

## Agroforestería para la conservación del hábitat de codorniz moctezuma\*

### Agroforestry for habitat conservation montezuma quail

Andrés Anchondo Ortega<sup>1</sup>, Javier Castañeda Rincón<sup>2</sup>, Miguel Uribe Gómez<sup>2§</sup>, V. Horacio Santoyo Cortés<sup>2</sup>, Elvia López Pérez<sup>2</sup> y Alejandro Lara Bueno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Agroforestería para el Desarrollo Sostenible- Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco 56230, Estado de México. Tel: 595 952 540. (andchondo@gmail.com; carj49@hotmail.com; migueluribe123@gmail.com; hsantoyo@gmail.com; loel50@hotmail.com; alarab\_11@hotmail.com). <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. Tel 595 952 1540. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: migueluribe123@gmail.com.

#### Resumen

Este estudio presenta la formulación y evaluación de dos tecnologías agroforestales, diseñadas para la conservación del hábitat de *Cyrtonyx montezumae* en la UMA ejido El Rosario, Tlaxcala. Se realizó un diagnóstico agroforestal de la UMA mediante entrevistas semiestructuradas y observación participativa. Se utilizó ArcGIS 10.1, para la identificación de parcelas prioritarias dentro del área agrícola. Además se propusieron tecnologías agroforestales para mejorar el hábitat disponible de la especie, mismas que fueron evaluadas con el indicador valor presente neto, a fin de determinar su rentabilidad. Fueron identificadas, evaluadas y clasificadas de acuerdo a su calidad y disponibilidad de hábitat un total de 72 parcelas con una extensión de 270 ha. Se clasificaron dos tipos de parcelas: el tipo 1, aquellas con carencia de cobertura arbustiva y el tipo 2 aquellas con hábitat de buena calidad amenazado por el pastoreo. A cada tipo de parcelas se le asignó una tecnología agroforestal; a las tipo 1, cultivo en callejones y a las tipo 2, cercos vivos. La tecnología agroforestal propuesta para las parcelas tipo 1 resulta rentable cuando se trabaja con parcelas de cinco o más hectáreas y se recibe apoyo gubernamental. La tecnología propuesta para las parcelas tipo 2 resulta rentable dados los productos que se obtienen de la especie seleccionada.

#### Abstract

This study presents the formulation and evaluation of two agroforestry technologies designed to conserve the habitat of *Cyrtonyx montezumae* in the UMA common El Rosario, Tlaxcala. An agroforestry diagnosis of UMA was performed using semi-structured interviews and participant observation. ArcGIS 10.1 was used for the identification of priority parcels within the agricultural area. In addition agroforestry technologies were proposed to improve the available habitat of the species, they were evaluated same as the net present value indicator to determine profitability. They were identified, evaluated and ranked according to their quality and availability of habitat a total of 72 plots with an area of 270 ha. Two types of plots were classified: type 1, those with lack of shrub cover and those with type 2 good quality habitat threatened by grazing. Each type of plots was assigned an agroforestry technology; the type 1, alley cropping and type 2, hedgerows. The proposal for agroforestry plots type 1 technology is profitable when working with plots of five hectares or more and receives government support. The technology proposed for type 2 plots profitable given the products obtained from the selected species. It was concluded that the proposed agroforestry technologies can contribute to habitat conservation of

\* Recibido: enero de 2016  
Aceptado: abril de 2016

Se concluyó que las tecnologías agroforestales propuestas pueden contribuir a la conservación del hábitat de *Cyrtonyx montezumae* y que la selección de plantas perennes de usos múltiples es primordial en el diseño de una tecnología agroforestal que se pretende sea rentable.

**Palabras clave:** *Cyrtonyx montezumae*, cercos vivos, cultivo en callejones, rentabilidad.

## Introducción

En México (1997) se aprobó la creación de las Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA); estrategia cuyos objetivos pretenden regular la conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad del país y diversificar las fuentes de ingresos en las áreas rurales. En las últimas décadas se ha resaltado la importancia que tiene la agroforestería en la calidad de vida de las personas que deciden hacer uso de ella, a tal grado que algunos autores la mencionan como una alternativa para alcanzar el desarrollo rural (Krishnamurthy y Ávila, 1999). La agroforestería se refiere a los sistemas y tecnologías de uso del suelo con especies leñosas perennes manejadas en combinación predeterminada con cultivos agrícolas y animales domésticos, en busca de la maximización de los beneficios provenientes del mejor uso de la tierra.

De igual importancia, recientemente se ha comenzado a reconocer el papel que juega la agroforestería en la conservación de la biodiversidad (Bentrup, 2014), mismo que se ha comenzado a estudiar con mayor detenimiento dado su potencial para el manejo de la fauna silvestre. Sin embargo, en México existen muy pocos trabajos que muestren como el uso de la agroforestería puede contribuir al cumplimiento de los objetivos de conservación y desarrollo que buscan las UMA. Por ello el presente trabajo busca aportar conocimiento acerca del potencial de la agroforestería a través de sus tecnologías para contribuir a la ejecución de los objetivos de las UMA. Para esto, se trabajó con la UMA ejido El Rosario en el estado de Tlaxcala. Esta UMA representa una excelente oportunidad para estudiar el potencial que tiene la agroforestería en el manejo de la fauna silvestre en zonas agrícolas del centro de México. En esta UMA se maneja la codorniz moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*), la cual se encuentra sujeta a protección especial según la norma oficial mexicana: NOM-059-SEMARNAT-2010 debido a que su hábitat se encuentra amenazado entre otras cosas por el sobrepastoreo.

*Cyrtonyx montezumae* and that the selection of perennials multipurpose is paramount in the design of an agroforestry technology that is intended to be profitable.

**Keywords:** *Cyrtonyx montezumae*, alley cropping, hedgerows, profitability.

## Introduction

The creation of the management unit for the conservation of wildlife (UMA) was approved in Mexico (1997); strategy whose objectives aim to regulate the conservation and sustainable use of biodiversity in the country and diversify sources of income in rural areas. In recent decades has highlighted the importance of agroforestry in the quality of life of people who decide to use it, to the extent that some authors mention it as an alternative to achieve rural development (Krishnamurthy and Ávila, 1999). The agroforestry refers to the systems and technologies of land use woody perennials managed in predetermined combination with agricultural crops and domestic animals, looking for maximizing the benefits from the best land use.

Equally important, recently it has begun to recognize the role of agroforestry in the conservation of biodiversity (Bentrup, 2014), the same that has begun to look more closely given its potential for managing wildlife. However, in Mexico there are very few studies that show how the use of agroforestry can contribute to meeting the objectives of conservation and development looking for the UMA. Therefore this paper seeks to contribute to knowledge about the potential of agroforestry through their technologies to contribute to the implementation of the objectives of the UMA. For this, we worked with the UMA common El Rosario in the state of Tlaxcala. This UMA represents an excellent opportunity to study the potential of agroforestry in the management of wildlife in agricultural areas of central Mexico. In this UMA montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*) is handled, which is subject to special protection under Mexican Official Standard NOM-059-SEMARNAT-2010 because its habitat is threatened among other things by overgrazing.

Consequently, the objective of this work was to propose and evaluate agroforestry technologies that allow conserve the habitat of the montezuma quail in the UMA common

En consecuencia, el objetivo de este trabajo fue proponer y evaluar tecnologías agroforestales que permitieran conservar el hábitat de la codorniz moctezuma dentro de la UMA ejido El Rosario, mediante el diagnóstico agroforestal del ejido y su UMA, la identificación y el diagnóstico de las áreas prioritarias para la especie y la evaluación del impacto financiero de las propuestas.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

En la Figura 1 se muestra el ejido El Rosario que se ubica en el municipio de Tlaxco, Tlaxcala a una altitud entre 2 592 y 3 397 m (Villordo, 2013); con temperaturas anuales de 1.11 a 24.7 °C, precipitación media anual de 687.8 mm y climas tipo (C(w1)) y (Cb'(w1)) que corresponden al tipo templado subhúmedo y semifrío subhúmedo (INAFED, 2006).

