

## Diagnóstico y estimación económica de *Macadamia* spp. en un sistema agrosilvopastoril, Tlalnahuayocan, Veracruz\*

### Diagnosis and economic estimation of *Macadamia* spp. in an agroforestry system, Tlalnahuayocan, Veracruz

Gabina Sol Quintas<sup>1§</sup>, Odilón Sánchez Sánchez<sup>2</sup>, Miguel Escalona Aguilar<sup>2</sup>, Maite Lascurain Rangel<sup>3</sup> e Isabel Quintas Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Veracruz. Carrillo Puerto núm. 26. Colonia Centro, Xalapa, Veracruz, México. CP. 91000. Tel. 2288264650. <sup>2</sup>Universidad Veracruzana- Centro de Investigaciones Tropicales y Facultad de Ciencias Agrícolas. Ex. Had. Lucas Martín, Xalapa, Veracruz, México. CP. 91019. Tel: 228264650. (sasodil@yahoo.com.mx; mifana@hotmail.com). <sup>3</sup>Instituto Nacional de Ecología, A. C. Carretera antigua a Coatepec núm. 351. El Haya, Xalapa, Veracruz, México. CP. 91070. Tel. 2288421800. (maite.lascurain.inecol.mx). <sup>4</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso núm. 1100. Colonia Villa Quietud, Delegación Coyoacán, Ciudad de México. CP. 04960. Tel. 5554837100. (iquintas@correo.xoc.uam.mx). <sup>§</sup>Autora para correspondencia: macadamiamexico@yahoo.com.mx.

#### Resumen

Actualmente, 70% del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz que colinda al este con la ciudad de Xalapa se ha transformado a pastizal. El objetivo del presente trabajo fue promover que ejidatarios de dicho municipio identificaran alternativas agroecológicas con las cuales integraran en sus parcelas el cultivo de *Macadamia* spp. La investigación se llevó a cabo de abril 2012 a abril 2014. La metodología empleada fue la investigación acción participativa. Las herramientas utilizadas fueron las entrevistas, la observación participante y los grupos de discusión. Los resultados de la primera etapa evidencian que con un manejo agroecológico estas huertas alcanzan rendimientos con valores altamente competitivos. El sistema agroecológico diseñado fue un módulo agrosilvopastoril. La estimación económica indica que a partir del sexto año el ejidatario comenzará a recibir ingresos y en el once, recuperará los costos acumulados. La implementación del módulo agrosilvopastoril es una posibilidad para que el ejidatario se incorpore como productor de *Macadamia* spp. y continúe con la actividad ganadera. Este sistema productivo podría ser una opción con beneficios ambientales, económicos y sociales.

#### Abstract

Currently, 70% of the mesophilic mountain forest in the municipality of Tlalnahuayocan, Veracruz, which borders the east with the city of Xalapa, has been transformed into pasture. The objective of the present work was to promote communal lands holder of this municipality to identify agroecological alternatives with which to integrate in their plots the cultivation of *Macadamia* spp. The research was carried out from april 2012 to april 2014. The methodology used was participatory action research. The tools used were interviews, participant observation and discussion groups. The results of the first stage show that with agroecological management these orchards reach yields with highly competitive values. The agroecological system designed was an agrosilvopastoril module. The economic estimate indicates that from the sixth year the communal lands holder will start receiving income and in the eleven, will recover the accumulated costs. The implementation of the agrosilvopastoril module is a possibility for the communal lands holder to be incorporated as a producer of *Macadamia* spp. and continue with the livestock activity. This productive system could be an option with environmental, economic and social benefits.

\* Recibido: enero de 2017  
Aceptado: febrero de 2017

**Palabras clave:** *Macadamia* spp., agroecología, investigación acción participativa (IAP).

El municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz de raíces prehispánicas nahuas y originalmente área de bosque mesófilo de montaña (BMM) conserva hoy, únicamente 10% del bosque nativo dado que rodea a la ciudad de Xalapa y a la ganadería extensiva para la producción de leche. Además, es catalogado como zona de alta marginación.

De forma paralela a esta compleja problemática, existen en el municipio cinco productores de *Macadamia* spp. (productores pioneros PP) no oriundos de la zona, quienes cuentan con un nivel de estudio y económico muy por encima de la media de los habitantes de la zona. Estos productores se establecieron en esta región hace 30 años para buscar una forma de vida más cercana a la naturaleza. Introdujeron *Macadamia* spp. al municipio hace alrededor de 25 años, como alternativa productiva para reforestar las zonas degradadas de sus terrenos. Actualmente, estas cinco huertas son manejadas de forma sustentable. Los PP han innovado sistemas para su procesamiento, así como fomentado y desarrollado un mercado local el cual demanda más producto.

