



## **B5-483 Enseñanza, investigación y difusión de la agroforestería en el Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo, México**

Atenógenes Leobardo Licona Vargas.

Universidad Autónoma Chapingo. [lateno\\_60@yahoo.com.mx](mailto:lateno_60@yahoo.com.mx)

### **Resumen**

Se relata el aporte de la agroforestería en la formación de recursos humanos a través de la integración de la docencia, la investigación y la difusión de tecnologías amigables con el ambiente. Dicha experiencia se desarrolla en el Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo. En el plan de estudio de la Carrera de Ingeniería en Agroecología se imparte la asignatura de Sistemas Agroforestales, desde 1991, año en el que inicio la carrera. El curso es teórico-práctico y busca desarrollar competencias prácticas e intelectuales relacionadas con el tema. Para ello se trabaja en distintos sistemas instalados en tres módulos del Campo Experimental de la Universidad, los cuales forman parte del Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas. Los estudiantes y profesores realizan el manejo de los sistemas y abordan temas de investigación tales como el diagnóstico, el reciclaje de nutrimentos, las aves como indicador de la calidad de la matriz agrícola y el uso de efluentes de biodigestores en la fertilización de árboles frutales. El rediseño de los sistemas ha sido un tema de interés constante. La información generada es la base de diferentes eventos de difusión de tecnologías y procesos amigables con el ambiente. En los últimos tres ciclos escolares, 5650 personas participaron en talleres de capacitación y visitas guiadas para conocer los distintos sistemas agroforestales. Los instructores son los mismos estudiantes asesorados y coordinados por los docentes. El manejo de sistemas agroforestales ha permitido el desarrollo de competencias prácticas e intelectuales, tales como el manejo de sistemas integrados, el estudio de tecnologías y procesos, y la interacción con personas que buscan una opción productiva amigable con el ambiente. La diversidad de temas abordados da cuenta del interés de los alumnos por aspectos particulares de la agroforestería. El obstáculo más importante de esta experiencia es la conformación de equipos multidisciplinarios que apoyen la formación de recursos humanos desde la perspectiva de sistemas integrados complejos, pues siempre existe el riesgo de parcializar el conocimiento en favor de la profundización. Es importante también la falta de sincronización entre los ciclos escolares y los ciclos agrícolas, debido a que las etapas del ciclo de cultivo no coinciden con el calendario semestral. Los aspectos operativos y de recursos se han podido resolver y no representan una limitante.

**Palabras claves:** reciclaje de nutrimentos, pecoreo, competencias prácticas e intelectuales.

### **Abstract**

The contribution of agroforestry in the training of human resources through the integration of teaching, research and diffusion of environmentally friendly technologies is related. This experience takes place in the Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo. In the curriculum of the School of Engineering of Agroecology Agroforestry subject is taught, since 1991, the year in which the race start. The course is theoretical and practical and seeks to develop practical skills and intellectual related to the topic. To do this we work in different module installed in three Experimental field of University, which are part of the Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas. Students and teachers perform management systems research and address issues such as diagnostics, nutrient recycling, birds as an indicator of the quality of agricultural matrix and using biodigesters effluent fertilization of fruit trees. The redesign of systems has been a topic of constant interest. The



information generated is based on different events spread of technologies and environmentally friendly processes. In the past three school years, 5650 people participated in workshops and tours to learn the various agroforestry systems. The instructors are students themselves advised and coordinated by teachers. Agroforestry management has allowed the development of practical and intellectual, such as integrated management systems, the study of technologies and processes, and interaction with people looking for a friendly environment with productive option skills. The diversity of issues addressed realizes the interest of students by particular aspects of agroforestry. The biggest obstacle to this experience is the creation of multidisciplinary teams to support the training of human resources from the perspective of complex integrated systems, because there is always the risk of fracturing knowledge towards deepening. It is important also the lack of synchronization between the school years and the agricultural cycles, because the stages of the growing season do not match the semester calendar. Operational and resource issues have been resolved and do not represent a limitation.