La vegetación en el sitio de estudio es propia de bosques de pino - encino y zonas de transición, compuesta de diversos tipos de pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.) y táscate (*Juniperus deppeana*). Igualmente, es posible encontrar diversas especies de animales silvestres como: conejo montés (*Sylvilagus cunicularis*), conejo gazapo (*Sylvilagus floridanus*), ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), zorrillo espalda blanca (*Corepatus mesoleudu*), tlacuache (*Didelphys marsupiales*) gato montés (*Lynx rufus*), liebre cola negra (*Lepus californicus*), codorniz moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) y víbora de cascabel (*Crotalus triseriatus*) (Villordo, 2013).

La UMA cuenta con una extensión de 3 028 ha, conformadas de un 55% de superficie parcelada (1 665 ha) destinada a la agricultura de temporal, 42% correspondiente a tierra de uso común (1 269 ha) destinada al aprovechamiento forestal y 3% destinado como asentamiento humano (94 ha), según datos del Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA, 2015).

### Diagnóstico agroforestal

El diagnóstico agroforestal de la UMA ejido El Rosario se llevó a cabo mediante los métodos de observación participativa moderada y entrevista semiestructurada en el periodo 2014 a 2015. Tomando como referencia la metodología Rapid appraisal of agroforestry practices, systems and technology (Joshi *et al.*, 2013). Para este trabajo

El Rosario, through agroforestry diagnosis of common and UMA, identification and diagnosis of the priority areas for the species and assessing the financial impact of the proposals.

## Materials and methods

### Study area

In Figure 1 the common El Rosario which is located in the municipality of Tlaxco, Tlaxcala at an altitude between 2 592 and 3 397 m (Villordo, 2013) is shown; with annual temperatures of 1.11 to 24.7 °C, annual rainfall of 687.8 mm and climates type (C(w1)) y (Cb'(w1)) corresponding to the sub-humid and humid temperate subhumid (INAFED, 2006).

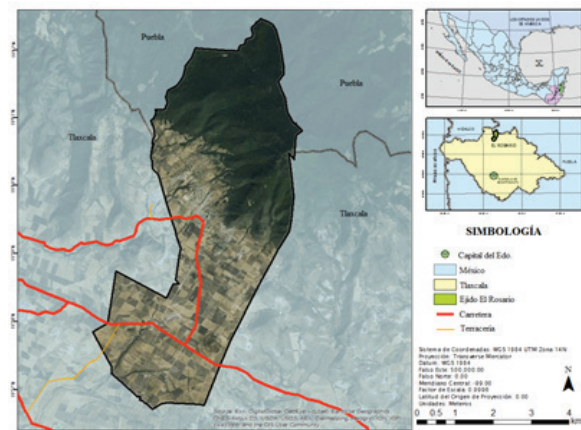


Figura 1. Localización del área de estudio (INEGI, 2012).  
Figure 1. Location of the study area (INEGI, 2012).

The vegetation in the study site is characteristic of pine (*Pinus* spp.) oak and transition zones, composed of various types of pine, oak (*Quercus* spp.) and juniper (*Juniperus deppeana*). It is also possible to find several species of wild animals such as wild rabbit (*Sylvilagus cunicularis*), young rabbit (*Sylvilagus floridanus*), gray squirrel (*Sciurus aureogaster*), skunks white back (*Corepatus mesoleudu*), opossum (*Didelphys marsupials*), bobcat (*Lynx rufus*), black-tailed jackrabbit (*Lepus californicus*), montezuma quail (*Cyrtonyx montezumae*) and rattlesnake (*Crotalus triseriatus*) (Villordo, 2013).

The UMA has an area of 3 028 ha, formed 55% of parceled area (1 665 ha) intended for rainfed agriculture, 42% for common use land (1 269 ha) intended for logging

se excluyó el paso cinco de la metodología, correspondiente a la cuantificación de entradas y salidas económicas de las tecnologías agroforestales presentes para el cálculo de su rentabilidad.

Las entrevistas fueron aplicadas a los principales involucrados de la UMA: presidente y expresidente (fundador de la UMA) del comisariado ejidal y al técnico responsable de la misma.

### Identificación y delimitación de áreas prioritarias

Se identificaron las áreas prioritarias mediante el análisis geoespacial de la UMA, con base en las características geográficas preferidas por la especie *Cyrtonyx montezumae*. Éstas fueron: pendientes entre 20 y 30 grados en cualquier punto cardinal y terrenos con exposición al norte (incluyendo noreste y noroeste). Para este análisis se usó el sistema de información geográfica (SIG): ArcGIS versión 10.1 y el modelo de elevación digital para el estado de Tlaxcala (INEGI, 2012).

Una vez identificadas las áreas prioritarias se delimitaron las parcelas a las que se adaptarían las propuestas agroforestales, realizando la intersección de estas áreas con el mapa de parcelas del ejido según Procede obteniendo así las parcelas prioritarias (CONAFOR, 2015).

### Evaluación del hábitat dentro de las parcelas prioritarias

Para la evaluación del hábitat de la codorniz moctezuma dentro de las parcelas prioritarias se tomó como guía la herramienta bobwhite quail habitat appraisal tool (White *et al.*, 2005). Que si bien está pensada para evaluar el hábitat de la especie *Colinus virginianus*, permitió evaluar durante 2015 el estado del hábitat disponible para las codornices dentro de la UMA, dadas las similitudes en los requerimientos de espacio y cobertura de ambas especies. Sin considerar el diagnóstico de disponibilidad de alimento, pues las dietas de ambas especies son diferentes. La evaluación del hábitat se llevó a cabo por medio de transectos al azar con patrón sinuoso. Asignándoles un número del uno al diez a cada uno.

Con la información obtenida en la evaluación se clasificaron las parcelas como “tipo 1” a aquellas parcelas con calificación promedio menor a 8, y como “tipo 2” a aquellas parcelas con una calificación promedio igual o mayor a 8. Con esta clasificación y con base en las observaciones hechas en los recorridos de campo y la discusión con el equipo de trabajo se seleccionaron las tecnologías agroforestales (TAF) a diseñar.

and 3% intended as a human settlement (94 ha), according to the Census and Agrarian History Cores (PHINA, 2015).

### Agroforest diagnosis

The agroforestry diagnosis of UMA common El Rosario was carried out by the methods of moderate participant observation and semi-structured interview in the period 2014 to 2015. Referencing the Rapid appraisal methodology of agroforestry practices, systems and technology (Joshi *et al.*, 2013). For this work step five of the methodology, corresponding to the economic quantification of inputs and outputs of agroforestry technologies present for calculating profitability was excluded.

The interviews were applied to the main stakeholders of the UMA: president and president (founder of the UMA) of the common and the technician responsible for it.

### Identification and delimitation of priority areas

Priority areas were identified by geospatial analysis of the UMA, based on geographical features preferred by the species *Cyrtonyx montezumae*. These were: slopes between 20 and 30 degrees in any cardinal point and land with exposure north (including northeast and northwest). ArcGIS version 10.1 and digital elevation model for the state of Tlaxcala (INEGI, 2012): for this analysis the geographic information system (SIG) was used.

Once the priority areas identified parcels to which the proposals would adapt agroforestry were defined, making the intersection of these areas with the map of the common parcels as priority should thus obtaining plots (CONAFOR, 2015).