A pesar de que este cultivo ingresó a México hace más de 30 años y que en 2014 la Secretaría de Ganadería Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA) lo incluyó en el programa trópico húmedo como un cultivo susceptible de recibir apoyos económicos por parte de la secretaría, no existen estudios sistemáticos del manejo y potencial de este cultivo en nuestro país, de ahí, que este estudio representa un cimiento indispensable para poder desarrollar este cultivo.

La hipótesis planteada de este estudio es que a través de estrategias participativas y del conocimiento local, los ejidatarios del municipio de Tlalnahuayocan pueden integrar en sus parcelas el cultivo de *Macadamia* spp. mediante un sistema agroecológico que represente una alternativa económica viable.

El presente estudio utiliza la metodología investigación acción participativa (IAP) para conocer la percepción sobre el cultivo y las posibilidades que tienen los diversos actores locales: PP, posibles nuevos productores (llamados productores emergentes PE) y la asociación civil senderos y encuentros para un desarrollo autónomo sustentable (SENDAS). Todos estos actores buscaron encontrar de manera conjunta una alternativa agroecológica para

**Keywords:** *Macadamia* spp., agroecology, participatory action research (IAP).

The municipality of Tlalnahuayocan, Veracruz with prehispanic nahuas roots and originally mesophilic mountain forest area (BMM) today preserves only 10% of the native forest since it surrounds the city of Xalapa and extensive livestock for milk production. In addition, it is classified as an area of high marginalization.

Parallel to this complex problem, there are five producers of *Macadamia* spp. (pioneer producers, PP) not native of the area, who have a level of study and economic well above the average of the inhabitants of the area. These producers settled in this region 30 years ago to look for a way of life closer to nature. Introduced *Macadamia* spp. To the municipality about 25 years ago, as a productive alternative to reforest degraded areas of their land. Currently, these five orchards are managed in a sustainable way. The PP have innovated systems for their processing, as well as fostered and developed a local market which demands more product.

Although this crop entered Mexico more than 30 years ago and in 2014 the Ministry of Livestock Rural Development and fishing (SAGARPA) included it in the wet tropic program as a crop susceptible to receive economic support from the secretariat, there are no systematic studies of the management and potential of this crop in our country, hence, this study represents an indispensable foundation to be able to develop this crop.

The hypothesis of this study is that through participatory strategies and local knowledge, the communal lands holders of the municipality of Tlalnahuayocan can integrate in their plots the cultivation of *Macadamia* spp. Through an agro-ecological system that represents a viable economic alternative.

The present study uses the participatory action research methodology (IAP) to know the perception about the crop and the possibilities that have the local actors: PP, possible new producers (called emerging producers, PE) and the civil association trails and meetings for a development Autonomous community (SENDAS). All these actors sought to jointly find an agroecological alternative so that communal lands holders of the municipality will be incorporated as producers of *Macadamia* spp. diversifying their plots.

que los ejidatarios del municipio se incorporarán como productores de *Macadamia* spp. diversificando sus parcelas.

Considerando la pedagogía de la praxis, se estableció en una parcela ejidal la alternativa agroecológica que se diseñó: un módulo agrosilvopastoril. Con la finalidad de ofrecerle al productor un escenario futuro del módulo agrosilvopastoril se llevó a cabo la estimación económica a 20 años. Los resultados evidencian que el cultivo de *Macadamia* spp. puede llegar a ser un ingreso económico extra y relevante en el sistema productivo del ejidatario y, dado que el mercado local demanda nuez orgánica y la producción del municipio es afín con el mercado orgánico, es factible encaminar al ejidatario de manera segura y congruente para que transforme su modelo actual de producción convencional por un modelo agroecológico. Además, la macadamia posee un alto valor nutricional; con producciones comerciales de al menos 30 años, que le otorgan al proyecto el carácter de largo plazo, característica muy atesorada en un proyecto sustentable.

El objetivo general de este estudio se enfocó en dos momentos. El primero de ellos consistió en elaborar un diagnóstico que permitiera conocer el estado actual del cultivo de *Macadamia* spp. en el municipio de Tlalnahuayocan. El segundo partió de la implementación de una estrategia participativa para identificar una alternativa agroecológica con el fin de mejorar las actuales tendencias del uso de suelo e incorporar oportunidades productivas de *Macadamia* spp. en la zona.

Los objetivos particulares fueron: 1) elaborar un diagnóstico de la experiencia del cultivo de *Macadamia* spp. en la zona de estudio; 2) identificar un sistema agroecológico que integre el cultivo de *Macadamia* spp. mediante una estrategia participativa; y 3) realizar una estimación económica del sistema agroecológico elegido por los participantes.

