

## Potencial de la asociación *Moringa* y *Ricinus* en el subtrópico veracruzano\*

### *Moringa* and *Ricinus* association potential in the sub-tropics of Veracruz

Ofelia Andrea Valdés Rodríguez<sup>1</sup>, Oliva Margarita Palacios Wassenaar<sup>2</sup>, Rafael Ruíz Hernández<sup>3</sup> y Arturo Pérez Vásquez<sup>1§</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, km. 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz, C. P. 91690. (andrea.valdes@colpos.mx; parturo@colpos.mx). <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Tropicales, Privada de Araucarias s/n Col. Periodistas, Xalapa C. P. 91019. (Olivia.palacios@gmail.com). <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Huejutla. Carretera Huejutla Chalahuiyapa S/n. Huejutla. (ralf\_hawking@hotmail.com). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: parturo@colpos.mx.

#### Resumen

Este trabajo evalúa el establecimiento de una plantación asociada de *Moringa oleifera* Lam. y *Ricinus communis* L. en un suelos erosionados del subtrópico veracruzano. Las plantas se establecieron mediante semillas durante la época de lluvias, sin riego ni abono. Se monitoreó su desarrollo en el sitio durante un periodo de 22 meses llevándose registros mensuales de medidas alométricas, así como de su productividad desde el inicio de su establecimiento. Los resultados indican una mayor capacidad de sobrevivencia de *M. oleifera* con respecto a *R. communis*, mientras que *R. communis* manifestó una mayor productividad durante el primer año. Ambas especies sobrevivieron al periodo de sequía y a los suelos pobres de la región, no obstante exhibieron una baja productividad y fuertes problemas con los insectos plaga. Los costos de inversión al primer año fueron inferiores en 86% con respecto a cultivos regionales como la caña de azúcar, aunque la relación beneficio-costo fue de sólo 7% del beneficio-costo de la caña. Se concluye que se puede recomendar el establecimiento de esta asociación, siempre que se cuente con la asesoría para controlar biológicamente las plagas, incrementar la productividad y lograr la venta de productos transformados.

**Palabras clave:** *Moringa oleifera*, *Ricinus communis*, análisis costo-beneficio, productividad, subtrópico veracruzano.

#### Abstract

This paper evaluates the establishment of an associated plantation of *Moringa oleifera* Lam. and *Ricinus communis* L. in eroded soils in the sub-tropics of Veracruz. The plants were established from seeds during the rainy season without irrigation or fertilizer. Development on the site was monitored for a period of 22 months, taking allometric monthly records, as well as their productivity since the beginning of its establishment. The results indicate a large capacity for survival of *M. oleifera* with respect to *R. communis*, while *R. communis* showed higher productivity during the first year. Both species survived the period of drought and poor soils of the region; however, they had low productivity and serious problems with insect pests. Investment costs for the first year were lower by 86% compared to regional crops such as sugar cane, although the benefit-cost ratio was only 7% of the benefit-cost. We conclude that we can recommend the establishment of this association, as long as advice for biologically control pests is guaranteed, increasing productivity and achieve sales of processed products.

**Keywords:** *Moringa oleifera*, *Ricinus communis*, cost-benefit, productivity, sub-tropical Veracruz.

\* Recibido: enero de 2014  
Aceptado: agosto de 2014

## Introducción

La agricultura en México se caracteriza por un bajo nivel de tecnificación. Esto se evidencia en los datos del último censo agrícola efectuado en el año 2007 (INEGI, 2013), donde se indica que 83% de la superficie agrícola es de temporal, sin acceso a esquemas de riego. Aunado a esto, casi la mitad del territorio nacional (49.1%) tiene un clima seco a muy seco, con precipitación anual inferior a 600 mm (SMN, 2010) y 90% de los suelos presenta algún grado de erosión (CENAPRED, 2012). En consecuencia, en estas áreas encontramos serias limitaciones para el desarrollo de las actividades agrícolas, dada la pobreza de los suelos y la escasa precipitación agravada con el cambio climático.

Esta situación impacta severamente los ingresos de los agricultores (Cotler *et al.*, 2011) y compromete la seguridad alimentaria en muchas regiones del país. Por ello, es de vital importancia establecer cultivos capaces de crecer satisfactoriamente en suelos erosionados, tolerar largos periodos de sequía y con bajos requerimientos agronómicos, tales como *Ricinus communis* L. y *Moringa oleífera* Lam. (Pérez *et al.*, 2010b; Nielsen *et al.*, 2011). *Ricinus* como planta oleaginosa presenta un porcentaje de aceite superior a la soya, el algodón y el girasol (Parente, 2003). Por otra parte, la concentración potencial de aceite en las semillas de *Moringa* se encuentra entre 31 y 47% (Falasca y Bernabé, 2008).

Además de sus semillas, *Moringa* también puede ser cultivada por el valor nutricional de su hojas, ricas en proteína (poseen todos los aminoácidos esenciales) y antioxidantes, por lo que podrían subsanar deficiencias alimentarias en zonas de alta marginación (Olson y Fahey, 2011). El cultivo de estas dos especies con fines de extracción de aceites incrementaría la producción de oleaginosas, que actualmente no cubre la demanda nacional (USDA, 2014). Ambas especies tienen largo tiempo de haber sido introducidas al país, por lo que se encuentran adaptadas a las condiciones climáticas de diversos sitios.

*Ricinus* se considera naturalizado desde la época de la colonia (Mejía, 2001), aunque las primeras referencias sobre su cultivo como plantación datan del año 1962, basado en investigaciones realizadas por el entonces Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) (Rico *et al.*, 2011). En cuanto a *Moringa*, las referencias indican que probablemente fue introducida durante los viajes de la Nao de China; pero los primeros sembradíos experimentales en el norte del país

## Introduction

Agriculture in Mexico is characterized by a low level of technology. This is evident in the data of the last agricultural census taken in 2007 (INEGI, 2013), which states that 83% of the agricultural area is through rainfed, without access to irrigation schemes whatsoever. Added to this, almost half of the country (49.1%) has a dry to very dry climate, with annual rainfall lower than 600 mm (MTF, 2010) and 90% have some degree of soil erosion (CENAPRED, 2012). Consequently, these areas are seriously limited for the development of agricultural activities, given the poor soils and low rainfall aggravated by climate change.

This situation severely affects the income of the farmers (Cotler *et al.*, 2011) and compromises food security in several regions of the country. It is therefore vital to establish crops able to grow successfully in eroded soils, tolerating long periods of drought and low agronomic requirements, such as *Ricinus communis* L. and *Moringa oleífera* Lam. (Pérez *et al.*, 2010b; Nielsen *et al.*, 2011). *Ricinus* as an oilseed plant has a higher percentage of soy, cotton and sunflower as well (Parente, 2003). On the other hand, the potential of oil concentration in *Moringa* seeds is between 31 and 47% (Falasca and Barnabas, 2008).

Besides its seeds, *Moringa* can also be cultivated by the nutritional value of their leaves, rich in protein (having all the essential amino acids) and antioxidants, which may overcome nutritional deficiencies in areas of high deprivation (Olson and Fahey, 2011). The cultivation of these two species for oil extraction increase oil production, which currently does not cover the domestic demand (USDA, 2014). Both species have long been introduced to the country, which are adapted to the climatic conditions of different sites.

