desarrollo regional en un marco de sustentabilidad.
- Generar y aplicar investigación científica y tecnológica de vanguardia, mediante líneas y proyectos de investigación transdisciplinarios y multiinstitucionales, que contribuya al uso y manejo óptimo de los recursos naturales en zonas áridas en beneficio de la población y su entorno.

Naturaleza y perfil del programa

Para el cumplimiento de los objetivos anteriormente citados, se estructuró el Proyecto Educativo Interinstitucional de *Doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas*, el cual tiene el siguiente perfil:

- Es un Programa de posgrado de carácter **Interinstitucional**, donde convergen tres Instituciones: La Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), el Centro de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA) y el Centro de Investigación Regional Centro Norte (CIRNOC), los dos últimos dependientes del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Las tres Instituciones, con firma de convenio específico de por medio, se han comprometido a compartir recursos humanos especializados de alto nivel científico y académico, infraestructura y equipo, para una formación de recursos humanos y generación de conocimiento de calidad, donde la UACH será la responsable de emitir el grado académico.
- Es un Doctorado con **perfil propio** que, de acuerdo a revisión exprofeso exhaustiva, en el contexto nacional e internacional, no compite con otros posgrados, más bien se complementa, ya que aborda el uso integral y sustentable de los recursos bióticos en función de la disponibilidad de los recursos hídricos, teniendo como unidad de estudio a la Cuenca hidrológica en zonas áridas.
- Es un programa educativo de carácter **internacional**, puesto que actualmente la URUZA-UACH, cuenta con un convenio específico con la Universidad de Córdoba, España, que le permite la doble titulación a los estudiante de la Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, para obtener un Máster en Cambio Global, Recursos Naturales y Sostenibilidad o un Master en Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada, previa estancia académica en esta Institución. Condición que se hará extensivo al programa de Doctorado. Adicionalmente, a partir del 2013, se inició la gestión para la colaboración de la Universidad de Arizona, USA, la cual comparte

temas de interés mutuo, con diferentes capacidades instaladas de complemento al programa doctoral propuesto.

- El Doctorado es **pertinente**, en tanto que retoma los retos actuales y futuros de las zonas áridas, así como estar dentro del marco de las prioridades nacionales, reflejadas en programas como: Educación con calidad, Responsabilidad global, México incluyente, México próspero y Cruzada contra hambre.
- Es un programa de carácter **global y dinámico**, dado que aborda la degradación de los recursos naturales producto del impacto ambiental, sobre todo en áreas ecológicamente vulnerables como las zonas áridas, visto como un proceso dinámico y de carácter multicausal. Lo anterior le imprime a la propuesta el carácter global y dinámico, por estar sustentada acorde al contexto global en que hoy se encuentra el planeta desde el punto de vista ambiental y su proyección a escenarios futuros visualizados mediante la modelación de procesos de alta precisión.

Metodología

La planeación, el diseño y estructuración del proyecto de Doctorado motivo de este documento, fue el resultado de una serie de acciones concertadas entre las tres Instituciones participantes. Las principales etapas de este trabajo fueron:

- **Fase de exploración y sensibilización.** La primera fase fue la relacionada a la exploración y motivación sobre la importancia y trascendencia del proyecto de Doctorado en la zona norte de México y su factibilidad con carácter interinstitucional, para lo cual se realizaron diferentes sesiones de trabajo concertado entre los Directivos de las tres Instituciones participantes: URUZA-UACH, CENID-RASPA y CIRNOC.
- **Integración del Comité Interinstitucional de Estructuración del Proyecto Educativo del Doctorado en RNMZA.** Una vez que hubo consenso y claridad del proyecto, se procedió a nombrar una Comisión Coordinadora Interinstitucional para el Diseño y Estructuración del Proyecto de Doctorado, la cual fue por pares, dos de cada Institución participante, más dos colaboradores por parte de URUZA.
- **Delineación de la ruta crítica para la consecución del Proyecto.** Una vez conformado el Comité Coordinador del Proyecto, se procedió a planificar una ruta crítica que permitiera visualizar en tiempo y espacio, las diferentes etapas para lograr la consecución del proyecto de Doctorado (Fig. 1.).