### Área de estudio

El municipio de Tlalnahuayocan está situado en la parte central del estado de Veracruz; coordenadas 19° 30' y 19° 35' de latitud norte y 96° 56' y 97° 01' de longitud oeste. Su altitud varía entre 1 300 y 2 000 m y su superficie es de 36.61 km<sup>2</sup>. El 98% del suelo es tipo Andosol húmico (Th) y 2% en la parte sureste se asocia con el Acrisol órtico (Th+Ao). El clima corresponde al C (fm) W'b (i') g. Este se caracteriza por ser templado húmedo con lluvias uniformemente repartidas durante todo el año y poca oscilación de temperatura anual.

Considering the pedagogy of praxis, the agroecological alternative that was designed: an agrosilvopastoril module was established in an ejidal plot. In order to offer the farmer a future scenario of the agroforestry module, the economic estimate was carried out at 20 years. The results evidenced that the cultivation of *Macadamia* spp. can become an extra and relevant economic income in the productive system of communal lands holder and, given that the local market demands organic walnut and the production of the municipality is related to the organic market, it is feasible to route the communal lands holder in a safe and congruent way so that transform its current model of conventional production by an agro-ecological model. In addition, macadamia has a nutritional value; with commercial productions of at least 30 years, which give the project the character of long term, characteristic very treasured in a sustainable project.

The general objective of this study was focused on two moments. The first one consisted in elaborating a diagnosis that allowed to know the current state of the cultivation of *Macadamia* spp. in the municipality of Tlalnahuayocan. The second one started with the implementation of a participatory strategy to identify an agroecological alternative in order to improve current land use trends and incorporate productive opportunities for *Macadamia* spp. in the zone.

The particular objectives were: 1) to make a diagnosis of the experience of *Macadamia* spp. culture in the study area; 2) to identify an agroecological system that integrates *Macadamia* spp. through a participatory strategy; and 3) to make an economic estimate of the agroecological system chosen by the participants.

### Study area

The municipality of Tlalnahuayocan is located in the central part of the state of Veracruz; coordinates 19° 30' and 19° 35' north latitude and 96° 56' and 97° 01' longitude west. Its altitude varies between 1 300 and 2 000 m and its surface is 36.61 km<sup>2</sup>. The 98% of the soil is humic Andosol type (Th) and 2% in the southeast part is associated with the orthic Acrisol (Th+Ao). The climate corresponds to C (fm) W'b (i') g. This is characterized by being temperate humid with rains evenly distributed throughout the year and little oscillation of annual temperature. The annual average temperature is 18 °C and the total annual rainfall is 1 490.5 mm. In the municipality

La temperatura media anual es de 18 °C y la precipitación total anual es de 1 490.5 mm. En el municipio se encuentran tres tipos de vegetación: el bosque de niebla o mesófilo de montaña (BMM), la vegetación riparia y la secundaria (acahuales).

La parcela en donde se estableció el módulo se ubica en la localidad del Tejocotal. Su ubicación geográfica es N 140709314, WO 2157722 (UTM) a 1 600 msnm. La orografía es poco accidentada y cuenta con cuatro elementos productivos claramente visibles de aproximadamente 1ha cada uno: 1) un área de restauración ecológica de BMM, con tres nacimientos de agua; 2) un área de potrero en la cual se estableció el módulo; 3) un área de cultivo de temporal milpa-papa; y 4) un área de pastoreo con pequeños bosquetes.

La parcela ha sido potrero durante 40 años. Actualmente tiene siete cabezas de ganado, la leche obtenida de éste se vende a la empresa Nestlé, la cual paga \$5.00 por litro (precio 2014). Debe aclararse que el ganado pasta en 1ha de esta parcela y en 2.7 ha de la parcela vecina, lo cual hace un total de 3.7 ha. El manejo del ganado es rotativo, en ocho áreas de pastoreo, y éste es alimentado diariamente con suplementos alimenticios.

Esta investigación se llevó a cabo en el periodo abril 2012 a abril 2014. Ésta estructurada en tres etapas que se desarrollan de manera secuencial: el diagnóstico de *Macadamia* spp. en la zona de estudio, el diseño del módulo elegido por los actores involucrados y su estimación económica.

### Diagnóstico

Se entrevistó 100% de los PP (cinco huertas), además se llevó a cabo un primer taller de devolución en el cual mediante la técnica de grupos de discusión. Se debatió entorno a dos preguntas: ¿puede ser *Macadamia* spp. una opción económica, ecológica y social, para fomentar el desarrollo sustentable en el municipio de Tlalnahuayocan y contribuir a la solución de estos problemas? ¿Cuáles son las dificultades o desafíos individuales y colectivos en este proceso?

### Diseño del módulo

El diseño comenzó desde el primer taller con los PP en el cual se identificaron las problemáticas y posibilidades de la zona, además con cuatro salidas de campo del grupo motor, en las cuales se visitaron diferentes sistemas agroecológicos que integran al cultivo de *Macadamia* spp. y finalmente

there are three types of vegetation: fog forest or mountain mesophile (BMM), riparian vegetation and secondary vegetation (acahuales).