*Ricinus* is considered naturalized since colonial times (Mejía, 2001), although the first references to its cultivation and plantation dates from 1962, based on a research conducted by the then, National Institute for Agricultural Research (INIA) (Rico *et al.*, 2011). As *Moringa*, references indicate that it was probably introduced during the voyages of the Nao de China; but the first pilot in the north plantings date from the decade of 1950-1960 (Olson and Fahey, 2011). Currently there are plantations of both species in

datan de la década de 1950-1960 (Olson y Fahey, 2011). Actualmente existen plantaciones de ambas especies en estados como Morelos, Oaxaca, Sinaloa, Nuevo León y Sonora, entre otros (Mercado Libre, 2014); pero por la escasa superficie sembrada y falta de registro, no figuran en las cifras oficiales de producción nacional al 2012 (SIAP, 2014). Sólo se registraron 5 ha de *Ricinus* en Michoacán para el año 2011 y las experiencias documentadas sobre el cultivo de estas especies en México son escasas, así como tampoco se localizaron reportes sobre la asociación de *Ricinus* y *Moringa* con fines comerciales (Olson y Fahey, 2011).

En el estado de Veracruz, no se tiene información sobre plantaciones de alguna de estas especies, por lo que el presente trabajo analiza el potencial de establecimiento de *Ricinus* y *Moringa* como cultivos asociados en un predio del trópico subhúmedo localizado en la región central del estado de Veracruz. Se propuso la asociación de *Ricinus* y *Moringa*, por ser *Ricinus* un cultivo de rápido crecimiento, capaz de alcanzar plena productividad al año de su siembra (Nielsen *et al.*, 2011), lo que permitiría recuperar inversiones en corto plazo, mientras se desarrolla el potencial productivo de *Moringa*, que requiere unos tres años para alcanzar su plena producción (Pérez *et al.*, 2010b). Este estudio comprende un periodo de un año, por considerarse suficiente para determinar las capacidades de sobrevivencia y productividad de ambas especies sin recibir riego ni fertilización.

## Materiales y métodos

### Material vegetal

Las semillas de *Ricinus communis* L. se recolectaron en la ciudad de San Luis Potosí, donde se encontraban formando parte de la flora de un traspatio. Las semillas de *Moringa oleifera* Lam. fueron adquiridas con un productor del estado de Morelos que las vende al menudeo. Previa a su siembra, las semillas fueron seleccionadas por su aspecto saludable y su peso. Las semillas de *Ricinus* con pesos inferiores a 200 mg y de *Moringa* semillas con pesos inferiores a 150 mg fueron descartadas. Las medidas y pesos promedio de las semillas sembradas de *Ricinus* fueron de  $14.7 \pm 0.3$  mm de largo,  $6.7 \pm 0.2$  mm de ancho y  $478.8 \pm 29.0$  mg de peso. Las de *Moringa* fueron de  $12.9 \pm 11.4$  mm de largo y  $11.4 \pm 0.8$  mm de ancho y  $268.9 \pm 42.9$  mg de peso.

States like Morelos, Oaxaca, Sinaloa, Nuevo León and Sonora, among others (Mercado Libre, 2014); but due to the low registration and lack sown area, is not included in the official figures of the national output in 2012 (SIAP, 2014). Only 5 ha of *Ricinus* occurred in Michoacán for 2011 and experiences documented on the cultivation of these species are rare in Mexico, nor reports on the association of *Ricinus* and *Moringa* commercial purposes (Olson and Fahey, 2011).

In the State of Veracruz, there is no information about planting some of these species, so this paper analyses the potential establishment of *Ricinus* and *Moringa* as intercrops in an area of tropical subhumid located in the central region of the State of Veracruz. The association of *Ricinus* and *Moringa*, being *Ricinus* a culture of rapid growth, able to reach full productivity within one year of planting (Nielsen *et al.*, 2011) was proposed, which would recoup investments in the short term, as it develops the productive potential of *Moringa* requiring about three years to reach full production (Pérez *et al.*, 2010b). This study covers a period of one year, considered sufficient to determine the capabilities of survival and productivity of both species receive no irrigation or fertilization.

## Materials and methods

### Plant material

The seeds of *Ricinus communis* L. were collected in the city of San Luis Potosí, where they were part of the flora on a backyard. The seeds of *Moringa oleifera* Lam., were acquired with a producer from the State of Morelos. Prior to sowing, the seeds were selected for their healthy appearance and weight. The seeds of *Ricinus* with less than 200 mg and *Moringa* seed weights below 150 mg were discarded. The measures and average weights of *Ricinus* seeds sown were  $14.7 \pm 0.3$  mm long,  $6.7 \pm 0.2$  mm wide and  $478.8 \pm 29.0$  mg weight. *Moringa* were  $12.9 \pm 11.4$  mm and  $\pm 0.8$  mm in width and  $268.9 \pm 42.9$  mg of weight.

### Experimental site and environmental conditions

The experimental plantation was established on the experimental field, Veracruz Campus, Graduate College of Agricultural Sciences, located in Manlio Fabio Altamirano, State of Veracruz ( $19^{\circ} 16' 00''$  north latitude,

### Sitio experimental y condiciones ambientales

La plantación experimental se estableció en terrenos experimentales del Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Este se localiza en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, estado de Veracruz (19° 16' 00" latitud norte, 96° 16' 32" longitud oeste; 16 m de altitud). Durante el periodo de experimentación, la estación meteorológica del Campus registró los datos climáticos. El promedio de temperaturas máximas fue de 30.5 °C ( $\pm 3.3$ ) y mínimas de 21 °C ( $\pm 2.7$ ); la humedad fue de 78% ( $\pm 5.9$ ) y la precipitación anual acumulada fue de 1 298 mm. Durante el primer año el periodo seco inició a partir del 30 de octubre, y permaneció hasta el 31 de mayo, cuando se registró la primera lluvia. Por tanto, las plantas no recibieron agua durante 213 días (periodo de sequía).

El terreno se caracteriza por tener suelos poco profundos y pedregosos. Un análisis físico-químico realizado al suelo indicó que éste tiene una textura arcillosa, con un pH de 6.6, densidad aparente de 1.2 g cm<sup>-3</sup>, conductividad eléctrica de 259.9  $\mu$ S, y concentraciones de N total de 0.2%, potasio soluble de 19.1 mg L<sup>-1</sup> y fósforo de 24.7 mg L<sup>-1</sup>.

### Siembra, cuidados y registro de variables

Las semillas de ambas especies fueron sembradas el 26 de septiembre de 2012, al inicio de la época de lluvias para no tener que realizar actividades de riego. El terreno fue previamente deshierbado y arado mediante tractor. La siembra consistió en sembrar tres semillas por hoyo a una distancia de 2 m sobre la misma fila y de 6 m entre hileras, para un total de tres hileras de *Ricinus* y tres de *Moringa* con una longitud de 20 m cada una. Los primeros brotes se registraron a los cinco días después de la siembra. A los siete días de la emergencia se procedió a eliminar el exceso de plantas en cada sitio de siembra, dejando solo la de mayor tamaño.