Figura 1: Ruta crítica para el diseño, estructuración e implementación del Programa Interinstitucional de Doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas. URUZA-UACH, CENID-RASPA, CIRNOC.



Estrategia de acción

- **Análisis del contexto interno y externo.** Se realizó un análisis del contexto interno y externo, mediante revisión documental, aplicación de encuestas, análisis FODA entre la planta académica de la URUZA y un Foro con especialistas a nivel nacional con diferentes expertos técnicos y tomadores de decisiones en aspectos relacionados a los recursos naturales de las zonas áridas. Sus resultados contribuyeron a la delimitación de los principales retos y problemas del contexto que le corresponde atender al doctor en ciencias.
- **Construcción del perfil egreso por competencias.** A partir de los problemas del contexto se definieron las competencias genéricas y profesionales que integran el perfil de egreso y los aprendizajes esperados utilizando la metodología que plantea el enfoque socio formativo.
- **Diseño del plan de estudio y curricular.** Para delimitar el plan de estudios y los contenidos que integran las unidades de aprendizaje y generar oportunidades de movilización estudiantil y la internacionalización del currículo, se revisaron currículos de otras instituciones dentro y fuera del país que ofrecen programas doctorales en áreas afines. El desarrollo de las fases anteriores posibilitó el diseño del plan de estudios por unidades de aprendizaje integrados en tres ejes formativos transversales que contribuyen al desarrollo de las competencias que integran el perfil de egreso.
- **Identificación de la Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGyAC's).** Se fortalecieron en justificación, visión y soporte en recursos humanos, financieros, infraestructura y equipo, las dos LGyAC's existentes en la Maestría y sólo se agregó la de Cuencas hidrológicas y manejo integral del agua.
- **Modelo de gestión.** Se definió el modelo de gestión con el que se desarrollará el Programa Doctoral; con ello se precisaron acciones relacionadas con la normatividad del programa doctoral respecto a los procesos de ingreso, permanencia y egreso de los estudiantes, así como la gestión del proceso enseñanza aprendizaje.
- **Seguimiento y evaluación.** Se establecieron los aspectos a evaluar y la metodología que se utilizará para identificar de forma oportuna los aspectos a mejorar en el programa doctoral con el propósito de que cumpla de forma pertinente con la formación de Doctores en Ciencia mediante el desarrollo de competencias sustentables desde el enfoque de la socio formación.
- **Diseño de los estudios de opinión.** Aun cuando todavía el Programa no tiene ingreso de alumnos, se diseñó el procedimiento e instrumentos de estudios de opinión, con el propósito de que, una vez que se tenga población estudiantil, se identifique la opinión de este sector, respecto a la satisfacción del Programa que cursa.
- **Aprobación del Proyecto de Doctorado por las Instancias Universitarias.** Una vez cubierta la estructuración del Programa Doctoral, se sometió al análisis de las instancias académicas y de gobierno universitarias correspondientes para su análisis y en su caso aprobación. Actualmente se hace la gestión ante el CONACyT para su evaluación y posible ingreso al Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC).
- **Implementación del Programa Doctoral.** La implementación del Programa será a partir de enero de 2015, previa etapa de registro de los planes y programas en la SEP y la difusión nacional y local para la captura de aspirantes y la selección respectiva de acuerdo a la normatividad universitaria expofeso.

Perfil de egreso

Por la naturaleza del Programa de Doctorado acorde al modelo educativo por competencias, el perfil de egreso se divide en competencias genéricas y profesionales.