### Habitat assessment within the priority parcels

For the evaluation of the montezuma quail habitat within the priority plots it was taken as a guide tool bobwhite quail habitat appraisal tool (White *et al.*, 2005). That while it is designed to assess the habitat of the species *Colinus virginianus* allowed during 2015 to assess the state of available habitat for quail in the UMA, given the similarities in space requirements and coverage of both species. Regardless of the diagnosis of food availability, since the diets of both species are different. Habitat evaluation was carried out by random transects with meandering pattern. Assigning a number from 1 to 10 each.

**Evaluación financiera de las TAF propuestas**

Para el cálculo de la rentabilidad de las propuestas del presente trabajo se calculó del indicador valor presente neto (VPN). A su vez, la evaluación se realizó mediante el análisis de diversos escenarios, con base en el posible número de plantas y porcentaje de aprovechamiento de las mismas, para cada una de las TAF propuestas. Para los cálculos se estimaron los flujos de efectivo necesarios para el establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento de las TAF propuestas, estos se estimaron con datos obtenidos de los ejidatarios entrevistados y utilizando precios a valor de mercado. La evaluación financiera se realizó en Microsoft Excel® utilizando la función “VNA” y aplicando una tasa de descuento de 5%. El cálculo del VPN se realizó para cada una de las TAF propuestas, bajo los siguientes supuestos:

**TAF para parcelas tipo 1**

Se evaluó un rango de 100 a 800 árboles (*Juniperus deppeana*), en múltiplos de 100 por hectárea; se evaluaron tres extensiones distintas: 4.2 ha, extensión promedio de las parcelas tipo 1; 5 ha, extensión mínima para aplicar a apoyos de la CONAFOR (RF6, para sistemas agroforestales); y 241 ha, extensión total de las 58 parcelas tipo 1; se consideró una sobrevivencia de 75% de los árboles sembrados; aprovechamiento de árboles en el año 20 (horizonte de planeación: 20 años); aprovechamiento mediante venta de postes; aprovechamientos del 10, 50 ó 100% de las plantas sobrevivientes; se considera deshierbe 3 años a partir de la siembra de las plantas; depreciación de equipo y herramientas del año 1 al 10; se tenga o no acceso a los apoyos gubernamentales se tiene que pagar por asesoría técnica; finalmente, se consideraron cuatro escenarios: desfavorable, normal 1 y normal 2 y favorable (Cuadro 1).

With the information obtained in the evaluation plots as "type 1" were classified those plots with less than 8 average rating, and "type 2" those plots with an average grade greater than or equal to 8. With this classification and based on observations made on field trips and discussion with the team agroforestry technologies (TAF) they were selected to design.

**Financial evaluation of proposals TAF**

To calculate the profitability of the proposals of this paper indicator was calculated net present value (VPN). In turn, the evaluation was performed by analyzing various scenarios, based on the possible number of plants and percentage of use thereof, for each of the TAF proposals. To calculate the cash flows required for the establishment, maintenance and use of the TAF proposals were estimated, these were estimated using data from respondents peasant and use market prices to value. The financial evaluation was performed in Microsoft Excel using the "VNA" function and applying a discount rate of 5%. The VPN calculation was performed for each of the TAF proposals, under the following assumptions:

**TAF for plots type 1**

A range of 100 to 800 trees was evaluated (*Juniperus deppeana*), in multiples of 100 per hectare; three different extensions were evaluated: 4.2 ha, average length of type 1 plots; 5 ha, minimum to apply to support CONAFOR (RF6, for agroforestry systems) extension; and 241 ha, total area of the 58 plots type 1; a survival of 75% of the planted trees was considered; tree harvesting in the year 20 (planning horizon: 20 years); use through sale of poles; utilizations of 10, 50 or 100% of the surviving plants; weeding is considered

**Cuadro 1. Supuestos para propuestas a parcelas tipo 1.**

**Table 1. Assumptions for proposals to type 1 plots.**

Concepto	Desfavorable	Normal 1	Normal 2	Favorable
Adquisición de planta	Compra por ejidatarios	Donativo	Compra por ejidatarios	Donativo
Fuentes de costos	Apertura de cepa, transportación de planta, plantación, asesoría, deshierbe y podas.	Apertura de cepa, transportación de planta, plantación, asesoría, deshierbe y podas.	Mantenimiento de zanjas, apertura de cepa, transportación de planta, plantación, asesoría, deshierbe y podas.	Mantenimiento de zanjas, apertura de cepa, transportación de planta, plantación, asesoría, deshierbe y podas.
Fuentes de ingresos	Venta de postes	Venta de postes	Pago de CONAFOR y venta de postes	Pago de CONAFOR y venta de postes

## TAF para parcelas tipo 2

Establecimiento de cercos vivos a distancias de 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 metros entre plantas de maguey pulquero (*Agave atrovirens*); se evaluaron dos extensiones distintas: 2 ha, extensión promedio de las parcelas tipo 2 y 29 ha, extensión de las 14 parcelas de tipo 2; sobrevivencia 75% de los magueyes sembrados; aprovechamiento de pencas del año 5 al año 15 (horizonte de planeación: 15 años); aprovechamiento de 2, 4 o 6 pencas por planta; cosecha de 8 hijuelos anuales en los años 5, 7, 9, 11, 13 y 15; se considera deshierbe sólo el primer año a partir de la siembra de las plantas; no se realiza mantenimiento a zanjas; se tenga o no acceso a apoyos gubernamentales se tiene que pagar por asesoría técnica; depreciación de equipo y herramientas del año 1 al 10; se consideraron cuatro escenarios distintos: desfavorable, normal 1 y normal 2 y favorable (Cuadro 2).

3 years from the planting of plants; depreciation of equipment and tools year 1 to 10; is whether or not access to government support will have to pay for technical assistance; unfavorable normal standard 1 and 2 and Pro (Table 1): Finally, four scenarios were considered.

## TAF for plots type 2

Establishing living at distances of 1, 1.5, 2, 2.5 and 3 meters between plants pulque maguey (*Agave atrovirens*) fences; two different extensions were evaluated: 2 ha, average length of type 2 and 29 ha plots, extension of the 14 plots of type 2; 75% survival of planted maguey; pencas use of year 5 to year 15 (planning horizon: 15 years); use of 2, 4 or 6 stalks per plant; 8 tillers annual harvest in years 5, 7, 9, 11, 13 and 15; Weeding is considered only the first year after planting

### Cuadro 2. Supuestos para propuestas a parcelas tipo 2.

Table 2. Assumptions for proposals to type 2 plots.

Concepto	Desfavorable	Normal 1	Normal 2	Favorable
Adquisición de planta	Compra por ejidatarios	Donativo	Compra por ejidatarios	Donativo
Fuentes de costos	Apertura de cepas, transportación de planta, plantación, deshierbe y mantenimiento, asesoría técnica, podas y cosecha de hijuelos.	Apertura de cepas, transportación de planta, plantación, deshierbe y mantenimiento, asesoría técnica, podas y cosecha de hijuelos.	Apertura de cepas, transportación de planta, plantación, deshierbe y mantenimiento, asesoría técnica, podas, cosecha de hijuelos, tlachiqueo y cosecha de aguamiel.	Apertura de cepas, transportación de planta, plantación, deshierbe y mantenimiento, asesoría técnica, podas, cosecha de hijuelos, tlachiqueo y cosecha de aguamiel.
Fuentes de ingresos	Venta de pencas e hijuelos	Venta de pencas e hijuelos	Venta de pencas, hijuelos y aguamiel	Venta de pencas, hijuelos y aguamiel

## Resultados

### Diagnóstico agroforestal del ejido El Rosario

El ejido cuenta con una amplia diversidad de actividades productivas; gracias a las más de 1 200 ha de área boscosa (área de uso común); para la cual se recibe año con año, una importante suma de apoyos federales y privados. Además, los ejidatarios cuentan con más de 1 600 ha de área agrícola de temporal donde se cultiva maíz para autoconsumo humano y animal, y se cosecha de forma abundante, cebada maltera. Adicionalmente, se menciona que este cultivo se ve afectado año con año, por plaga de caracol, mismo que se combate con la quema de hierbas y pastos.

the plants; no maintenance is performed trenches; is whether or not access to government support will have to pay for technical assistance; depreciation of equipment and tools year 1 to 10; four different scenarios were considered: unfavorable, normal, standard 1 and 2 and pro (Table 2).