The plot where the module was established is located in the town of Tejocotal. Its geographical location is N 140709314, WO 2157722 (UTM) at 1 600 masl. The orography is uneven and has four clearly visible productive elements of approximately 1ha each: 1) an ecological restoration area of BMM, with three water births; 2) a paddock area in which the module was established; 3) an area of temporal milpa-potato crop; and 4) a grazing area with small clumps.

The plot has been pasture for 40 years. Currently it has seven heads of cattle, the milk obtained from this one is sold to the company Nestle, which pays \$5.00 per liter (price 2014). It should be clarified that cattle graze in 1ha of this plot and in 2.7 ha of the neighboring plot, which makes a total of 3.7 ha. The livestock management is rotational in eight grazing areas and is fed daily with food supplements.

This research was carried out in the period april 2012 to april 2014. It is structured in three stages that are developed sequentially: the diagnosis of *Macadamia* spp. In the area of study, the design of the module chosen by the actors involved and their economic estimate.

### Diagnosis

The 100% of the PP (five orchards) were interviewed, in addition a first return workshop was carried out in which, through the technique of discussion groups. It was debated around two questions: can it be *Macadamia* spp. an economic, ecological and social option, to promote sustainable development in the municipality of Tlalnahuayocan and contribute to the solution of these problems? What are the individual and collective challenges or challenges in this process?

### Design of the module

The design started from the first workshop with the PP in which the problems and possibilities of the area were identified, in addition to four field trips of the motor group, in which different agroecological systems were integrated that integrate the cultivation of *Macadamia* spp. and finally with the second workshop, in which the motor group participated, considering the characteristics of the PE plot and its needs, the module design was completed.

con el segundo taller, en el que participó el grupo motor, considerando las características de la parcela del PE y sus necesidades, se terminó de consolidar el diseño del módulo.

### Estimación económica del módulo

La *Macadamia* spp. requiere de al menos seis años para comenzar a producir. Por lo que aunque la IAP establece la evaluación como la tercera etapa de la metodología, en esta investigación se realizó únicamente una estimación económica.

La estimación económica del módulo se hizo con una proyección a 20 años con base en varias fuentes de información: datos de producción mundial de *Macadamia* spp. según MacNut MacNut (2014) y Queensland (2013), los precios del mercado local, los costos de producción, los costos de procesamiento (obtenidos de las entrevistas durante el diagnóstico con los PP) y datos que se obtuvieron del monitoreo (durante diez meses) del módulo que incluyó litros de leche por área de pastoreo, horas de trabajo dedicadas al ganado y gastos por insumos externos como medicinas y semillas de pastos mejorados.

Producción de *Macadamia* spp. en Tlalnahuayocan. En el municipio de Tlalnahuayocan, las huertas de *Macadamia* spp. tienen al menos 20 años de establecidas, cubren una superficie de 20 ha, lo que representa 0.7% de la superficie total. Se encuentran a 1 463msnm, en promedio. Presentan una densidad promedio de 250 árboles ha<sup>-1</sup>. Las variedades de *Macadamia* spp. más cultivadas en la zona son A-527 y Huatusco, las cuales son mexicanas.

La producción de *Macadamia* spp. en concha es 11.4 kg árbol<sup>-1</sup>, en promedio. La producción máxima es 5 800 kg ha<sup>-1</sup> y la mínima, 1 200 kg ha<sup>-1</sup>. Durante el periodo agosto 2012 a febrero 2013 se cosecharon 81 500 kg de *Macadamia* spp., en total (NIS), lo que equivale aproximadamente a 20 000 kg de *Macadamia* spp. en almendra (Cuadro 1).

Actualmente, no existe una organización entre los PP para comercializar su producto. Éstos están vendiendo casi 100% de su cosecha en forma procesada. El precio promedio en almendra es de \$163.00 kg y varía de \$130.00 kg hasta \$225.00 kg. A pesar de la poca superficie cultivada de *Macadamia* spp. y las escasas prácticas de manejo que realizan los PP, obtienen al menos 30% del total de sus ingresos, lo cual representa una actividad económica importante.

### Economic estimate of the module

*Macadamia* spp. requires at least six years to start producing. Therefore, although the IAP establishes the evaluation as the third stage of the methodology, only an economic estimate was made in this research.

The economic estimate of the module was made with a projection to 20 years based on several sources of information: world production data of *Macadamia* spp. according to MacNut MacNut (2014) and Queensland (2013), local market prices, production costs, processing costs (obtained from the interviews during the diagnosis with PP) and data obtained from monitoring (for ten months) of the module that included liters of milk per grazing area, hours of work dedicated to livestock, and expenditures for external inputs such as medicines and improved grass seeds.