El terreno fue deshierbado cada vez que la maleza excedía los 20 cm. Las variables registradas cada mes fueron: altura de planta, diámetro del tallo, número de ramas, número de hojas y producción de semillas; así como también se registró el inicio de floración y fructificación de cada planta. Las semillas obtenidas se midieron y pesaron, tomándose una muestra aleatoria para determinar su porcentaje de aceite. Adicionalmente se registraron y recolectaron los insectos considerados dañinos para la plantación, enviándose los especímenes para su reconocimiento al Postgrado de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

96° 16' 32" west longitude, 16 m elevation). During the experimental period, the campus weather station recorded weather data. The average maximum temperature was 30.5 °C ( $\pm 3.3$ ) and minimum of 21 °C ( $\pm 2.7$ ); humidity was 78% ( $\pm 5.9$ ) and cumulative annual precipitation was 1 298 mm. During the first year the dry period began on October 30 and remained until 31 May, when the first rain was recorded. Therefore, the plants received no water for 213 days (dry period).

The terrain is characterized by shallow, stony soils. A physical-chemical analysis indicated that this soil has a clay texture, pH 6.6, bulk density 1.2 g cm<sup>-3</sup>, electrical conductivity of 259.9 mS, and total N concentrations of 0.2%, 19.1 soluble potassium mg L<sup>-1</sup> and phosphorus 24.7 mg L<sup>-1</sup>.

### Planting, care and recording variables

The seeds of both species were planted on September 26, 2012, at the beginning of the rainy season to avoid irrigation activities. The land was previously weeding and plowed by tractor. The planting consisted of planting three seeds per hole at a distance of 2 m on the same row and 6 m between rows, for a total of three rows of three *Moringa* and *Ricinus* and with a length of 20 m each. The first outbreaks were recorded five days after sowing. Within seven days of the emergence proceeded to remove excess plants in each planting site, leaving only the larger ones.

The land was weeded every time the weed exceeded 20 cm. Variables recorded each month were: plant height, stem diameter, number of branches, number of leaves and seed production; and the initiation of flowering and fruiting of each plant was also recorded. Seeds obtained were measured and weighed, taking a random sample to determine the percentage of oil. Additionally recording and collecting insects considered harmful, sending specimens for recognition to the Postgraduate College in Agricultural Sciences.

### Data analysis

Data on height and diameter of each species allowed to determine rates and growth curves, which were compared between both crops. The heights were compared using *t* tests monthly, with a significance level of 5%. Costs required to establish and maintain crops per unit area (ha) were estimated. The cost analysis was performed by comparing

## Análisis de datos

Los datos de altura y diámetro de cada especie permitieron determinar las tasas y curvas de crecimiento, que se compararon entre ambos cultivos. Las alturas se compararon mensualmente mediante pruebas de *t*, con un nivel de significancia al 5%. Se estimaron los costos requeridos para establecer y mantener los cultivos por unidad de superficie (ha). El análisis de costos se realizó comparando la asociación de *Moringa* y *Ricinus* contra dos cultivos típicos de la región y del estado de Veracruz: caña de azúcar y papaya.

Los datos para caña de azúcar se tomaron de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA, 2007) y los datos para papaya se tomaron de un paquete tecnológico desarrollado por la Fundación Produce Sinaloa (Muñozcano y Martínez, 2010). Ambos datos se actualizaron con base a los incrementos en salarios mínimos a la fecha. Dado que para los cultivos perennes como la *Moringa* y el *Ricinus* durante el primer año se realizan gastos mayores relacionados con la preparación del terreno y el establecimiento de la plantación, mismos que reducen considerablemente las ganancias, en este trabajo se estimaron los ingresos potenciales y la relación costo-beneficio considerando los dos primeros años después de la siembra. La estimación de la productividad al segundo año se realizó mediante el promedio de las últimas dos cosechas mensuales para los dos meses faltantes. Esto se realizó de esta manera ya que las cosechas de los últimos meses tendieron a estabilizarse en valores muy similares.

## Resultados

### Crecimiento

Las primeras emergencias se registraron a partir del cuarto día de la siembra y para el octavo día ya se contaba con 80% de los sitios cubiertos con semillas de *Ricinus* y 60% con las semillas de *Moringa*. La Figura 1 muestra las curvas de crecimiento promedio de las dos especies durante los primeros 16 meses de su establecimiento. Ambas especies tuvieron crecimientos estadísticamente similares hasta los 250 días después de su emergencia (marzo 2013). A partir de ese momento *Moringa* tuvo mayor crecimiento que *Ricinus*, alcanzando a los 12 meses alturas promedio de 4.3 m, con tasas de crecimiento de 23 mm por día, mientras que *Ricinus* poseía alturas promedio de 1.8 m y tasas de crecimiento de

the association of *Moringa* and *Ricinus* against two typical crops of the region and the State of Veracruz: sugarcane and papaya.

Data for sugarcane were taken from the Instituted Trusts in Relation to Agriculture (FIRA, 2007) and data for papaya were taken from a technology package developed by the Sinaloa Produce Foundation (Muñozcano and Martínez, 2010). Both figures were restated based on increases in minimum wages to the date. As for perennial crops like *Moringa* and *Ricinus* during the first year, higher expenses related to site preparation and plantation establishment, which considerably reduce these gains this paper estimated the potential revenue and are made cost-effective considering the first two years after planting. The estimate of the second year productivity was performed using the average of the last two monthly harvests for both missing months. This was done this way because the harvests in recent months tended to stabilize at very similar values.

## Results

### Growth

The first emergence was recorded from the fourth day of planting and for the eighth day already had 80% of sites covered with seeds of *Ricinus* and 60% with the seeds of *Moringa*. The Figure 1 shows the average growth curves of both species during the first 16 months of its establishment. Both species had statistically similar growth up to 250 days after emergence (March 2013). From that moment, *Moringa* had higher growth than *Ricinus*, reaching the 12-month average heights of 4.3 m, with growth rates of 23 mm per day, while *Ricinus* had average heights of 1.8 m and growth rates of 3.3 mm per day. While stem diameter of *Moringa* had average growth rates of 0.28 mm per day, and these are 10 times higher than those of *Ricinus*.

### Flowering and fruiting

*Ricinus* Flowering was recorded in 10% of the plants at 77 days of emergence and 150 days more than 63% of the plants already had fruit. Flowering began with an average height of 48 cm. Meanwhile bloom in *Moringa* appeared in more than 50% of the plants after 11 months and only

3.3 mm por día. Al mismo tiempo el diámetro del tallo de *Moringa* tenía tasas de crecimiento promedio de 0.28 mm por día, siendo éstas 10 veces superiores a las de *Ricinus*.