## Results

### Agroforest diagnosis of common El Rosario

The common has a wide variety of productive activities; thanks to the more than 1 200 ha of forested area (common area); for which it receives year after year, a significant sum

El área forestal dentro del ejido es el área que mejor se maneja y conserva. De este bosque los ejidatarios obtienen leña y postes para autoconsumo y madera para su venta. Por tal motivo no parece existir una necesidad palpable por parte de los ejidatarios de incorporar o incrementar el componente arbóreo en el área de parcelas para la obtención de productos maderables. Esto a pesar de que los ejidatarios saben de los beneficios que trae consigo la presencia de árboles en las tierras agrícolas, razón por la que estos han perdurado a través de los años. En el caso del área de parcelas además de ser el área agrícola del ejido, es también el único espacio dentro de este en la que se permite el pastoreo de animales pertenecientes a sus habitantes. Esto exclusivamente en espacios alejados de los cultivos y bajo estricta supervisión de un pastor. Que de acuerdo a los mismos ejidatarios difícilmente se cumple.

Dentro del área de parcelas fue posible identificar tres tecnologías agroforestales: 1) árboles dispersos; 2) árboles en linderos; y 3) cultivos en callejones. Mismos son identificados, por parte de los ejidatarios entrevistados, como: árboles en parcelas, linderos y "metepantles" o zanjas, respectivamente. En cuanto a los componentes arbóreos presentes en la mayoría de las parcelas agrícolas las especies más abundantes son, a simple vista, el táscate (*Juniperus deppeana*) y el maguey pulquero (*Agave atrovirens*), pudiéndose encontrar en cualquiera de las tres TAF antes mencionadas. La mayoría de estos árboles nacieron *in situ*, a excepción de otras especies de árboles como capulín (*Prunus serotina* subsp. *capuli*) y pino (*Pinus* spp.) que fueron sembrados intencionalmente por los dueños de algunas parcelas. Siendo esta la razón por la que no existe una distribución espacial premeditada del componente arbóreo en esta área.

Con respecto a la propiedad y uso de los árboles en esta misma área, cada ejidatario es responsable del manejo y destino que se da a los mismos dentro de sus parcelas, de ahí que algunas de ellas tengan más árboles que otras. De igual forma cada ejidatario es libre de realizar podas a sus árboles en caso de que alguna parte de estos interfiera con las actividades agrícolas o de sombra a los cultivos. Los mismos integrantes del ejido entrevistados reconocen que es raro que alguien decida derribar un árbol del área de parcelas dado que las necesidades de madera, combustible y postes se satisfacen con los árboles del bosque, o en su defecto de aserraderos aledaños.

of federal and private support. In addition, the peasant have over 1 600 ha of agricultural area where corn temporarily for human and animal consumption is grown and harvested abundantly, malting barley. In addition, it is mentioned that this crop is affected every year by snail plague, same as combat with burning herbs and grasses.

The forest area within the common is the area that best handles and preserves. This forest common members obtain firewood and wood poles for own consumption and for sale. For this reason there seems to be a palpable need for peasant to incorporate or increase the arboreal component in the area of plots for the production of wood products. This despite the peasant know the benefits it brings the presence of trees on farmland, reason why they have lasted through the years. For the area of plots besides being the agricultural area of the common, it is also the only space within this where grazing animals belonging allowed its inhabitants. This exclusively in areas away from crops and under strict supervision of a pastor. That according to the same peasant hardly met.

Within the plots it was possible to identify three agroforestry technologies: 1) scattered trees; 2) trees on boundaries; and 3) alley cropping. Themselves are identified by respondents peasant, as trees in plots, boundaries and "metepantles" or trenches, respectively. As for the tree components present in most agricultural plots the most abundant species are, at first glance, the juniper (*Juniperus deppeana*) and pulque maguey (*Agave atrovirens*), and can be found in any of the three TAF above. Most of these trees were born *in situ*, except for other tree species such as wild cherry (*Prunus serotina* subsp. *capuli*) and pine (*Pinus* spp.). Were planted intentionally by the owners of some plots. This being the reason why there is no deliberate spatial distribution of the arboreal component in this area.

With regard to the ownership and use of trees in the same area, each peasant is responsible for the management and destination given to them within their plots, hence some of them have more trees than others. Similarly each peasant is free to make their trees pruning if any part of these interfere with agricultural activities or shade crops. The same members of the common respondents recognize that it is rare that someone decides to fell a tree plots area since the needs of timber, fuel and poles are satisfied with the trees of the forest, or failing to nearby sawmills.

En el caso de los magueyes existentes en el área de parcelas, son pocos los ejidatarios que los siembran y cultivan, esto a pesar de que la especie es altamente valorada por ellos. Además de ser identificada como una especie ideal para soportar las condiciones climáticas de la región (Rendón, 1990; Menegus y Leal, 2009). El desgane existente por la siembra de este cultivo se debe a que durante los años 90's y 00's se sufrió de una severa ola de robos de pencas y quiotes de los magueyes del ejido. En el Cuadro 3 se presentan los resultados sobre la situación agroforestal del ejido El Rosario mediante un análisis FODA.

In the case of existing plots in the area of maguey, few peasant that seeded and grown, even though this species is highly valued by them. In addition to being identified as an ideal to withstand the weather conditions of the region (Rendón, 1990; Menegus and Leal, 2009) species. The existing desgane by planting this crop because during the 90's and 00's has suffered from a severe wave of fleshy leaves of the maguey and quiotes common theft. Table 3 shows the results on agroforestry situation common El Rosario are presented through a FODA analysis.

### Cuadro 3. Análisis FODA del diagnóstico agroforestal del ejido El Rosario.

Table 3. FODA analysis of agroforestry diagnosis of common El Rosario.

Fortalezas	Debilidades
Conservación de árboles y arbustos en área de parcelas Conocimiento general de los beneficios de los árboles en área de parcelas (ejidatarios) Existencia de cultivos en callejones (metepantles), linderos y árboles dispersos Especies arbóreas y arbustivas adaptadas al clima y características del sitio	Libertad de los ejidatarios para decidir qué hacer con los árboles existentes en su(s) parcela(s) Poco o nulo mantenimiento a árboles en área de parcelas Poco control del pastoreo en el área de parcelas Uso de fuego para eliminación de plagas
Oportunidades	Amenazas
Metepantles con espacio disponible para establecimiento de cultivo en callejones Poco aprovechamiento de partes y derivados de árboles y arbustos del área de parcelas	Robo del maguey Plagas de caracol en cultivos de cebada

### Identificación de áreas prioritarias para la conservación del hábitat

Dado que el área de uso común al norte de la UMA ejido El Rosario está destinada únicamente a las actividades forestales y que la cobertura arbórea que la conforma no provee las condiciones aptas para el desarrollo de la *Cyrtonyx montezumae*, se decidió trabajar exclusivamente en el área de parcelas; misma que por sus espacios abiertos, pastos y árboles y arbustos dispersos es ideal para el desarrollo de las poblaciones de codorniz moctezuma. Se identificaron un total de 590 ha que cumplen con alguno o ambos de los criterios seleccionados para la identificación del hábitat prioritario para la codorniz moctezuma. De estas 590 ha identificadas únicamente el 13.18% (77.7 ha) están ubicadas en el área de parcelas, mientras que el resto se localizan en área de uso común, equivalente al 86.82% (512.2 ha).