- **Competencias genéricas:** PROPORCIONAR LAS HERRAMIENTAS PARA GENERAR EL conocimiento científico e innovaciones tecnológicas para el aprovechamiento sustenta-

ble de los recursos bióticos en función del agua y del ambiente en zonas áridas, con una visión sistémica y compromiso ético y social (y;) ADEMÁS Comunicar objetiva y racionalmente los resultados de investigación científica a través de diferentes medios y estrategias para explicar causas, resolver problemas y propiciar el uso de innovaciones científicas y tecnológicas que contribuyan al mejoramiento permanente de la calidad de vida de los habitantes de las zonas áridas.

- **Competencias profesionales:** Formar profesionales altamente calificados en el uso y manejo eficiente del agua teniendo como unidad de estudio a la cuenca hidrológica, vista ésta como la visión sistémica y holística en lo social y económico, en armonía con su entorno. Formación de recursos humanos especializados en el manejo genético-fisiológico de la tolerancia al estrés en plantas y animales, como mecanismo de adaptación a condiciones extremas en ambientes áridos, que promueva la bioproductividad con enfoque sustentable y; Promover una formación científica que le permita al doctorante desarrollar una serie de conocimientos, habilidades y destrezas técnicas relacionadas al mejor uso y manejo de los recursos naturales en zonas áridas para un desarrollo sustentable.

Líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGyAC's)

Para el soporte de las competencias genéricas y profesionales del Doctorante, se tienen tres líneas de generación y aplicación del conocimiento:

- Cuencas hidrológicas y manejo integral del agua en zonas áridas
- Manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable en zonas áridas
- Fisiología del estrés e impacto ambiental en zonas áridas

La LGyAC de Cuencas hidrológicas y manejo integral del agua en zonas áridas, se fundamenta desde la perspectiva de que, de seguir las tendencias actuales del manejo del agua en el planeta, el uso global anual de este recurso se incrementará en más de dos trillones de metros cúbicos para el año 2030 para llegar a la cifra de 6.9 trillones de m³; esto es, 40% más de lo que puede proveer de manera racional con las disponibilidades actuales de agua. En el mundo, 780 millones de personas no tienen acceso a agua de las cuales 32 millones se ubican en América Latina (Sánchez *et al.* 2008). En su proporción correspondiente, México tiene un problema similar en recursos hídricos, agudizados en la zona norte de México.

La LGyAC de Manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable en zonas áridas, se fundamenta en que las zonas áridas revisten gran importancia ecológica ya que son centros de origen y diversificación de grupos de plantas y animales nativos de importancia actual y potencial. Los análisis realizados hasta el momento muestran que, si bien en este tipo de ecosistemas no hay mucha riqueza de especies por kilómetro cuadrado, se tiene una alta tasa de endemismo. (Echavarría *et al.*, 2009)

La LGyAC de Fisiología del estrés e impacto ambiental en zonas áridas, se fundamenta en que las plantas y animales en las zonas áridas están expuestas a condiciones de estrés provocando alteraciones en su crecimiento y desarrollo y que las condiciones de estrés son cada vez más agudas y extremas por efecto del cambio climático. Las condiciones ambientales extremas impiden que las plantas y animales alcancen su máximo potencial genético y disminuyen la productividad. (Bray *et al.*, 2000)

Plan de estudios y mapa curricular

El Plan de Estudios del Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas se organiza en cuatro áreas del conocimiento: Metodología, Cuencas hidrológicas y manejo integral del agua en zonas áridas, Fisiología del estrés e impacto ambiental en zonas áridas y Recursos naturales y desarrollo sustentable en zonas áridas, las cuales son en sí las LGyAC's. Los objetivos de cada una de las áreas se abordan a través de contenidos curriculares que se integran en asignaturas e investigación (Cuadro 2).