Production of *Macadamia* spp. in Tlalnahuayocan. In the municipality of Tlalnahuayocan, the orchards of *Macadamia* spp. have at least 20 years of establishment, cover an area of 20 ha, which represents 0.7% of the total area. They are at 1 463 m, on average. They have an average density of 250 tree ha<sup>-1</sup>. The varieties of *Macadamia* spp. most cultivated in the area are A-527 and Huatusco, which are Mexican.

The production of *Macadamia* spp. in shell is 11.4 kg tree<sup>-1</sup>, on average. The maximum production is 5 800 kg ha<sup>-1</sup> and the minimum, 1 200 kg ha<sup>-1</sup>. During the period august 2012 to february 2013, 81 500 kg of *Macadamia* spp. in total (NIS) were harvested, which is equivalent to approximately 20 000 kg of *Macadamia* spp. in almond (Table 1).

Currently, there is no organization among the PP to market their product. They are selling almost 100% of their crop in processed form. The average price in almond is \$163.00 kg and varies from \$130.00 kg to \$225.00 kg. Despite the low cultivated area of *Macadamia* spp. and the poor management practices of PP, obtain at least 30% of their total income, which represents a significant economic activity.

### Phenology of *Macadamia* spp. in Tlalnahuayocan

In the study area, the flowering of the *Macadamia* spp. occurs from late february to may, this last month is the most blooming and pollination. The harvest period begins in the month of august and extends until january or february. This raises the

## Fenología de *Macadamia* spp. en Tlalnelhuayocan

En la zona de estudio, la floración del árbol de *Macadamia* spp. ocurre desde finales de febrero hasta mayo, este último mes es el de mayor floración y polinización. El período de cosecha comienza en el mes de agosto y se extiende hasta enero o febrero. Esto eleva los costos de recolección pues la cosecha se da a lo largo de siete meses. En la región, el viento es el factor ambiental que más perjudica a los árboles debido a la poca profundidad de sus raíces.

costs of harvesting as the harvest occurs over seven months. In the region, the wind is the environmental factor that most damages the trees due to the shallow depth of their roots.

## Agrosilvopastoril module

The components that integrate this system agrosilvopastoril are: seven heads of cattle race Holstein, 80 trees of walnut of *Macadamia* spp. varieties A-527 and Huatusco. The 60 kg of seed of three improved grasses Orchard 45%, 45% and clover 10% were introduced.

### Cuadro 1. Datos generales de las cinco huertas de *Macadamia* spp. de los productores pioneros.

Table 1. General data of the five orchards of *Macadamia* spp. of the pioneer producers.

Variabes	Altura (msnm)	Superficie (ha)	Número (Árboles ha <sup>-1</sup> )	Producción (kg árbol <sup>-1</sup> almendra)	Producción (kg ha <sup>-1</sup> almendra)	Precio (\$ kg <sup>-1</sup> almendra)
Promedio	1 463	3	250	11.4	2 800	136
Máxima	1 489	12	400	23	5 800	225
Mínima	1 432	0.3	200	6	1 200	163

## Módulo agrosilvopastoril

Los componentes que integran este sistema agrosilvopastoril son: siete cabezas de ganado raza Holstein, 80 árboles de nuez de *Macadamia* spp. variedades A-527 y Huatusco. Se introdujeron 60 kg de semilla de tres pastos mejorados Orchard 45%, 45% y trébol 10%.

En un área de aproximadamente 1 ha (10 328 m<sup>2</sup>) en un arreglo de siete callejones de 110 m de largo por 11 m de ancho (con un pasillo al oeste para el paso del ganado) se sembraron los árboles de *Macadamia* spp. Para la protección de los árboles se instaló cerco eléctrico con postes móviles. El cerco eléctrico se instaló a un metro de distancia de cada árbol, en dos líneas de cada lado, lo cual disminuyó el área de pastoreo tan sólo 7.5%, con ello se formaron siete callejones limitados por sus correspondientes líneas de cerco eléctrico.

Se estableció un tiempo promedio de pastoreo en cada uno de los callejones de tres días, y un mes de descanso, tiempo de rotación similar al reportado por Ortiz *et al.* (2006). Los pastos se sembraron únicamente en los callejones del uno al cinco, dejando el seis y el siete como testigos. El monitoreo de la rotación se hizo durante el verano, época en la que Ortiz *et al.* (2006) señalan como el descanso óptimo, es

In an area of approximately 1 ha (10 328 m<sup>2</sup>) in an arrangement of seven alleys 110 m long by 11 m wide (with a corridor to the west for cattle passage) the *Macadamia* spp. trees were sown. For the protection of the trees was installed electric fence with movable poles. The electric fence was installed one meter away from each tree, in two lines on each side, which reduced the grazing area by only 7.5%, which formed seven alleys limited by their corresponding electric fence lines.