### Identification of priority areas for habitat conservation

Since the common area north of the UMA common El Rosario is intended only to forestry and tree cover that constitutes not provide the right conditions for the development of *Cyrtonyx montezumae*, it was decided to work exclusively in the area plots; same as for its open, grass and trees and shrubs scattered spaces is ideal for the development of montezuma quail populations. A total of 590 has to comply with one or both of the criteria selected for identifying priority habitat for montezuma quail identified. Of these 590 has only identified the 13.18% (77.7 ha) are located in the area of plots, while the rest are located in common area, equivalent to 86.82% (512.2 ha).

Once the priority areas identified plots in which they are contained, obtaining a total of 72 plots equivalent to an area of 270 ha, same that were considered priority for habitat management *Cyrtonyx montezumae* into the UMA were determined.



Una vez identificadas las áreas prioritarias se determinaron las parcelas en las que éstas se encuentran contenidas, obteniendo un total de 72 parcelas equivalentes a una superficie de 270 ha, mismas que se consideraron prioritarias para el manejo del hábitat de *Cyrtonyx montezumae* dentro de la UMA.

### **Evaluación de parcelas prioritarias**

Los resultados de la evaluación del hábitat para la codorniz moctezuma dentro de las 72 parcelas fueron variados a pesar que la vegetación es bastante homogénea, pero no así su abundancia. De las calificaciones asignadas a cada uno de los transectos se pudo observar como la calidad y cantidad de cobertura arbustiva, en siete de las diez áreas evaluadas, es el factor que obtuvo las calificaciones más bajas, tanto en el criterio de hábitat para la cría de polluelos como el de cobertura arbustiva. Por su parte, en las otras tres áreas evaluadas se presentaron condiciones cercanas a las óptimas para el hábitat de la codorniz. Sin embargo, no se encontró evidencia certera de la posible conservación y permanencia de éstas en el largo plazo.

Con base en los resultados anteriores, se clasificaron las parcelas prioritarias como parcelas tipo 1 y parcelas tipo 2. Las tipo 1 abarcan una superficie de 214 ha, con una extensión promedio de 4.2 ha y es la cobertura provista por las especies arbustivas el factor limitante más común. Por su parte las parcelas tipo 2 comprenden una superficie de 29 ha, con una extensión promedio de 2 ha y presentan condiciones aptas para satisfacer los requerimientos de cobertura y espacio para las codornices del ejido; sin embargo, no se encontró evidencia que garantice su protección y conservación contra las amenazas a las que se encuentra sujeta el área de parcelas. Adicionalmente, durante los recorridos de campo se observó sobrepastoreo en algunas de las parcelas evaluadas, evidencia de perros ferales y el uso del fuego en algunas parcelas. Este último atribuido a las personas que pastorean a sus animales y hacen uso de éste para promover la regeneración de los pastos o, en su defecto, es usado por algunos ejidatarios para la eliminación de la plaga de caracol.

### **Selección y diseño de tecnologías agroforestales (TAF)**

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico agroforestal y la evaluación del hábitat de la *Cyrtonyx montezumae*, se determinó que la propuesta de TAF para

### **Evaluation of priority plots**

The results of the evaluation of habitat for moctezuma quail within 72 plots were varied although the vegetation is fairly homogeneous, but not its abundance. The ratings assigned to each of the transects could be observed as the quality and quantity of shrub cover in seven of the ten areas assessed, is the factor that got the lowest scores in both the criterion of habitat for breeding chicks like shrub cover. For their part, they were presented conditions close to optimal habitat for quail in the other three areas evaluated. However, no certain evidence of possible conservation and permanence of these in the long term was found.

Based on the above results, the priority plots plots as type 1 and type 2. The type 1 plots covering an area of 214 ha, with an average area of 4.2 ha and is the coverage provided by the limiting factor shrub species were classified more common. Meanwhile type 2 plots comprise an area of 29 ha, with an average area of 2 ha and have suitable conditions to meet the coverage requirements and space for quail common ; however, no evidence to ensure their protection and conservation threats to which the area is subject parcel was found. In addition, during field trips overgrazing was observed in some of the evaluated plots, evidence of feral dogs and the use of fire in some plots. The latter attributed to people who graze their animals and make use of it to promote regeneration of pastures or, failing that, is used by some peasant for the elimination of the pest snail.

### **Selection and design of agroforestry technologies (TAF)**

Based on the results obtained in the agroforestry diagnosis and assessment of habitat *Cyrtonyx montezumae*, it was determined that the proposed TAF for type 1 plots should be aimed at improving existing metepantles and to increase the abundance of trees and shrubs. At the same time, for type 2 plots saw a TAF that allowed the conservation of existing pastures and ensure the permanence in the long run the current habitat, using a tree species adapted to the site and whose products represent sources of income for peasant.

### **Alley cropping plots for priority type 1**

Selected for the type 1 TAF plots were alleys in agricultural crops, established on existing metepantles devoid of trees and shrubs. This technology was considered suitable to provide quail populations present with shrub cover,

las parcelas tipo 1 deberían estar encaminadas a mejorar los metepantles existentes y a aumentar la abundancia de árboles y arbustos. Al mismo tiempo, para las parcelas tipo 2 se consideró una TAF que permitiera la conservación de los pastos existentes y garantice la permanencia en el largo plazo del hábitat actual, mediante el uso de una especie arbórea adaptada al sitio y cuyos productos representaran fuentes de ingreso para los ejidatarios.

### **Cultivo en callejones para parcelas prioritarias tipo 1**

La TAF seleccionada para las parcelas tipo 1 fueron callejones en cultivos agrícolas, establecidos sobre los metepantles existentes desprovistos de árboles y arbustos. Esta tecnología se consideró idónea para proveer a las poblaciones de codorniz presentes con cobertura arbustiva, subsanando la principal limitante de estas parcelas. De igual forma esta TAF está considerada para aprovechar aquellos espacios no utilizados ubicados entre las parcelas agrícolas, tal como proponen Ffolliott y Brooks (1994). La especie arbórea seleccionada para el establecimiento de los cultivos en callejones es el táscate (*Juniperus deppeana*), dada su representatividad en el área de parcelas, la disponibilidad de la especie en los viveros del estado, su morfología; que de ser manejada adecuadamente puede mantener su forma arbustiva (CONAFOR, 2003).

### **Rentabilidad de la TAF para las parcelas tipo 1**

En la Figura 2 se pueden observar los diversos comportamientos del VPN de la TAF propuesta para aquellos ejidatarios con menos de cinco hectáreas (con un promedio de 4.2 ha). Estos resultados indican que lo más conveniente, desde el punto de vista financiero, es no invertir en la TAF; sin excepción para ninguna densidad de árboles o porcentaje de aprovechamiento.