Cuadro 2: Asignaturas del plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas distribuidas por áreas

Área	Asignaturas
Cuencas hidrológicas y manejo integral del agua en zonas áridas	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo Integral de cuencas • Cambio climático • Captación de agua de lluvia • Evaluación, monitoreo y recuperación de suelos degradados • Contaminación y calidad del agua • Climatología física • Modelación de procesos hidrológicos • Manejo ambiental de suelos • Tópicos especiales
Fisiología del estrés e impacto ambiental en zonas áridas	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del impacto ambiental de los recursos naturales en zonas áridas • Fisiología del estrés vegetal • Biotecnología aplicada a zonas áridas • Bioinformática • Ecofisiología vegetal • Salinidad de suelos • Neuroendocrinología y función reproductiva • Estado metabólico y función reproductiva • Fisiotécnia y genotecnia de la tolerancia al estrés en z.a. • Tópicos especiales
Recursos naturales y desarrollo sustentable en zonas áridas	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de los Recursos Naturales y Gobernanza en Ecoregiones Áridas • Principios de sistemas complejos • Economía de los recursos naturales • Geomática Aplicada a Estudios del Territorio • Análisis de recursos fitogenéticos de zonas áridas • Aprovechamiento de sistemas forestales de zonas áridas • Manejo integral del agostadero • Manejo y Conservación de Fauna Silvestre • Tópicos especiales
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística Aplicada en la Investigación • Seminarios de investigación I • Seminarios de investigación II • Seminarios de investigación III • Seminarios de investigación IV • Filosofía de la ciencia • Tópicos especiales

Sistema de créditos

El sistema de créditos del Plan de Estudios es el previsto en el Reglamento de la Subdirección de Planes y Programas de Estudio. Además, con el propósito de promover y favorecer la movilidad estudiantil a nivel nacional e internacional se harán las equivalencias correspondientes con el Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos (SATCA) planteado por la Secretaría de Educación Pública y la Asociación Nacional de universidades e Instituciones de Educación Superior.

En el presente plan de estudios se establecen 39 créditos de asignaturas obligatorias, 44 créditos de investigación y 25 créditos de la tesis doctoral, así como un mínimo de 30 créditos en asignaturas optativas (Cuadro 3).

Cuadro 3: Número de créditos por tipo de actividad en el plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Recursos naturales y Medio Ambiente en Zonas áridas

Actividad	No de créditos
Asignaturas obligatorias	39
Asignaturas optativas	30 (mínimo)
Investigación	44
Tesis doctoral	25
Total	138

El bloque de asignaturas obligatorias incluye a seis asignaturas que contribuyen al desarrollo tanto en competencias genéricas (Área de Metodología) y una de cada Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (Cuadro 4).

Cuadro 4: Asignaturas obligatorias en el Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas

Área de Conocimiento y LGyAC	Asignaturas obligatorias	Clave	No. de créditos
Metodología	Estadística aplicada en la investigación	RNMA-704	6
	Seminarios de Investigación I	RNMA-705	3
	Seminarios de Investigación II	RNMA-706	3
	Seminarios de Investigación III	RNMA-707	3
	Seminarios de Investigación IV	RNMA-708	3
	Filosofía de la ciencia	RNMA-709	3
Cuencas hidrológicas y manejo integral del agua	Manejo Integral de cuencas	RNMA-701	6
Recursos naturales y desarrollo sustentable Fisiología del estrés y manejo integral del agua	Gestión de los Recursos Naturales y Gobernanza en Eco-regiones Áridas	RNMA-702	6
	Evaluación del impacto ambiental de los recursos naturales en zonas áridas	RNMA-703	6
TOTAL CRÉDITOS			39

La flexibilidad curricular en el plan de estudios

El 50% de los créditos del plan de estudios (69) corresponden a asignaturas y el otro 50% corresponde a investigación (44 créditos desarrollo del trabajo de investigación y 25 créditos de la tesis doctoral). Se establece un 43% como mínimo de asignaturas optativas, pero ese porcentaje puede crecer en función del plan de estudios de cada estudiante. Esto le confiere al programa de doctorado una gran flexibilidad para que los planes de estudio individuales de los estudiantes se construyan de acuerdo a la investigación que llevarán a cabo (Cuadro 5). Esta flexibilidad permitirá que los estudiantes puedan hacer estancias de investigación en otras instituciones de educación o investigación nacionales e internacionales. Además se tiene incorporada la presencia de la asignatura de tópicos especiales que permite el diseño de unidades de aprendizaje de acuerdo a las necesidades de cada estudiante para apoyar sus trabajos de investigación.