**Keywords:** nutrient cycling, foraging bees, practical skills and intellectual.

### **Descripción de la experiencia**

En el presente trabajo se analiza la experiencia sobre la enseñanza de la agroforestería en la Carrera de Ingeniería en Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo, en un esquema de integración con la investigación y la extensión. La Carrera de Ingeniería en Agroecología inició actividades en 1991 y en la actualidad tiene la misión de “formar personas, bajo el enfoque de competencias, con una sólida preparación científica, técnica y humanística, que promuevan el desarrollo participativo, equitativo y justo de la sociedad, mediante el fomento de una agricultura sustentable compatible con la conservación del ambiente, la diversidad biológica y cultural” (Nuevo plan de estudios, 2013). Para lograr lo anterior, se imparten 37 asignaturas curriculares obligatorias, que se complementan con cursos optativos y actividades de formación integral. Tales asignaturas se organizan en diferentes líneas curriculares y se abordan según niveles de estudio y categorías de análisis.

El curso de sistemas agroforestales se encuentra dentro de la línea curricular denominada Agroecología Aplicada, se ubica en el nivel de agroecosistemas y le corresponde la categoría de análisis de sistema de manejo. En la actualidad, el curso se imparte en el tercer semestre de la carrera y tiene relación con asignaturas tanto del mismo semestre como de semestres anteriores y posteriores. La asignatura es teórico-práctica y se busca generar competencias tanto intelectuales como prácticas, de tal manera que la investigación y la extensión son la base de la formación de los estudiantes. Por ello, el Departamento de Agroecología cuenta con tres módulos de trabajo en los que se encuentran funcionando diferentes sistemas de uso de la tierra a saber: en el Módulo Jurásico se desarrolla un sistema agrosilvopastoril con borregos, en el Módulo La Huerta se encuentra un sistema agrosilvícola de cultivo en callejones de frutales de clima templado y en el Módulo Tabla San Juan funciona un sistema especial con abejas dentro de un bosque de eucalipto y rotación de cultivos en lotes contiguos. Los módulos se encuentran dentro del Campo Agrícola Experimental de la Universidad ubicado en el municipio de Texcoco, Estado de México, en un rango altitudinal de 2300 a 2500 msnm. Son terrenos con menos de 5% de pendiente, suelos con más de 50cm de profundidad y textura media. El clima es templado subhúmedo con temperatura media anual de 16.4°C y precipitación total anual de 600mm.

El objetivo de este relato es analizar las ventajas, desventajas y resultados del esquema de integración de funciones (enseñanza, investigación, producción y extensión) como la base de la formación de recursos humanos en el tema de la agroforestería. En esta experiencia participan los estudiantes inscritos en el curso, el profesor titular de la asignatura,

trabajadores administrativos encargados del manejo y mantenimiento de los módulos, así como los visitantes a lo largo de todo el año.

## Resultados y Análisis

### *Breve descripción de los sistemas agroforestales*

Las actividades de docencia, investigación y capacitación en los módulos de trabajo constituyen la base del Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas, el cual busca generar y difundir procesos y tecnologías amigables con el ambiente para unidades de producción con superficie de tierra limitada. Entre los procesos y tecnologías desarrolladas están los sistemas agroforestales descritos a continuación.

En el módulo Jurásico se cuenta con riego de aspersión durante todo el año y desde 2005 se opera un sistema agrosilvopastoril compuesto por un hato de ovinos en semipastoreo (15-20 hembras productivas con sus crías), pradera de alfalfa en callejones de 2m de ancho (0.25ha) entre árboles frutales de clima templado (pera y durazno) y forrajes de corte (avena-ebo y frijol ayocote) sobre los bordos de las hileras de árboles frutales. El objetivo es promover las relaciones positivas entre los componentes, agregar valor en cada etapa de los procesos y procurar reciclaje de nutrientes. Por ejemplo, los cultivos forrajeros son empleados para producir carne mediante la alimentación de los animales, el subproducto representado por el estiércol es utilizado para la producción de abonos orgánicos mediante el composteo, lombricomposteo y descomposición anaeróbica en biodigestores, y estos a su vez son aplicados a los árboles, cultivos forrajeros y hortalizas. En el módulo La Huerta se cuenta con riego de auxilio y desde 1999 se estableció un sistema agrosilvícola que consiste en una plantación mixta (0.5ha) con plantas de durazno, ciruelo, chabacano y capulín, con el fin de tener diversidad y estabilidad en la producción. Los árboles se sembraron sobre camellones en un marco de plantación a tresbolillo con tres metros entre plantas y seis metros entre hileras. Los camellones son de dos metros y sobre ellos se cultivan diversas coberturas vivas. Los callejones entre las hileras de los árboles son de 4 metros y dentro de ellos se han sembrado cultivos básicos como maíz y frijol bajo policultivo, y abonos verdes como alfalfa, trébol, avena-ebo, centeno-ebo y trigo-ebo. El módulo de la Tabla San Juan es completamente de temporal y desde 2007 funciona un sistema agroforestal especial con abejas, integrado por: un apiario que cuenta con 10 a 15 colmenas para las que se han dedicado los siguientes espacios de pecoreo: 1.5ha con un componente vegetal permanente cuyo estrato superior contiene árboles de eucalipto (*Eucalyptus spp.*); un estrato medio compuesto por diferentes variedades de nopal (*Opuntia spp.*) y palo dulce (*Eysenhartia polystachya*); el estrato herbáceo se compone de poblaciones de arvenses que crecen en la temporada de lluvia. También se cuenta con un área que se cultiva bajo un esquema de rotación con los siguientes componentes: asociación nabo-ebo, frijol común y maíz forrajero.