An average grazing time was established in each of the three-day alleys, and a rest period, rotation time similar to that reported by Ortiz *et al.* (2006). The pastures were planted only in the alleys from one to five, leaving the six and seven as witnesses. Rotation monitoring was done during the summer, when Ortiz *et al.* (2006) indicate that the optimal rest, i.e. four to five weeks, which coincides with our record. The experience of the communal lands holder in the rotation of his cattle allowed him to maintain stable milk production per day.

Economic estimate of the agroforestry module. The PE provided the cattle with a package of food supplements per day of \$220.00 and had on average monthly expenses of \$500.00 in medicines. On average, he dedicated five hours of

decir cuatro a cinco semanas, lo cual coincide con nuestro registro. La experiencia del ejidatario en la rotación de su ganado le permitió mantener estable la producción de leche por día.

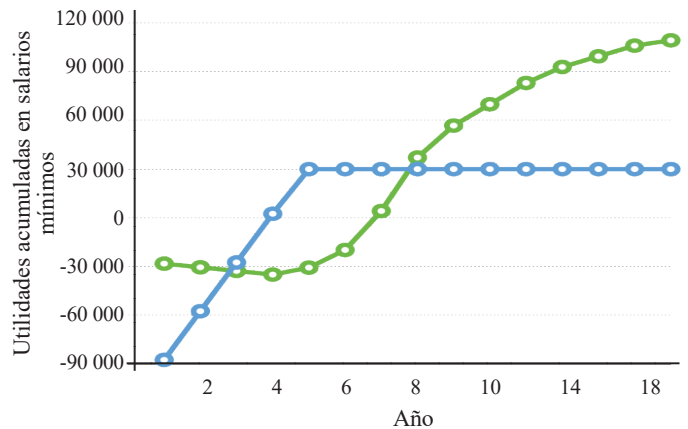
Estimación económica del módulo agrosilvopastoril. El PE suministró al ganado un bulto de suplemento alimenticio por día de \$220.00 y tuvo en promedio gastos mensuales de \$500.00 en medicinas. En promedio, dedicó al ganado cinco horas de trabajo al día. La inversión inicial, financiada por SENDAS, para establecer el módulo agrosilvopastoril por hectárea equivalente a 251 salarios mínimos (precio 2014). Actualmente, en el módulo agrosilvopastoril 70% de los ingresos provienen del ganado. De las proyecciones realizadas, durante los primeros veinte años (Figura 1), se puede observar cómo los ingresos por *Macadamia* spp. se van agregando paulatinamente.

Por ejemplo, a los ocho años, el ingreso total del sistema, considerando que las demás actividades económicas se mantengan constantes, se incrementará 9%, 26% a los 12 años y 33% a los 16 años. Lo anterior, ocurre si se dedica como es este caso, una hectárea a macadamia y cuatro al ganado. En estos mismos años los ingresos esperados provenientes del cultivo de *Macadamia* spp. representaría 8% del ingreso total, duplicándose al año 16, en el cual representarían 24%, mientras que la aportación de la actividad ganadera disminuye hasta 53%.

En la Figura 1 se compara la proyección a 20 años del sistema agrosilvopastoril con la actividad ganadera convencional. Se puede ver, claramente, cómo el comportamiento económico de ambas actividades es muy distinto; la inversión del ganado es superior a la de *Macadamia* spp., así como también el año de retorno de la inversión. Sin embargo, a partir del séptimo u octavo año, la utilidad de *Macadamia* spp. comienza a superar a la del ganado hasta duplicarla para el año veinte. Hay que señalar que estos datos se analizaron en 1 ha de *Macadamia* spp. contra cuatro para el pastoreo de las siete cabezas de ganado, tal es el caso que nos ocupa.

El costo del primer año de establecimiento del módulo agrosilvopastoril en Tlalnahuayocan fue de 256 salarios mínimos en 2014 con 35 jornales, valor cercano al determinado por Roldán (2008) de 42 jornales para el inicio de parcelas experimentales de condiciones similares de inicio y dimensión.

work a day to the livestock. The initial investment, financed by SENDAS, to establish the agrosilvopastoril module per hectare equivalent to 251 minimum wages (price 2014). Currently, in the agroforestry module 70% of the income comes from livestock. From the projections made, during the first twenty years (Figure 1), you can see how revenues for *Macadamia* spp. are being added gradually.



**Figura 1. Distribución de utilidades acumuladas ganadería y huerta de *Macadamia* spp.**

**Figure 1. Distribution of accumulated utilities of livestock and orchard of *Macadamia* spp.**

For example, at eight years, total system revenue, assuming other economic activities remain constant, will increase by 9%, 26% by 12 years and 33% by 16 years. This happens if one devotes as is this case, one hectare to macadamia and four to cattle. In these same years the expected income from the cultivation of *Macadamia* spp. would represent 8% of the total income, doubling to the year 16, in which they will represent 24%, while the contribution of livestock activity decreases to 53%.