### Floración y producción de frutos

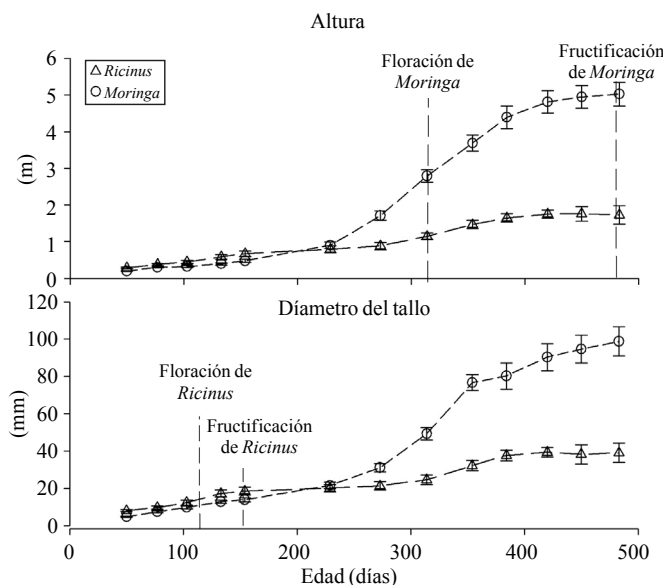
La floración de *Ricinus* se registró en 10% de las plantas a los 77 días de su emergencia y a los 150 días más de 63% de las plantas ya contaba con frutos. La floración inició con una altura promedio de 48 cm. Por su parte en *Moringa* la floración se presentó en más de 50% de las plantas hasta después de 11 meses y sólo 19% de las plantas habían producido vainas al final de primer año, lográndose la fructificación en 50% de las plantas hasta los 16 meses. El peso total de semillas recolectadas de *Ricinus* al primer año fue de 157 g por planta, con concentraciones de aceite de 55%. No se encontró diferencia con las semillas de las plantas madres, que también registraron 55% de aceite. En el caso de *Moringa* se recolectaron 51.5 g de semilla por planta, con un porcentaje de aceite de 36%, ligeramente superior al de las semillas madres, que fue de 34%.

### Plagas registradas y su efecto sobre la sobrevivencia

Al concluir un año los porcentajes de sobrevivencia de *Ricinus* y *Moringa* se encontraban en 75 y 93.3%, respectivamente. Se identificaron tres especies de insectos fitófagos en el cultivo de *Ricinus*: *Sagotylus confluens* Say, *Corythucha gossypii* y *Nezara viridula* L., (en orden de importancia) los cuales fueron observados a partir del mes de noviembre. Por su gran tamaño y abundancia, *S. confluens*, causó la muerte de 25% de las plantas antes de ser controlado mediante dos aspersiones quincenales de Carex (ingrediente activo Cipermetrina 21.46%), diluido al 2% con agua corriente, que se aplicaron durante el mes de enero de 2013. Ocho meses después se presentaron nuevamente los insectos, por lo que tuvieron que repetirse las aspersiones.

Para evitar el uso plaguicidas, las subsecuentes aspersiones se realizaron con detergente Vel Rosita® al 5% (este detergente contiene tensoactivos aniónicos y no iónico, abrillantadores ópticos, preservativos, opacificantes, colorantes y perfumes, pero no contiene fosfatos). Sin embargo, después de dos aspersiones semanales, solo lograron eliminarse *Sagotylus confluens* y *Nezara viridula*, permaneciendo *Corythucha gossypii*, que no resultó mortal para las plantas, aunque sí contribuyó a la pérdida de hojas y disminución de la producción. *Moringa* solo fue severamente afectada por

19% of the plants had produced pods at the end of first year, achieving 50% fruiting plants to 16 months. The total weight of *Ricinus* seeds collected from the first year was 157 g per plant, with oil concentrations of 55%. No difference was found in the seeds of the mother plant, which also recorded 55% oil. 51.5 g of *Moringa* seed harvested per plant, with a percentage of 36% oil, slightly higher than mothers seeds, which was 34%.



**Figura 1. Crecimiento de *Ricinus* y *Moringa*. El inicio de floración y fructificación en más de 50% de las plantas se indica con guiones verticales.** Las barras verticales representan el error estándar de la media.

**Figure 1. Growth of *Ricinus* and *Moringa*. Beginning flowering and fruiting in over 50% of the plants, indicated with vertical dashes.** Vertical bars represent the mean standard error.

### Registered pests and their effect on survival

Upon completion of the first year, survival rates of *Moringa* and *Ricinus* were at 75 and 93.3%, respectively. Three species of phytophagous insects on crops *Ricinus*, were identified: *Sagotylus confluens* Say, *Corythucha gossypii* and *Nezara viridula* L., (in order of importance) which were observed from November. Because of its size and abundance, *S. confluens*, killed 25% of the plants before being controlled by two biweekly sprays of Carex (active ingredient, Cypermethrin 21.46%), diluted at 2% with tap water, applied during the month of January 2013. Eight months later, the bugs appeared again, so sprayings were applied again.

hormigas arrieras (*Atta mexicana* Smith), que defoliaron total y repetidamente tres plántulas hasta que fueron controladas por completo mediante aplicaciones repetidas de Foley 2% (paratión metílico al 2%), que se espolvoreo sobre la base de los tallos de las plántulas y en las entradas de los hormigueros encontrados.

### Costos de inversión y relación beneficio-costo

El Cuadro 1 resume los costos de establecimiento y cuidado de los cultivos de *Ricinus* y *Moringa* en el Campus Veracruz. Los costos del rastreo de suelo se consideraron con base al costo de alquiler de la maquinaria y el operador por ha. Los costos de cosecha fueron los más elevados porque las semillas de *Ricinus* se debieron cosechar cada dos semanas para no perderlas, ya que las plantas de *Ricinus*, tuvieron madurez de semilla de forma desigual. Al mantenerse los cultivos sin fertilizantes ni riego, los costos asociados a estas actividades fueron nulos.

**Cuadro 1. Costos (en pesos mexicanos) para el establecimiento de *Ricinus communis* y *Moringa oleifera* bajo un arreglo topológico de siembra de 2 \* 3 m (1 666 plantas por ha) en la región central del estado de Veracruz (pesos mexicanos/ha).**

**Table 1. Costs (in Mexican pesos) for the establishment of *Ricinus communis* and *Moringa oleifera* under a topological arrangement of planting 2 \* 3 m (1 666 plants per ha) in the central region of the State of Veracruz (Mexican pesos/ ha).**

Actividad y/o material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Siembra				
Semilla de <i>Moringa</i>	825*3 <sup>†</sup>	semilla	0.19	470.25
Semilla de <i>Ricinus</i>	825*3 <sup>†</sup>	semilla	0.1	247.5
Barbecho	4	jornal	150	600
Rastreo	1	operación	250	250
Mano de obra para siembra	1	jornal	150	150
Deshierbe (solo durante época de lluvias)	8	jornal	150	1 200
Mano de obra para plagas	4	jornal	150	600
Productos químicos contra plagas	4	dosis	25	100
Riego y fertilización				0
Cosecha				
Mano de obra para cosechar	18	jornal	150	2 700
Otros				
Costo total anual				6 317.75

<sup>†</sup>se sembraron tres semillas por hoyo para asegurar la densidad completa.