### **Temas de investigación y de las prácticas estudiantiles**

La temática abordada durante las prácticas de los cursos se reporta en el Cuadro 1. El contenido reportado se puede agrupar en diez temas generales de los cuales, la caracterización de la estructura vertical y horizontal (tanto de la biomasa aérea como del sistema radicular), así como la dinámica temporal de los mismos, se aborda de manera obligada para entender el sistema en su conjunto. El resto de los tópicos son temas de profundización y más del 50% de los casos se ha interesado por el componente ovino y los forrajes que son la base de su alimentación. El segundo lugar como tema de profundización lo ocupa el reciclaje de nutrientes por las hojas de los árboles y en tercer lugar se encuentran los temas de diagnóstico de cosecha, estado fitosanitario, pecoreo y especies melíferas dentro de los sistemas. Por último se observa el interés por la piscicultura, la

cunicultura en pastoreo y la valoración de los impactos de los sistemas en el suelo y en las plantas.

Algunos resultados obtenidos en el sistema agrosilvícola de La Huerta han sido reportados por Licona y Guerrero (2010 y 2012) y los del sistema especial con abejas del módulo Tabla San Juan por Guerrero y Licona (2012). En tales reportes se hace énfasis en las bondades de los sistemas en términos del mejoramiento del suelo, de las relaciones sinérgicas entre los componentes cultivados y no cultivados, así como en el mantenimiento y/o incremento de la productividad en pequeños espacios. Por su parte, Martínez et al. (2013) analizan los resultados del manejo agrosilvopastoril en el módulo Jurásico. En este sistema el pastoreo controlado, mediante cerco eléctrico y asignación diaria, en praderas de alfalfa en callejones de frutales, así como el calendario reproductivo, el manejo de la lactancia y el corral elevado conectado a un biodigestor horizontal para el tratamiento del estiércol, ha permitido eficientar los ciclos de materiales y energía.

Como temas de tesis también se han abordado aspectos como el de la presencia de las aves como indicador de calidad de la matriz agrícola (Plana, 2014), la fertilización de los frutales con base en efluentes provenientes de la biodigestión (Arroyo, 2004) y las propuestas de buenas prácticas agrícolas para avanzar en la transición agroecológica (Meléndez, 2014).

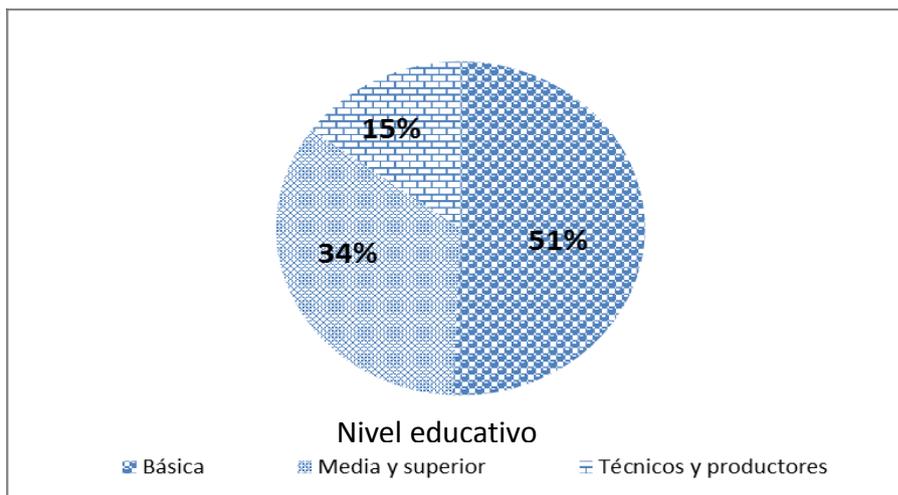
**TABLA 1.** Temática estudiada en los sistemas agroforestales del Departamento de Agroecología de la UCh.