De igual forma en la Figura 2 se muestra el VPN de la propuesta para aquellos ejidatarios con parcelas de cinco hectáreas de extensión (aptas para el apoyo RF6). En esta figura se puede apreciar que bajo los escenarios desfavorables y normal 1 y con cualquier porcentaje de aprovechamiento lo más conveniente es no establecer la TAF propuesta. En cambio para los escenarios normal 2 y favorable lo más conveniente es la instauración de la TAF con la cantidad de árboles que indican el apoyo de Pronafor (400 árboles por ha).

remedied the main limitation of these plots. Likewise this TAF is considered to take advantage of those unused spaces located between the agricultural parcels, as proposed Ffolliott and Brooks (1994). The tree species selected for the establishment of alley cropping is the juniper (*Juniperus deppeana*), given their representation in the area of plots, the availability of the species in nurseries in the state, its morphology; which if managed properly can keep your shrubby form (CONAFOR, 2003).

### **TAF profitability for type 1 plots**

In Figure 2 you can see the different behaviors of the VPN of the TAF proposal for those peasant with less than five hectares (with an average of 4.2 ha). These results indicate that the most desirable from the financial point of view, is not investing in the TAF; without exception for any tree density or percentage of utilization.

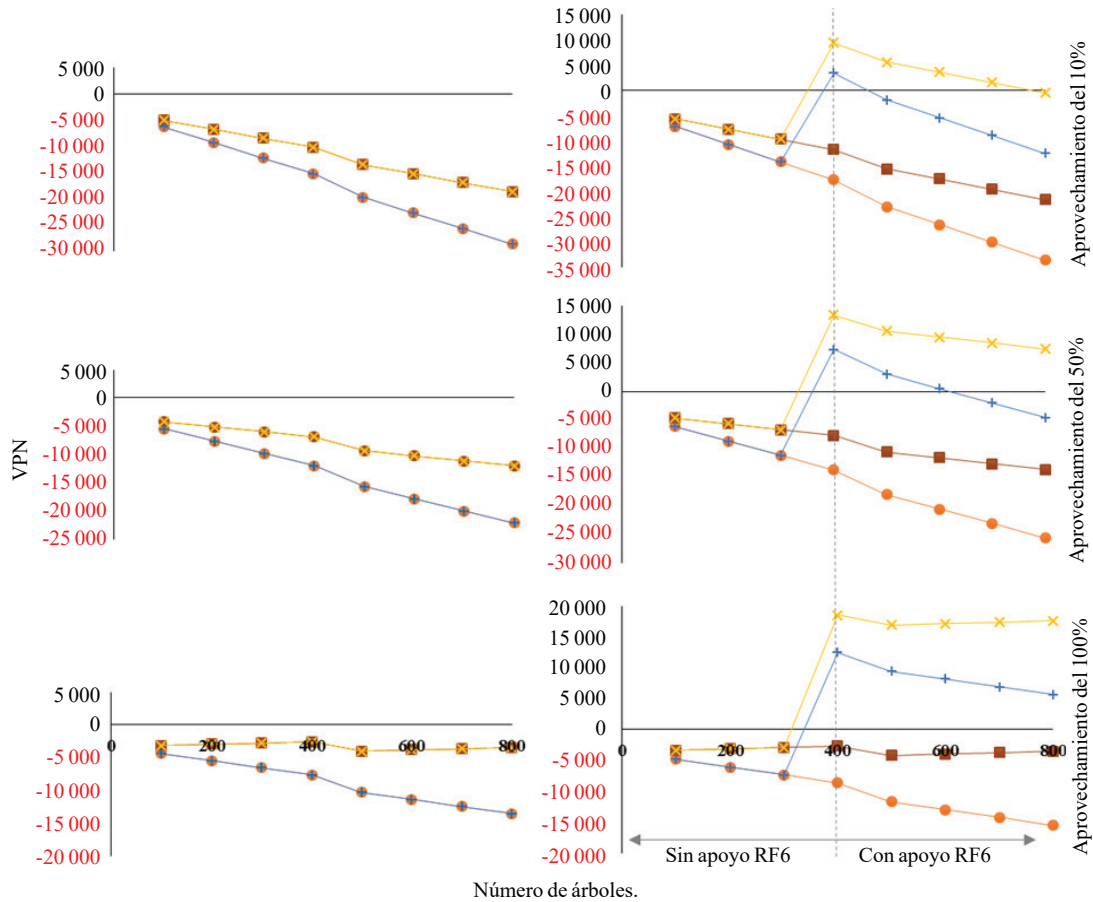
Similarly in Figure 2 the VPN of the proposal shown for those landowners with plots five hectares (suitable for support RF6). In this figure it can be seen that under normal 1 unfavorable scenarios and any percentage of the most convenient utilization is not set TAF proposed. In contrast to the usual 2 and a favorable scenarios most convenient is the establishment of TAF with the number of trees that indicate support Pronafor (400 trees per ha).

Finally, as if the owners of the 58 parcels that make up the type 1 plots peasant decide to organize so that both less than five hectares as those with more than five may apply to the support RF6 of Pronafor, the behavior would be achieved TAF proposal VPN shown in Figure 3. It is important to note that despite the higher profitability is obtained with the exploitations of 50 and 100% of the trees, these types of exploitation may compromise the objective of habitat conservation for which it proposed this TAF. Of these exploitations chosen, especially 100% of the trees, would take the proposal had the function of a forest plantation and not to provide the montezuma quail shrubby protection.

### **Hedgerows for priority parcels type 2**

The TAF selected and proposed for type 2 plots was to live with maguey fences. This TAF was chosen and not live posts for two reasons: 1) there is evidence that living poles can damage the long-term wildlife species that thrive in

Escenario	Desfavorable	Normal 1	Normal 2	Favorable
Compra de planta	Ejidatarios	Donativo	Ejidatarios	Donativo
Pago RF6 Conafor	No	No	Si	Si



**Figura 2. De izquierda a derecha, VPN de los distintos escenarios para parcelas de menos de 5 ha e iguales a 5 ha. Figure 2. From left to right, VPN of different scenarios for parcels of less than 5 ha and equal to 5 ha.**

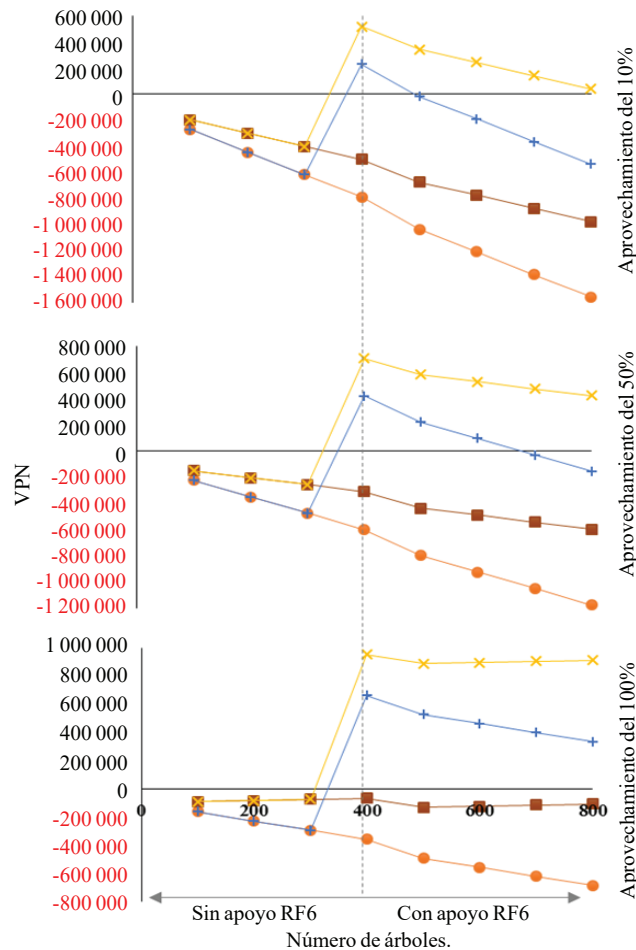
Por último, en dado caso que los ejidatarios dueños de las 58 parcelas que conforman las parcelas tipo 1 decidan organizarse para que tanto los de menos de cinco hectáreas como aquellos con más de cinco pudieran aplicar al apoyo RF6 de Pronafor, se lograría el comportamiento del VPN de la TAF propuesta que se muestran en la Figura 3. Es importante considerar que a pesar de que la mayor rentabilidad se obtiene con los aprovechamientos de 50 y 100% de los árboles, estos tipos de explotación pueden comprometer el objetivo de conservación del hábitat para el cual se propuso esta TAF. De elegirse estos aprovechamientos, en especial 100% de los árboles, se llevaría a que la propuesta tuviera la función de una plantación forestal y no la de proveer de protección arbustiva a la codorniz moctezuma.