El Cuadro 2 permite relacionar los costos de producción de *Moringa* y *Ricinus* asociados y dos cultivos tradicionales de Veracruz (papaya y caña de azúcar) durante el primer y segundo año. Se observa que la producción de *Moringa* y *Ricinus* manejó una inversión que fue menor al 15% comparada con papaya y caña de azúcar.

For avoiding pesticides, spraying was conducted with detergent Vel Rosita® at 5% (this detergent containing anionic and nonionic surfactants, optical brighteners, preservatives, opacifiers, colorants and perfumes, but it has no phosphate). However, after two weekly sprays, only managed to eliminate *Sagotylus confluens* and *Nezara viridula*, remaining *Corythucha gossypii*, which was not fatal to the plant, although it contributed to leaf loss and decreased production. *Moringa* alone was severely affected by ants (*Atta mexicana* Smith) which defoliated totally and repeatedly three seedlings until they were controlled entirely by repeated application of Foley 2% (methyl parathion 2%), which was sprinkled on the base of the stems of the seedlings and in the ant entries.

### Investment costs and benefit-cost ratio

The Table 1 summarizes the costs of establishment and care of the crops *Ricinus* and *Moringa* in the Campus Veracruz. The costs of tracking of the soil were considered

based on the cost of renting the equipment and the operator. Harvesting costs were higher because the seeds of *Ricinus* harvested every two weeks to prevent losing, as *Ricinus* plants were uneven. By keeping the crops without fertilizer or irrigation, the costs associated with these activities were not existent.

**Cuadro 2. Comparativo de costos de establecimiento (en pesos mexicanos) para *Moringa* y *Ricinus* contra dos cultivos sembrados en la región.**

**Table 2. Comparative cost of establishment (in Mexican pesos) for *Moringa* and *Ricinus* versus two crops grown in the region.**

Actividad y/o material	<i>Moringa</i> y <i>Ricinus</i>	Papaya <sup>1</sup>	Caña de azúcar <sup>2</sup>
Siembra	1 717.75	28 496	18 031.01
Control de malezas, plagas y enfermedades	1 900	23 074	5 246.04
Riego	0	1 200	4 017.7
Fertilización	0	8 031	5 373.99
Cosecha	2 700	15 267	16 766.84
Costo de establecimiento (1 <sup>er</sup> año)	7 317.75	78 048	51 235.57
Segundo año	4 600	49 552	40 611.99

<sup>1</sup>costos ajustados de Muñozcano y Martínez (2010) con base en salarios mínimos. <sup>2</sup>costos ajustados de FIRA (2007) con base en salarios mínimos.

## Discusión

### Condiciones agroclimáticas de la región

Las temperaturas (20 °C - 30 °C) y la precipitación (602 mm) registradas en la región se consideran adecuadas para ambos cultivos (García-Roa, 2003; Reyes, 2006; Rico *et al.*, 2011; Nielsen *et al.*, 2011). El clima cálido es especialmente adecuado para *Moringa*, que ve comprometida su productividad por debajo de los 14 °C (García-Roa, 2003).

En relación con los suelos, el pH registrado se encontró dentro del intervalo recomendado para ambos cultivos, no así la textura (arcillosa), ya que los suelos pesados tienden a acumular mayor cantidad de humedad y las raíces de ambos cultivos no toleran el exceso de humedad por periodos prolongados (Reyes, 2006; Nielsen *et al.*, 2011). Sin embargo, el sitio experimental tenía una pendiente aproximada de 5% y buen drenaje, sin problemas de anegamiento. Además, las lluvias solo se presentaron de manera intermitente durante cinco meses del año, por lo que la precipitación no ocasionó estancamientos de agua y no se observaron problemas de raíces, ni pérdida de plantas por pudrición en ninguna de las dos especies durante la temporada de lluvias; por lo que se puede deducir que los suelos en el sitio de estudio, aunque pesados, no presentaron problemas importantes para la sobrevivencia de la plantación.

Referente a los macronutrientes, los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio se consideran suficientes, puesto que en el caso de *Ricinus* no se recomienda mucho nitrógeno (no más de 25 kg por ha, según Soares *et al.* (2006)) porque éste sólo promueve el crecimiento vegetativo sin aumentar

The Table 2 allows us to relate production costs of the *Moringa* and *Ricinus* association, compared to two traditional crops of Veracruz (papaya and sugar cane) during the first and second year. It is observed that the production of *Moringa* and *Ricinus* managed an investment lower than 15% compared with papaya and sugar cane.

## Discussion

### Agro-climatic conditions of the region

Temperatures (20 °C - 30 °C) and precipitation (602 mm) recorded in the region are considered suitable for both crops (García-Roa, 2003; Reyes, 2006; Rico *et al.*, 2011; Nielsen *et al.*, 2011). Warm weather is especially suitable for *Moringa*, which compromised productivity below 14 °C (García-Roa, 2003).

In relation to the soil, the pH recorded was within the preferred range for both crops, not texture (clay) as heavy soils tend to accumulate more moisture and roots of crops do not tolerate both excess moisture for prolonged periods (Reyes 2006, Nielsen *et al.*, 2011). However, the experimental site was approximately 5% slope and good drainage, waterlogging smoothly. In addition, rainfall is presented only intermittently for five months, so that precipitation did not cause stagnant water and no problems were observed roots or plant loss by decay in either species during the season showers; so we can deduce that the soils in the study site, although heavy, did not present significant problems for the survival of the plantation.



la producción; y también se ha encontrado que responde muy poco al fósforo (Nielsen *et al.*, 2011). Los estudios realizados en México han encontrado que para suelos bajos en nitrógeno, aportes de fertilizantes comerciales tipo 60-40-00, pueden incrementar la producción hasta en 50%, mientras que la aplicación de estiércol bovino a razón dos toneladas por ha puede incrementar la producción 30% (Rico *et al.*, 2011). En el caso de *Moringa*, se recomienda la aplicación de 380 kg de fósforo y 280 kg de nitrógeno por ha en siembras intensivas (Price, 2000); mientras que para plantaciones de 1 600 plantas por ha en Sinaloa se recomendó la aplicación de 300 mg de KNO<sub>3</sub> por planta o bien 1 a 2 kg de estiércol o humus de lombriz por planta (Pérez *et al.*, 2010a). Dado que en la región existen bovinos, el uso de su estiércol en forma de composta podría ser una alternativa de fertilización mucho más económica y sustentable a evaluar para mejorar la productividad en el caso de la *Moringa*.

### Riesgos por plagas

El promedio de humedad (78%) en el sitio de estudio fue muy superior al recomendado para el cultivo de *Ricinus*, ya que se sugieren porcentajes inferiores a 60% para evitar plagas y hongos que atacan a esta planta (Foild *et al.*, 2001; Rico *et al.*, 2011). Esta situación se pudo apreciar al observarse una mayor presencia de insectos fitófagos al inicio del periodo de lluvias. Estos insectos demostraron una marcada preferencia por *Ricinus* sobre otras plantas adyacentes y sembradas en el campus, como *Jatropha curcas*, *Jatropha podagrica* y *Moringa*, afectando gravemente el cultivo. Fumigaciones con sustancias de baja toxicidad, como es el caso del Vel Rosita, no resultaron efectivas para el control de los insectos en *Ricinus*. La sensibilidad de *Ricinus* a *Corythucha gossypii*, ha sido documentada como un problema severo (Varón *et al.*, 2010; Rico *et al.*, 2011), y dicho insecto sólo pudo ser controlado mediante productos sistémicos, tales como el Dimetoato y el Imidacloprid, que son tóxicos (Varón *et al.*, 2010).