Temática de las prácticas y proyectos de investigación	Reportes que abordan la temática (%)
Caracterización de la estructura y funcionamiento de los Sistemas	100
Evaluación e introducción de especies forrajeras	52
Caracterización de la dinámica de pastoreo de ovinos	52
Estimación del reciclado de nutrimentos por los frutales	22
Diagnóstico de cosecha y estado fitosanitario de frutales	17
Caracterización de la distribución de raíces de frutales	17
Caracterización de la dinámica de pecoreo e identificación de especies melíferas	17
Propuesta para la producción de peces en agroforestería	9
Pastoreo de conejos	4
Diagnóstico de la calidad del suelo y salud de cultivos	4

#### *Difusión de procesos y tecnologías agroforestales*

Los sistemas agroforestales desarrollados a través de la investigación y las prácticas estudiantiles son la base de los eventos de difusión que anualmente se promueven desde el Centro de Capacitación en Tecnologías Agroecológicas. Los eventos de difusión son: la Demostración de Campo convocada anualmente por la Universidad, la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, talleres de capacitación y visitas guiadas solicitadas por instituciones educativas de todos los niveles, así como por productores y personal técnico. En los últimos tres ciclos escolares (2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014) asistieron un total de 5650 personas de las cuales el 51% fueron estudiantes de nivel básico, 34% de nivel medio y superior y el 15% fueron técnicos y productores (Figura 1).

Lo anterior ha permitido compartir diversas tecnologías y procesos relacionados con la agroforestería tanto con la población infantil del entorno universitario, como la estudiantil de nivel medio y superior en cuya formación se contempla la visita a este tipo de sistemas, así como con técnicos y productores que llegan buscando alternativas amigables con el ambiente o respuestas a diversos problemas de sus propios sistemas. Los talleres de capacitación y visitas guiadas son impartidos por los estudiantes bajo la asesoría y coordinación de los titulares de las asignaturas, de tal manera que es una forma de adquirir la capacidad de comunicación oral y escrita con los visitantes.



**FIGURA 1.** Procedencia de los visitantes al Centro de capacitación en Tecnologías Agroecológicas.

### Comentarios finales

El manejo de sistemas agroforestales ha sido una estrategia para el desarrollo de competencias prácticas e intelectuales, tales como el manejo de sistemas integrados, el estudio de tecnologías y procesos, y la interacción con personas que buscan una opción productiva amigable con el ambiente. La diversidad de temas abordados también da cuenta del interés de los alumnos por profundizar en aspectos particulares de la agroforestería.

La dificultad más importante durante el desarrollo de la integración de la investigación, la enseñanza y la extensión, es la conformación de equipos multidisciplinarios que apoyen la formación de recursos humanos desde la perspectiva de sistemas integrados complejos, pues siempre está el riesgo de parcializar temas en aras de la profundización. Es importante también el conflicto entre los ciclos escolares y los ciclos agrícolas pues no hay posibilidades de sincronizar completamente las etapas del ciclo de cultivo con la temática de los cursos. Los aspectos operativos y de recursos se han podido resolver y no representan una limitante.

### Referencias bibliográficas

- Guerrero S., J.I. y A.L. Licona V. 2012. Manejo de un sistema entomoagroforestal en Chapingo, Méx. XXVIII. Memoria de la Presentación de Trabajos de Investigación, Producción y Servicio. Chapingo, Méx.
- Licona V., A. L. y J. I. Guerrero S. 2010. Sistema Agroforestal durazneros-cultivos de cobertera en La Huerta Sergio Arrollo Cabrera. Chapingo, Méx. Memoria de la XXVI Presentación de Trabajos de Investigación, Producción y Servicio. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.



- Licona V., A. L. y J. I. Guerrero S. 2012. Reciclaje de nutrientes en La Huerta "Sergio Arroyo Cabrera" Memoria de la XXVIII Presentación de Trabajos de Investigación, Producción y Servicio. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Martínez H., P. A., E. Cortés D. y A. L. Licona V. 2013. Producción de ovinos bajo el sistema agrosilvopastoril "Jurásico" Memoria de la XXIX Presentación de Trabajos de Investigación, Producción y Servicio. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Plana M.,S. 2014. La riqueza de aves como indicador de la calidad agroecológica de la matriz agrícola. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.