In the Figure 1 compares the 20 year projection of the agrosilvopastoral system with conventional livestock activity. It can be seen, clearly, how the economic behavior of both activities is very different; the livestock investment is higher than that of *Macadamia* spp., as well as the year of return on investment. However, from the seventh or eighth year, the utility of *Macadamia* spp. begins to surpass that of cattle until doubling it by the twentieth. It should be noted that these data were analyzed in 1 ha of *Macadamia* spp. against four for the grazing of the seven heads of cattle, such is the case that concerns us.

Finalmente, sobre el aspecto económico, se puede decir que hasta el sexto año el productor comienza a recibir ingresos y aproximadamente entre el año 10 y el 11 recupera su inversión, así como de la misma manera ocurre en los monocultivos convencionales de Nueva Zelanda (MacNut, 2014).

Las variedades de *Macadamia* spp. recomendadas por los PP para sembrar en la región presentan alto porcentaje de aceite, característica que les permite ubicarse dentro de los estándares altos de calidad internacional determinados para este fruto (De Viliers *et al.*, 2003).

Las variedades cultivadas por los PP en la zona de estudio, aún cultivadas a una densidad menor de árboles y con un gasto de insumos también muy por debajo de las plantaciones convencionales (Queensland, 2013), producen hasta 5 800 kg ha<sup>-1</sup>. Lo cual coincide con los óptimos resultados observados en Nueva Zelanda, Sudáfrica y Australia reconocidos por su alta producción, en donde los registros van de cuatro a seis toneladas de NIS por hectárea (MacNut, 2014). La producción por hectárea de Tlalnelhuayocan, evidencia claramente el potencial de la zona como productora de la nuez *Macadamia* spp.

Giraldo *et al.* (1995) llaman complementaria a la interacción que se establece en un sistema agrosilvopastoril entre el ganado y el árbol, cuando este último genera únicamente sombra para el ganado sin perjudicar el crecimiento del pasto. La sombra reduce el estrés calórico del animal, lo que se refleja en una mayor producción de leche (Muhammad *et al.*, 2014). Además, el bagazo de *Macadamia* spp. que se obtiene como residuo de la almendra exprimida, al extraer su aceite, se puede utilizar como suplemento alimenticio para el ganado. También el ganado aporta nutrientes al suelo a través del excremento, que posteriormente el árbol de *Macadamia* spp. aprovechará. Se puede decir que estos dos componentes *Macadamia* spp. y ganado, son funcionalmente complementarios.

Si las áreas de potrero convencional que existen en Tlalnelhuayocan se transformaran en un sistema agrosilvopastoril, dada la permanencia de macadamia como elemento arbóreo, esto aportaría de manera significativa al incremento de la cubierta forestal y desempeñaría un papel importante en la conservación y restauración de hábitats deteriorados.

The cost of the first year of establishment of the agrosilvopastoral module in Tlalnelhuayocan was 256 minimum wages in 2014 with 35 wages, close to that determined by Roldan (2008) of 42 wages for the beginning of experimental plots of similar starting and dimension.

Finally, on the economic side, it can be said that, up to the sixth year, the producer begins to receive income, and between 10 and 11 he recovers his investment, just as in conventional monocultures in New Zealand (MacNut, 2014).

The varieties of *Macadamia* spp. recommended by the PP for planting in the region present high percentage of oil, a characteristic that allows them to be located within the high international quality standards determined for this fruit (De Viliers *et al.*, 2003).

The varieties cultivated by the PP in the study area, still cultivated at a lower density of trees and with an expenditure of inputs also well below the conventional plantations (Queensland, 2013), produce up to 5 800 kg ha<sup>-1</sup>. This is in line with the excellent results observed in New Zealand, South Africa and Australia, which are known for their high production, with records ranging from four to six tonnes of NIS per hectare (MacNut, 2014). The production per hectare of Tlalnelhuayocan clearly shows the potential of the area as a producer of *Macadamia* spp.

Giraldo *et al.* (1995) call complementary to the interaction established in an agrosilvopastoral system between livestock and the tree, when the latter generates only shade for cattle without damaging the growth of the pasture. Shade reduces the animal's caloric stress, which is reflected in increased milk production (Muhammad *et al.*, 2014). In addition, *Macadamia* spp. which is obtained as residue of the squeezed almond, when extracting its oil, can be used as a food supplement for cattle. Also the cattle contribute nutrients to the soil through the excrement that later the tree of *Macadamia* spp. will avail. It can be said that these two components, *Macadamia* spp. and livestock, are functionally complementary.