grasslands; as is the quail (Allen, 1994; Bentrup, 2014); and 2) the potential use of species found locally for the establishment of hedgerows and as a source of income for landowners. We chose to use the maguey (*Agave atrovirens*) given the multiple products and services that the species can provide. Likewise the hardness and thickness of the stalks once in adulthood, can prevent the passage of cattle into parcels interested in keeping.

**TAF profitability for type 2 plots**

By sensitivity analysis performed for this TAF returns offered various different densities maguery plants (Table 4) as well as the possible number of pads that could be harvested from them were obtained. The results obtained for this TAF

Escenario	Desfavorable	Normal 1	Normal 2	Favorable
Compra de planta	Ejidatarios	Donativo	Ejidatarios	Donativo
Pago RF6 Conafor	No	No	Si	Si



**Figura 3. VPN de los distintos escenario para el total de parcelas Tipo 1 (241 ha).**  
**Figure 3. VPN scenario of different plots for total type 1 (241 ha).**

**Cercos vivos para parcelas prioritarias tipo 2**

La TAF seleccionada y propuesta para las parcelas tipo 2 fue la de cercos vivos con magüey. Se eligió esta TAF y no la de postes vivos por dos razones: 1) existe evidencia que señala que los postes vivos pueden perjudicar en el largo plazo a las especies de fauna que se desenvuelven en pastizales; como lo es la codorniz (Allen, 1994; Bentrup, 2014); y 2) el potencial que tiene el uso de especies encontradas localmente para el establecimiento de cercos vivos y como fuente de ingresos para los ejidatarios. Se optó por el uso del magüey (*Agave atrovirens*) dado los múltiples productos y servicios que la especie puede proveer. De igual forma la dureza y grosor de sus pencas una vez en edad adulta, pueden impedir el paso del ganado hacia el interior de las parcelas que se deseen conservar.

may serve as a reference for selecting the number of plants to sow (the distance between them) and the number of stalks to harvest.

Given the various products that can be obtained from magüey (fleshy leaves, tillers and honey water) and based on the results obtained for the VPN indicator (Figure 4) under any scenario analyzed, the proposal for the establishment of hedgerows with magüey is a proposal feasible to invest.

Similarly, in Figure 4 it can be seen how a higher plant density is greater profitability, presenting a decreasing trend with increasing distance between them. At the same time the figures we can see how even a greater distance than normal (2m) for intensive plantations of magüey (Aguilar *et al.*, 2014),

## Rentabilidad de la TAF para las parcelas tipo 2

Mediante el análisis de sensibilidad realizado para esta TAF se obtuvieron las diversas rentabilidades que ofrecen las diferentes densidades de plantas de maguey (Cuadro 4), así como el posible número de pencas que podrían cosecharse de las mismas. Los resultados obtenidos para esta TAF podrán servir como referencia para la selección del número de plantas a sembrar (la distancia entre éstas) y el número de pencas a cosechar.

**Cuadro 4. Cantidad de plantas necesarias para cada posible distanciamiento.**  
**Table 4. Number of plants needed for each possible distance.**

Distancia entre plantas (m)	1 ha	2 ha	Total de ha tipo 2 (29 ha)
1	187	374	5 424
1.5	125	249	3 616
2	93	187	2 712
2.5	75	149	2 170
3	62	125	1 808

Dados los diversos productos que se pueden obtener del maguey (pencas, hijuelos y agua miel) y con base en los resultados obtenidos para el indicador VPN (Figura 4), bajo cualquier escenario analizado, la propuesta del establecimiento de cercos vivos con maguey es una propuesta factible para invertir.

Igualmente, en la Figura 4 puede apreciarse cómo a una mayor densidad de plantas la rentabilidad es mayor, presentando una tendencia decreciente al aumentar el distanciamiento entre éstas. Al mismo tiempo en las figuras se puede apreciar cómo incluso con un distanciamiento mayor al normal (2 m) para plantaciones intensivas de maguey (Aguilar *et al.*, 2014), se obtienen rentabilidades positivas, lo que podría permitir que se diera un aprovechamiento de tan sólo dos pencas por maguey; cumpliendo así con un aprovechamiento sostenible para beneficio de los ejidatarios y sus familias mientras se cumple el objetivo de conservación, tal como propuso Harris (1984).

Como consecuencia de lo anterior, pudiera parecer conveniente considerar al maguey, dada su alta rentabilidad, como la especie a utilizar en ambas TAF propuestas; sin embargo, es importante considerar que la estructura del maguey (hojas gruesas y carnosas) no tiene la capacidad de proveer la cobertura arbustiva que requiere la codorniz moctezuma para realizar sus actividades cotidianas.

positive returns are obtained, which could allow a utilization be given only two pencas by maguey; thus fulfilling sustainable use for the benefit of peasant and their families while the conservation objective is met, as proposed Harris (1984).

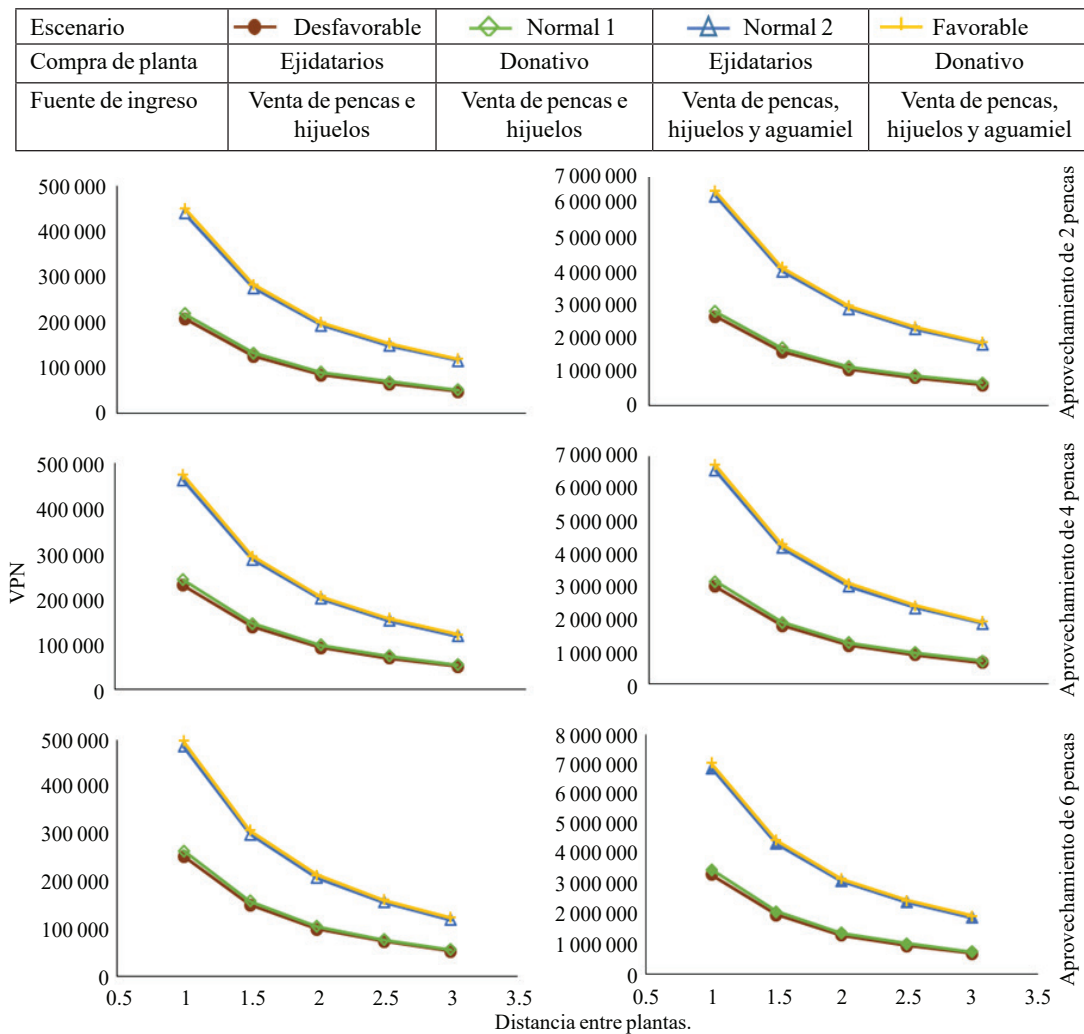
As a result of the above, it might seem appropriate to consider the maguey, given its high profitability, as the species to be used in both TAF proposals; however, it is important to consider the structure of the maguey (thick fleshy leaves) do not have the ability to provide shrub cover that requires moctezuma quail to perform everyday activities.