Mapa curricular

El mapa curricular se estructura por módulos que corresponden a las competencias genéricas y específicas a desarrollar. Incluye asignaturas obligatorias, asignaturas optativas, así como el desarrollo de la investigación doctoral, elaboración de tesis y defensa de tesis (Cuadro 5). En conjunto estas actividades deberán sumar al menos 138 créditos para acreditar el doctorado. Las asignaturas obligatorias cubren 39 créditos y se ofrecerán en primavera y otoño. Los estudiantes las podrán cursar en cualquiera de las sesiones de acuerdo a su plan de estudios y preferentemente los primeros se-

mestres del doctorado. Las asignaturas optativas incluyen a los tópicos especiales y en conjunto deberán sumar al menos 30 créditos. Estas asignaturas se pueden elegir de cualquiera de las áreas a lo largo del doctorado de acuerdo a las necesidades de la investigación y el plan de estudios particular del estudiante.

Cuadro 5: Mapa curricular del Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas

Áreas de conocimiento	Asignaturas obligatorias (Primavera u Otoño)	H		C		Asignaturas optativas (Verano)	H		C		Asignaturas optativas (Primavera)	H		C		Asignaturas optativas (Otoño)	H		C		Total créditos
		H	C	H	C		H	C	H	C		H	C	H	C						
Metodología	Filosofía de la ciencia	32	3																		15
	Estadística Aplicada en la Investigación	64	6			Tópicos especiales*	32	3													
	Seminario de Investigación I	32	3																		
	Seminario de Investigación II	32	3																		
	Seminario de Investigación III*	32	3			Tópicos especiales*	32	3													
	Seminario de investigación IV	32	3			Tópicos especiales*	32	3													6
Cuencas hidrológicas y manejo integral del agua en zonas áridas	Manejo Integral de Cuencas	64	6																		
Fisiología e impacto ambiental en zonas áridas	Evaluación del impacto ambiental de los recursos naturales en zonas áridas	64	6			Tópicos especiales*	32	3			Optativa I* Optativa II* Optativa III* Tópicos Especiales*	64 64 64 32	6 6 6 3			Optativa IV* Optativa V* Tópicos Especiales*	64 64 32	6 6 3			48
Recursos naturales y desarrollo sustentable en zonas áridas	Gestión de los Recursos Naturales y Gobernanza en Ecoregiones Áridas	64	6																		

Investigación y tesis doctoral	Investigación doctoral	44
	Tesis doctoral	25
CREDITOS TOTALES		138

Núcleo académico básico

La planta académica con la cual es soportado el anterior plan curricular y sus consecuentes líneas de generación y aplicación del conocimiento, es la integración de profesores-investigadores de tiempo completo (PTC) procedentes de los tres centros que colaboran en el Programa, correspondiente a siete de la URUZA y otros siete a los otros dos centros del INIFACP (CENID RASPA y CIRNOC), con un 96 % pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (Cuadro 6).