Por su parte, las hormigas *Atta* también resultaron ser altamente dañinas para la *Moringa*. Estos insectos se han reportado como plagas importantes para esta especie en otras regiones del país (Pérez *et al.*, 2010a). Otras amenazas no fueron evidentes en este estudio, por lo que *Moringa* no requirió mayores inversiones para el control de plagas. Los costos de control de plagas constituyeron 10% de los gastos de inversión.

Regarding macronutrients, the nitrogen, phosphorus and potassium are considered sufficient, since in the case of *Ricinus* much nitrogen is not recommended (no more than 25 kg per hectare, Soares *et al.* (2006) because it only promotes vegetative growth without increasing production; and has also been found that responds very little phosphorus (Nielsen *et al.*, 2011). Studies in Mexico have found that for soils low in nitrogen input type 60-40-00 commercial fertilizer can increase yields by up to 50%, while the application of cattle manure at a rate two tons per hectare may increase production 30% (Rich *et al.*, 2011). In *Moringa*, the application of 380 kg of phosphorus and 280 kg nitrogen per hectare in intensive crops (Price, 2000) is recommended; plantations while for 1 600 plants per ha in Sinaloa applying 300 mg of KNO<sub>3</sub> per plant or 1 to 2 kg of manure or worm castings per plant was recommended (Pérez *et al.*, 2010a). Since there are cattle in the region, using their manure as compost could be a much cheaper alternative and sustainable-evaluated to improve productivity in the case of *Moringa* fertilization.

### Pest risk

The average humidity (78%) in the study site was much higher than recommended for growing *Ricinus* as percentages below 60% are suggested to avoid pests and fungi that attack this plant (Foild *et al.*, 2001; Rico *et al.*, 2011). This situation could be seen to be an increased presence of herbivores at the beginning of the rainy season insects. These insects showed a marked preference for *Ricinus* on other adjacent plants and planted on campus, such as *Jatropha curcas*, *Jatropha podagrica* and *Moringa*, severely affecting the crop. Fumigation with substances of low toxicity, such as the Vel Rosita were not effective for the control of insects in *Ricinus*. The sensitivity of *Ricinus* to *Corythucha gossypii* has been documented as a severe problem (Varón *et al.*, 2010; Rico *et al.*, 2011), and this insect could only be controlled by systemic, such as dimethoate and imidacloprid products that are toxic (Varón *et al.*, 2010).

Meanwhile, the *Atta* ants were also found to be highly detrimental to *Moringa*. These insects have been reported as important pests for this species in other regions (Pérez *et al.*, 2010a). Other threats were not evident in this study, which did not require major investments in *Moringa* for pest control. The pest control costs constituted 10% of the investment costs.

## Desempeño y productividad

Las plantas de *Ricinus* mostraron una buena adaptación al clima de la región y las medidas y pesos de sus semillas fueron similares al promedio de semillas élite reportadas en colectas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el país, que manifiestan dimensiones promedio de 1.5 cm de largo y 1 cm de ancho, con pesos promedio de 496 mg (Barrios *et al.*, 2013). El contenido de aceite registrado en sus semillas (55%) se considera alto entre las variedades comerciales conocidas de esta especie, que reportan contenidos promedio de 45% (Nielsen *et al.*, 2011), y superior a los materiales élite de INIFAP, que fluctúan entre 47 a 50% (Rico *et al.*, 2011); mientras que un análisis de semillas recolectadas en el estado de Veracruz encontró contenidos de aceite promedio de sólo 23%, con valores máximos de 33% (Martínez *et al.*, 2009), lo que las convierte en un germoplasma muy deseable para la región.

Por otra parte, el rápido inicio de la producción de semillas de este germoplasma de *Ricinus*, lo coloca en una categoría de precoz con respecto a otros germoplasmas encontrados, que reportan inicio de cosecha para materiales precoces después de los 100 días (Zamora *et al.*, 2011) y entre 120 y 130 días para materiales élite mexicanos (Rico *et al.*, 2011; Barrios *et al.*, 2013). La producción del primer y segundo año de 129.5 kg y 327.8 kg por ha, respectivamente, fue inferior en comparación con plantaciones de otros sitios del país que han obtenido cifras promedio entre los 700 kg por ha para el estado de Michoacán (Rico *et al.*, 2011) y los 2 500 kg por ha para Chiapas (Rico *et al.*, 2011).

Aunque si se considera la baja densidad de plantas por ha<sup>-1</sup> (825) de esta plantación y el hecho de que no se aplicó ni riego ni fertilización, estos niveles productivos se pueden considerar dentro de los resultados esperados para estas condiciones, que según (Nielsen *et al.* (2011) pueden fluctuar entre 300 y 400 kg por ha. Por todas estas características, el material analizado en esta investigación se considera recomendable sobre los materiales locales para su establecimiento con fines productivos, ya que la información sobre colectas estatales no proporcionó mejores datos (Martínez *et al.*, 2009).

Las plantas de *Moringa*, aunque tuvieron en promedio altas tasas de crecimiento, consideradas típicas de su especie bajo buenas condiciones (Alfaro y Martínez, 2008), mostraron un florecimiento y fructificación tardíos en comparación con plantaciones comerciales en otros sitios del país que

## Performance and productivity

*Ricinus* plants showed good adaptation to the climate of the region and the dimensions and weight of seeds were similar to the average reported in elite seed collections of the National Research Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) in the country, manifesting average size of 1.5 cm long and 1 cm wide, with average weights of 496 mg (Barrios *et al.*, 2013). The oil content recorded in the seeds (55%) is considered high among commercial varieties known for this species, which reported average content of 45% (Nielsen *et al.*, 2011), and superior elite materials of INIFAP that ranged from 47-50% (Rico *et al.*, 2011) while an analysis of seed harvested in the State of Veracruz found average oil content of only 23%, with maximum values of 33% (Martínez *et al.*, 2009), which makes them a very desirable germplasm for the region.

Furthermore, the rapid onset of seed production of this germplasm *Ricinus*, places it in a category of early compared to other germplasm found, reporting early onset of harvest for materials after 100 days (Zamora *et al.*, 2011) and between 120 and 130 days to Mexican elite materials (Rico *et al.*, 2011; Barrios *et al.*, 2013). Production of the first and second year of 129.5 kg and 327.8 kg per ha, respectively, was lower compared to plantations elsewhere in the country that average figures were obtained from 700 kg per ha for the state of Michoacán (Rico *et al.*, 2011) and 2 500 kg per ha for Chiapas (Rico *et al.*, 2011).

Even if we consider the low density of plants per ha<sup>-1</sup> (825) of this plantation and the fact that neither irrigation nor fertilization, these production levels can be considered within the expected range for these conditions, it was not applied according to (Nielsen *et al.* (2011) can fluctuate between 300 and 400 kg per ha. For all these features, the material used in this research is considered advisable on local materials for establishing productive purposes, as the state collects no information on provided better data (Martínez *et al.*, 2009).