If the conventional pasture areas in Tlalnelhuayocan were transformed into an agroforestry system, given the permanence of macadamia as an arboreal element, this would contribute significantly to the increase of forest cover and would play an important role in the conservation and restoration of deteriorated habitats.



## Conclusiones

La experiencia sobre el cultivo de *Macadamia* spp. en Tlalnelhuayocan, generada por los PP a lo largo de más de veinte años, es sumamente valiosa debido a las óptimas cosechas que existen en la región, a la alta demanda de este fruto y al alto precio que tiene en el mercado. Debe señalarse que los pioneros aplican en las huertas estrategias que protegen y cuidan el ambiente, con ello cubren la mayoría de los requisitos básicos que un agroecosistema sustentable exige.

El módulo agrosilvopastoril surgido de la estrategia participativa representa una alternativa para el futuro de pequeños ganaderos del municipio que pueden diversificar e intensificar su parcela, con la incorporación de *Macadamia* spp. mediante una inversión inicial relativamente baja y sin afectar a las demás actividades que realiza. Puesto que los picos de mayor producción de *Macadamia* spp. y de ganado se darán en distintas épocas del año, estas dos actividades del módulo se complementan económicamente y además el módulo agrosilvopastoril resulta altamente redituable y atractivo. Es importante, igualmente, mencionar que la capacitación técnica y la organización participativa de este nuevo modelo productivo serán indispensables para alcanzar el éxito.

## Literatura citada

- Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 1-338 pp.
- De Villiers, E. A. and Joubert, P. H. 2003. The cultivation of macadamia. Institute for South Africa: Tropical and Subtropical Crops. 39 p.
- Giraldo, L.; Botero, J.; Saldarriaga, J. y David, P. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la región atlántica de Colombia. Agroforestería en las Américas. 8:15-21.
- Guzmán, C. y Mielgo, A. 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. Ecosistemas: Rev. Cien. Téc. Ecol. Medio Amb. 16(1):24-46.
- Kermond, P. and Baumgardt, B. 1996. The Macadamia. From the seed to the supermarket. Australia. 76 p.
- Macnut, 2014. The MacNut Guide. Nueva Zelanda. Recuperado de <http://www.macnut.co.nz/grow.htm>.
- Muhammad, I. y Villanueva, C. 2014. Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático de sistemas ganaderos del trópico centroamericano. CATIE. [www.fonagro.org/sites/default/files/stecnico/pp\\_poa\\_10\\_29\\_2011.pdf](http://www.fonagro.org/sites/default/files/stecnico/pp_poa_10_29_2011.pdf).

## Conclusions

The experience on the cultivation of *Macadamia* spp. in Tlalnelhuayocan, generated by the PP over more than twenty years, is extremely valuable due to the excellent harvests that exist in the region, the high demand for this fruit and the high price it has in the market. It should be noted that pioneers apply strategies in the orchards that protect and care for the environment, thereby covering most of the basic requirements that a sustainable agroecosystem requires.

The agrosilvopastoril module emerged from the participatory strategy represents an alternative for the future of small ranchers of the municipality who can diversify and intensify their plot, with the incorporation of *Macadamia* spp. through a relatively low initial investment and without affecting the other activities it carries out. Since the highest production peaks of *Macadamia* spp. and livestock will be given at different times of the year, these two activities of the module are complemented economically and the agrosilvopastoril module is highly profitable and attractive. It is also important to mention that technical training and the participative organization of this new productive model will be indispensable for success.

*End of the English version*



- Muhammad, I. y Villanueva, C. 2014. Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático de sistemas ganaderos del trópico centroamericano. CATIE. [www.fonagro.org/sites/default/files/stecnico/pp\\_poa\\_10\\_29\\_2011.pdf](http://www.fonagro.org/sites/default/files/stecnico/pp_poa_10_29_2011.pdf).
- Ortiz, R. y Silva, S. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II Pastoreo rotativo y en franjas. Rev. Veterinaria. 41(62):15-24.
- Paré, L. y Gerez, P. 2012. Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz. México: Secretaria del medio ambiente y recursos naturales. INE. 34 p.
- Queensland Department of Agriculture 2013. Macadamia harvesting, yields and prices. <http://www.macadamia.co.nz/443766/noticeboardimages/54-c1.pdf>.
- Roldán, P. 2008. Incentivos económicos para la implementación de un sistema silvopastoril. Una aplicación en la cuenca Miel (Caldas). Rev. Econ. Caribe. (2):168-201.
- Villasante, T. 2014. Diálogos agroecológicos. Entrevista de la Universidad Veracruzana. <http://www.lavida.org.mx/galeria/di%c3%a1logos-agroecol%c3%b3gicos-tom%c3%a1s-r-villasante>.