Cuadro 6: Núcleo académico básico del Programa Interinstitucional del Doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas

Nombre	Institución	Especialidad	SNI
Dr. Jesús G. Arreola Ávila	URUZA UACH	Fruticultura	I
Dr. Arnoldo Flores Hernández	URUZA UACH	Fitomejoramiento	I
Dr. Aurelio Pedroza Sandoval	URUZA UACH	Epidemiología Agrícola	I
Dr. Ricardo D. Valdez Cepeda	CRUCEN UACH	Sistemas complejos	III
Dr. César A. Meza Herrera	URUZA UACH	Fisiología animal ambiental	I
Dr. Armando López Santos	URUZA UACH	Uso y manejo del agua, suelo y energía	I
Dr. Ignacio Sánchez Cohen	CENID RASPA INIFAP	Manejo de cuencas	II
Dr. Ricardo Trejo Calzada	URUZA UACH	Fisiología Vegetal	-
Dr. José Cueto Wong	CENID RASPA INIFAP	Remediación de suelos	II
Dr. Miguel A. Velásquez Valle	CENID RASPA INIFAP	Pastizales	I
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez	CIRNOC INIFAP	Fisiología de frutales	I
Dr. Martín Martínez Salvador	CIRNOC NIFAP	Recursos agroforestales	I
Dr. Francisco Echavarría Cháirez	CIRNOC NIFAP	Recursos naturales	I
Dr. José Villanueva Díaz	CENID RASPA INIFAP	Paleoclimatología	II

Conclusiones

- ✓ El Programa Interinstitucional de Doctorado en RNyMAZA es de un gran potencial y de alta perspectiva por la naturaleza del mismo, donde convergen un conglomerado de profesionales expertos de alto nivel y de infraestructura y equipo de apoyo a la enseñanza, la investigación y la vinculación.
- ✓ El modelo educativo por competencias en que se plantea el Programa privilegia la flexibilidad curricular, la movilidad estudiantil y magisterial y se fundamenta en los problemas de actualidad en las zonas áridas para abordarlos con estrategias y tecnologías de vanguardia.
- ✓ La formación de recursos humanos de nivel doctoral de alto nivel, habrá de reflejarse en el corto y mediano plazo en indicadores específicos de productividad científica y tecnológica de impacto en el entorno local y global de las zonas áridas.

REFERENCIAS

- Al-Kaisi, M., Elmore, R. W., Guzmán, J. G., Hanna, H. M., Hart, Ch. E., Helmers, M. J., Hodgson, E. W., Lenssen, A. W., Mallarino, A. P., Robertson, A. E. y Sawyer, J. E. (2012). Drought impact on crop production and the soil environment: 2012 experiences from Iowa. *Journal of Soil and Water Conservation*, 68.
- Bray, E. A., Bailey Serres, J. y Weretilnyk, E. (2000). Responses to abiotic stresses. En: Ruissem, W., Buchanan, B. y Jones R. (Eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, American Society of Plant Biologists. Rockville, M.D.
- Chairez, A. C., Palerm, J. L., Tijerina, L. Ch., Jiménez, L. S. y Marínez-Saldaña, T. (2006). La regulación del río Nazas ¿acuerdo o desacuerdo? *AgroNuevo*, 2(11), 33-60.
- CNA (Comisión Nacional del Agua) (2001). *Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025*. Gerencia Regional de las Cuencas Centrales del Norte. Torreón, Coahuila.
- (2010). *Atlas Digital del Agua 2010. Contraste Regional Entre el Desarrollo y la Disponibilidad del Agua, 2008*. Recuperado de:
<http://www.conagua.gob.mx/atlas/atlas.html?seccion=0&mapa=8>
- Cruse, M. R. (2012). Agriculture: is climate change a serious issue? *Revista Agrociencia Uruguay, Special issue*, 9-19.
- Echavarría, C. F. G., Medina, G. G., Rumayor, A. F., Serna, A., Salinas, H. y Bustamante, J. G. (2009). *Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica y el ordenamiento ecológico, Libro Técnico N° 10* (p. 186). Zacatecas, México: INIFAP. CIRNOC, CEZAC.
- Elliott, J. (2013). *Constraints and potentials of future irrigation water availability on agriculture productive under climate change*. Recuperado de:
<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1222474110>
- G20 (2012). *Sustainable agricultural productivity growth and bridging the gap for small-family farms. Interagency Report to the Mexican G20 Presidency*. BIOVERSITY, CGIAR Consortium, FAO, IFAD, IFPRI, IICA, OECD, UNCTA, WFP, WORLD BANK, AND WTO.
- González, M. G. (2012). *Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación*. México: Ed. SEMARNAT-INECC.
- Hewitt, de A. C. (1980). *La modernización de la agricultura mexicana, 1940-1970*. México: Ed. Siglo XXI.
- IFPRI (2013). *Informe de Políticas Alimentarias Mundiales 2011*. Washington, D. C., Estados Unidos.
- INEGI (2010). *Censo de Población y vivienda 2010*. Recuperado de:
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/comunicados/default.aspx?c=17181&s=est>
- IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Lal, R., Delgado, J. A., Gulliford, J., Nielsen, D., Rice, Ch. W. y Pelt, R. S. V. (2012). *Adapting agriculture to drought and extreme events*. *Journal of Soil and Water Conservation*, 67(6), 162-166.
- Martínez-Saldaña, T. (1998). *La Diáspora Tlaxcalteca, la Expansión Agrícola mesoamericana al Norte de México*. México: Ediciones Tlaxcallan, DIF Tlaxcala, Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- OECD/FAO (2012). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021*. OECD y FAO.
- ONU (2014). *La población mundial alcanzará los 9.6 mil millones en 40 años*. Recuperado de:
<http://actualidad.rt.com/actualidad/view/97314-poblacion-mundial-crecimiento-onu>.
- Plana, M. (1991). *El Reino del algodón en México: la estructura agraria de La Laguna, 1855-1910*. Texas, Estados Unidos: Universidad de Texas.
- Postel, S. y Richter, B. (2010). *Ríos para toda la vida. La gestión del agua para las personas y la naturaleza*. Traducido de: Rivers for Life. Managing Water for People and Nature. SEMARNAT-INE.