## Conclusions

The diagnosis of agroforestry common status allowed the selection, design and development of agroforestry technologies adapted to environmental issues such as climate, ecosystems and wildlife, and to economic and social conditions thereof. Similarly, the assessment of the current status of the Montezuma quail habitat within the UMA, allowed adapt agroforestry technologies proposed to the biophysical requirements of the species in question.

The assessment of profitability showed that agroforestry projects habitat conservation *Cyrtonyx montezumae* through alley cropping with *Juniperus deppeana* is not a profitable option for landowners, unless they possess more plots than five hectares or failing to cooperate with other peasant and implement agroforestry systems support the National Forest Program of the National Forestry Commission.

Meanwhile, agroforestry technology hedgerows with *Agave atrovirens* proved quite profitable due to multiple products that are obtained from the species and their market that exists in the region.



**Figura 4.** De izquierda a derecha, VPN de los diferentes escenarios para 2 ha y 39 ha (extensión total de las parcelas tipo 2).  
**Figure 4.** From left to right, VPN of different scenarios for 2 ha and 39 ha (total length of type 2 plots).

## Conclusiones

El diagnóstico del estado agroforestal del ejido permitió la selección, diseño y formulación de tecnologías agroforestales adaptadas a cuestiones ambientales como el clima, el ecosistema y la fauna silvestre, y a las condiciones económicas y sociales del mismo. De igual forma, la evaluación del estado actual del hábitat de la codorniz moctezuma, dentro de la UMA, permitió adaptar las tecnologías agroforestales propuestas a los requerimientos biofísicos de la especie en cuestión.

La evaluación de la rentabilidad mostró que los proyectos agroforestales de conservación del hábitat de *Cyrtonyx montezumae* mediante cultivo en callejones con *Juniperus*

Although one might think that the profitability of an agroforestry project habitat conservation is a function of plant density and percentage of use thereof, the present study can prove that the profitability of an agroforestry technology that presents a higher density and a higher percentage of use, it may be modest when contrasted with a smaller number of plants or smaller percentage of utilization, considering a tree or shrub species, whose products can transform into higher incomes. Therefore, the selection of species is a major factor in the design of agroforestry technologies that are intended to be profitable.

*End of the English version*



*depeana* no es una opción rentable para los ejidatarios, a menos que estos posean parcelas mayor a cinco hectáreas o en su defecto cooperen con otros ejidatarios y apliquen el apoyo a sistemas agroforestales del Programa Nacional Forestal de la Comisión Nacional Forestal.

Por su parte, la tecnología agroforestal de cercos vivos con *Agave atrovirens* resultó bastante rentable debido a los múltiples productos que se obtienen de la especie y el mercado de los mismos que existe en la región.

A pesar de que se podría creer que la rentabilidad de un proyecto agroforestal de conservación de hábitat está en función de la densidad de plantas y el porcentaje de aprovechamiento de las mismas, el presente estudio permite demostrar que la rentabilidad de una tecnología agroforestal que presenta una mayor densidad y un mayor porcentaje de aprovechamiento, puede resultar modesta si se contrasta con una de menor cantidad de plantas o de menor porcentaje de aprovechamiento, que considera una especie arbórea o arbustiva, cuyos productos pueden transformarse en mayores ingresos. Por lo tanto, la selección de especies es un factor primordial en el diseño de tecnologías agroforestales que se pretende sean rentables.

## Literatura citada

- Allen, A. W. 1994. Agroforestry and wildlife: opportunities and alternatives. *In: agroforestry and sustainable systems symposium*. Fort Collins, Co. 329 p.
- Aguilar, J. B.; Enríquez, V. J. R.; Rodríguez, O. G.; Granados, S. D. y Martínez, C. B. 2014. El estado actual de *Agave salmiana* y *Agave mapisaga* del Valle de México. *Rev. Mex. Agroec.* 1(2):106-120.
- Bentrup, G. 2014. A win - win on agricultural lands: creating wildlife habitat through agrforestry. *Inside Agroforestry.* 23(1):6-7.
- CONAFOR. 2003. *Juniperus depeana*. Paquetes tecnológicos. México. 534 p.
- CONAFOR. 2015. Mapa del programa Procede para el ejido El Rosario. Dpto. de conservación y restauración de suelos. CONAFOR Tlaxcala. México. 387 p.
- Ffolliott, P. F. and Brooks, K. N. 1994. Production agroforestry systems: their contribution to sustainability in the semiarid western U. S. *In: agroforestry and sustainable systems symposium*. Fort Collins, Co.
- Harris, L. D. 1984. The fragmented forest: Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. University of Chicago Press. 211 p.
- INAFED. 2006. Tlaxcala - hidrografía. 32 p.
- INEGI. 2012. Geografía. 43 pp.
- Joshi, L. M.; Van Noordwijk, E.; Martini, O. K. and Janudianto, E. N. 2013. Rapid appraisal of agroforestry practices, systems and technology (RAFT). Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre (ICRAF). 36-42 pp.
- Krishnamurthy, L. y Ávila, M. 1999. Agroforestería básica. FAO. México. 254 p.
- Menegus, B. M. y Leal, J. F. 2009. Las haciendas de Mazaquiahuc y El Rosario en los árboles de la revolución agraria 1910-1914. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 233-275 pp.
- Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA). 2015. El Rosario. Registro Agrario Nacional. México. 177 p.
- Rendón, R. 1990. Dos haciendas pulqueras en Tlaxcala 1857- 1884. Universidad Iberoamericana(UI). México. 97 pp.
- SEMARNAT. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. DOF. México, D.F. 56p.
- Villordo, A. 2013. Plan de manejo de vida silvestre para la UMA ejido El Rosario. Tlaxcala. 132 p.
- White, B.; Graham, P. and Pierce, R. A. II. 2005. Missouri bobwhite quail habitat appraisal guide. University of Missouri Extension. Missouri, U. S. A. 475 p.