The plants of *Moringa*, although they were in high average growth rates, considered typical of their species under good conditions (Alfaro and Martínez, 2008), showed a flowering and late fruiting compared to commercial plantations elsewhere in the country who report onset of flowering at seven months and fruiting at 11 months (Pérez *et al.*, 2010a). A good point is that the percentage of oil on the first seeds was slightly superior than the mother seeds' (2%), and for

reportan inicio de floración a los siete meses y fructificación a los 11 meses (Pérez *et al.*, 2010a). Un buen punto es que el porcentaje de aceite de las primeras semillas fue ligueramente superior al de las semillas madres (2%) y que, para el cultivo de *Moringa*, una muy baja producción semillera durante el primer año no representa necesariamente una mala productividad, ya que esta planta también es aprovechada mediante la cosecha de sus hojas, que pueden consumirse, tanto por humanos como por el ganado, para enriquecer el contenido proteínico de la dieta o comercializarse secas para preparar infusiones con propiedades antibacteriales y antioxidantes (Alfaro y Martínez, 2008; Olson y Fahey, 2011). Ambas opciones podrían representar un ingreso adicional que todavía no es explorado en la región.

#### Posibles mercados y precios de venta

Antes de iniciar cualquier cultivo es necesario investigar la factibilidad de venta en el mercado y los precios que éste puede alcanzar. Para el caso de *Ricinus* los ingresos obtenidos aun después de dos años no resultan atractivos, principalmente debido a su bajo precio de venta (Cuadro 3). Sin embargo, se ha encontrado que con apoyos gubernamentales, como en el caso del estado de Puebla, su precio más reciente ha llegado a ser de 10 pesos por kg (Olguín, 2014), lo que en este caso generaría un beneficio-costo de 17% por hectárea hacia el segundo año.

growing *Moringa*, a very low seed production in the first year is not necessarily a bad productivity, since this plant is also harnessed by harvesting its leaves, which can be consumed both by humans and livestock, to enrich the protein content of the diet or sold dried for tea with antibacterial and antioxidant properties (Alfaro and Martínez, 2008; Olson and Fahey, 2011). Both options could represent an additional income that is not yet explored in the region.

#### Potential markets and selling prices

Before starting any cultivation is necessary to investigate the feasibility of selling in the market and the prices it can achieve. In the case of *Ricinus* income earned after two years is still not attractive, mainly because of its low price (Table 3). However, it has been found that with government support, as in the case of the State of Puebla, its latest price has come to be 10 pesos per kg (Olguín, 2014), which in this case would generate a cost-benefit of per hectare to 17% the second year.

However, in the State of Veracruz there is still no support program for this crop by the Veracruz Institute of Bioenergetics (INVERBIO), so it would be advisable to manage the official support to these authorities, thus achieving higher benefits with this crop. Regarding *Moringa*,

### Cuadro 3. Comparativo de beneficio-costo (en pesos mexicanos) estimado para *Moringa* y *Ricinus* y dos cultivos sembrados en la región en un periodo de dos años.

Table 3. Comparative benefit-cost (in Mexican pesos) estimated for *Moringa* and *Ricinus* and two crops grown in the region over a period of two years.

Cultivo		Papaya <sup>1</sup>	<i>Moringa</i>	<i>Ricinus</i>	Caña de azúcar <sup>2</sup>
Primer año					
Rendimiento	kg ha <sup>-1</sup>	110 780	0.41	129.53	1 000 000
Costo de producción	\$ ha <sup>-1</sup>	76 848	3 658.88	3 658.88	51 235.57
Precio de venta	\$ kg <sup>-1</sup>	2.85	50	4	0.53
Ingreso	\$ ha <sup>-1</sup>	315 723	20.63	518.1	95 349.89
Beneficio/costo		4.11	0.01	0.14	1.03
Segundo año					
Rendimiento	kg ha <sup>-1</sup>	110 780	142	327.81	1 000 000
Costo de producción	\$ ha <sup>-1</sup>	49 551.6	2 800	2 800	40 611.99
Precio de venta	\$ kg <sup>-1</sup>	2.85	50	4	0.53
Ingreso	\$ ha <sup>-1</sup>	315 723	7 100	1 311.24	529 721.62
Beneficio/costo		6.37	2.54	0.47	13.04

<sup>1</sup>costos ajustados de Muñozcano y Martínez (2010) con base en salarios mínimos. <sup>2</sup>costos ajustados de FIRA (2007) con base en salarios mínimos.

Sin embargo, en el estado de Veracruz aún no existe un programa de apoyo para este cultivo por parte del Instituto Veracruzano de Bioenergéticos (Inverbio), por lo que sería recomendable gestionar el apoyo oficial ante estas autoridades y así lograr mayores beneficios con este cultivo. En relación con la *Moringa*, se determinaron beneficios mayores porque los precios de venta por las semillas pueden variar desde los 50 hasta los 1 000 pesos por kg (Pérez *et al.*, 2010a; Mercado Libre, 2014), dependiendo de las cantidades que se vendan. Las hojas, que también pueden comercializarse tanto a nivel local como nacional o emplearse como complemento alimenticio para el ganado, no fueron evaluadas en este estudio, por lo que se requieren investigaciones futuras para explorar esta vía. No obstante, la venta vía internet podría ser una alternativa para conseguir clientes y lograr buenos precios de venta de semillas, aunque esto requiere de un mayor conocimiento y capacitación sobre el uso de estas tecnologías por parte de los productores, quienes normalmente carecen de recursos económicos y preparación educativa para ello. En estas circunstancias, se recomienda gestionar el apoyo de alguna institución educativa o de investigación que brinde capacitación, diseño de páginas web y conocimientos de mercadeo para la promoción de los productos.

Al compararse con otros cultivos tradicionales del estado (papaya y caña de azúcar) durante el primer año, se observa que la producción de estos cultivos asociados fue muy baja, por lo que el ingreso potencial se reduce y la relación beneficio-costeo es mínima, principalmente debido a los bajos precios de venta y productividad del *Ricinus*, que contrastan con el caso de *Moringa*, donde los altos precios de venta permiten obtener rendimientos muy atractivos, que incluso pudiesen inclinar al productor por manejarla como monocultivo. Sin embargo, es importante considerar los posibles beneficios de la asociación de estos dos cultivos como una estrategia de diversificación del sistema productivo en áreas donde la población se encuentra en condiciones de alta marginación y no cuenta con medios para realizar fuertes inversiones monetarias.

## Conclusiones

Es posible establecer cultivos asociados de *Ricinus communis* y *Moringa oleifera* sin riego ni fertilizantes en el subtrópico veracruzano, lográndose cosechas de *Ricinus* desde el primer año, con costos de inversión menores que

profits were higher because the seeds price can range from 50 to 1 000 pesos per kg (Pérez *et al.*, 2010a; Mercado Libre, 2014). The leaves, which can also be marketed both locally and nationally or used as a feed supplement for cattle, were not evaluated in this study, so further research is needed to explore this matter. However, sales via the Internet could be an alternative for customers and achieve good sales prices of seeds, although this requires more knowledge and training on the use of these technologies by farmers, who normally lack the financial resources and educational preparation for it. In these circumstances, it is recommended to manage the support of an educational or research institution that provides training, web design and marketing skills to promote their products.