- Salas, D. M. y Berlanga, G. G. (2011). *El Río Nazas a través de sus obras hidráulicas*.
- Sánchez Cohen, I., Oswald Spring, U., Díaz Padilla, G., Cerano Paredes, J., Inzunza, M., López, I. R., y Villanueva, J. D. (2012). Forced Migration, Climate Change, Mitigation and Adaptive Policies in Mexico: Some Functional Relationships. *International Migration Journal*, 51(4), 53-72.
- Sánchez Cohen I., Velázquez, M. A., Catalán, E., Inzunza, M. A., Esquivel, G., Bueno, P. y Díaz, G. (2013). *Modelo de balance hídrico como apoyo a toma de decisiones en zonas agrícolas bajo incertidumbre climática*. Folleto Técnico No. 20. INIFAP CENID RASPA, Gómez Palacio Durango, México.
- Sánchez Cohen I., Estrada Avalos, J. y Cueto Wong, J. (2008). *Toma de decisiones en grupo para el manejo de los recursos naturales. Métodos de análisis y Criterios de Selección*. Folleto Científico No. 24. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio Durango, México.
- SEMARNAT-INECC (2012). *Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Recuperado de: www.ine.gob.mx
- UACH-CONAZA-SEDESOL-SAGARPA (2004). *Escenarios Climatológicos de la República Mexicana ante el Cambio Climático*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- UNCCD (2013). *Segunda Conferencia Científica de la CLD; Aspectos económicos de la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía: Metodologías y análisis para la toma de decisiones*. Recuperado de: <http://2sc.unccd.int/es/inicio>
- Velázquez, M. A., Medina García, G., Sánchez Cohen, I., Klaudia Oleschko, L., Ruiz Corral, J. A. y Gabor Korvin, G. (2013). Spatial Variability of the Hurst Exponent for the daily Scale Rainfall Series in the state of Zacatecas Mexico. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 52, 2771-2780.
- World Bank (2008). *World Development Report 2008: Agriculture for Development*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.