When compared to other traditional crops on the State (papaya and sugar cane) during the first year, it appears that the production of these crops was quite low, so the potential income is reduced and the benefit-cost ratio is low as well, mainly due to lower selling prices and productivity *Ricinus*, which contrast with the case of *Moringa*, where high sale prices allow to obtain very attractive returns, which could even tip the handle as producer for monoculture. However, it is important to consider the potential benefits of the combination of these crops as a strategy of diversification of the productive system in areas where the population is in highly marginalized conditions and has no means to make large monetary investments.

## Conclusions

It is indeed possible to cultivate *Ricinus communis* and *Moringa oleifera* without irrigation or fertilizer in the subtropics of Veracruz, achieving harvest of *Ricinus* in the first year, with lower investment costs than other local crops, such as papaya and sugar cane. However, recovery costs should be evaluated carefully, since productivity is low and special requirements against local insects that could threaten the survival of both crops. While it is important to consider other possible benefits of establishing this crop, such as the diversification of the productive system in areas where the population is highly marginalized conditions. At these sites, the production of *Moringa* not only generate income but could also be a source of additional food. A point to consider would be the encouragement of networking for the development of products derived from these crops, which would increase the benefit of both crops and thus,

para otros cultivos locales como papaya y caña de azúcar. Sin embargo, los costos de recuperación deben valorarse cuidadosamente, ya que la productividad es baja y se requieren cuidados especiales contra los insectos locales que podrían amenazar la supervivencia de ambos cultivos. Aunque es importante considerar otros posibles beneficios del establecimiento de este cultivo, como lo es la diversificación del sistema productivo en áreas donde la población se encuentra en condiciones de alta marginación. En estos sitios, la producción de *Moringa* no solo generaría ingresos, sino que también podría ser una fuente de alimentación adicional. Un punto a considerar sería el estímulo a la creación de redes para la elaboración de productos derivados de estos cultivos, lo que permitiría incrementar el valor agregado de ambos cultivos y, por tanto, mejoraría substancialmente la relación beneficio-coste. Sin embargo, es necesario desarrollar tecnologías y facilidades que permitan realizar estas actividades, así como la venta directa de los productos al consumidor para incrementar la ganancia del productor.

## Literatura citada

- Alfaro, N. y Martínez, W. 2008. Uso y potencial de la *Moringa oleifera* Lam.) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP. Guatemala. 30 p.
- Barrios, E.; Zamarripa, C.; Canul, K.; Hernández, A.; Alarcón, C. y Chepetla, C. 2013. Evaluación de materiales élite de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en Morelos. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 1(2):27-32 pp.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2012. Erosión. México, D. F. (consultado julio, 2013). <http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/Erosion/>.
- Cotler, H.; López, C. y Martínez, S. 2011. ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. Investigación Ambiental. 3(2):31-43.
- Falasca, S. y Bernabé, M. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. Revista Virtual de REDESMA: 1 p.
- Foild, N.; Makkar, H. and Becker, K. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: proceedings of the 1<sup>st</sup> workshop what development potential for *Moringa* products? Oct. 29<sup>th</sup>- Nov 2<sup>nd</sup>. Dar Es Salaam, Tanzania. 20 p.
- García-Roa, M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. Instituto Nacional Forestal (INAFOR). 37 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2013. Censo Agropecuario 2007. México D. F. 141 p.
- substantially improving the cost-benefit ratio. However, it is necessary to develop technologies and facilities to enable these activities, as well as direct sales of consumer products to increase the profit for the producer.
- End of the English version*
- 
- 
- Martínez, D.; Partida, J. y Pérez, E. 2009. Especies vegetales para biocombustibles en sistemas agrícolas diversificados en Veracruz, México. Rev. Bras. Agroecol. 4(2):4338:4342.
- Mejía, M. 2001. Enciclopedia agropecuaria-agrícola ecológica. Terranova Editoriales. ILTLA, segunda edición, Bogotá. 443 p.
- Mercado Libre. 2014. *Moringa oleifera*. (consultado julio, 2014). <http://listado.mercadolibre.com.mx/Moringa-oleifera>.
- Muñozcano-Ruiz, M. y Martínez-Alvarado, C. 2010. Paquete tecnológico para la producción de papaya en Sinaloa. SAGARPA-Fundación Produce Sinaloa A. C. Gobierno del estado de Sinaloa. Colección Resultados de Proyectos. 37 p.
- Nielsen, F.; Hill, B. and Jongh, J de. 2011. Castor (*Ricinus communis*): potential of castor for bio-fuel production. FACT Foundation. Second Edition. 15 p.
- Olgín, I. 2014. Higuierilla poblana será más valiosa que el maíz. In: El Universal Unión Puebla. Nota periodística. 19 de abril, 2014.
- Olson, M. y Fahey, J. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Rev. Mex. Biod. 82:1071-1082.
- Parente, E. 2003. Biodiesel: una aventura tecnológica num país engraçado. Tecbio. Fortaleza. 66 p.
- Pérez, A.; de la Cruz, B.; Vázquez, G. y Obregón, J. 2010a. *Moringa oleifera*, una alternativa forrajera para Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa A. C. 15 p.
- Pérez, A.; Sánchez, T.; Armengo, N. y Reyes, F. 2010b. Características y potencialidades de *Moringa oleifera* Lam. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes 33(4):1-16.
- Price, M. 2000. The *Moringa* tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO) Technical Note. USA. (consultado enero, 2014). <http://www.echotech.org/technical/technotes/moringabiomasa.pdf>.
- Reyes, N. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Doctoral thesis. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 51 p.
- Rico, P.; Tapia, V.; Teniente, O.; González, A.; Hernández, M.; Solís-Bonilla, J. y Zamarripa-Colmenero, A. 2011. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus communis* L.) en Michoacán. Folleto técnico Núm. 1. Apatzingán. 42 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Anuario estadístico de la producción agrícola. (consultado junio, 2014). <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2010. Clima en México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (consultado noviembre, 2012). [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=80](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=80).

- Severino, L.; Barbosa, G.; de Almeida, C.; de Souza, T.; de Almeida, W.; Almeida, D.; Cardoso, G. y de Macedo, N. 2006. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(4):563-568.
- Severino, L.; Ferreira, G.; Moraes, C.; Gondim, T.; Freire, W.; Castro, D.; Cardoso, G. e Beltrão, N. 2006. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pes. Agropec. Bras.* 41(4):563-568.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2014. Major oilseeds: world supply and distribution 2014.
- Varón, E.; Moreira, M. y Corredor, J. 2010. Efecto de *Corythucha gossypii* sobre las hojas de higuierilla: criterios para su muestreo y control con insecticidas. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria.* 11(1):41-47.
- Zamora, F.; Durán, N.; Medina, M.; Torres, D.; Acosta, Y.; Moreno, R.; Alfonso, S.; Sánchez, A. y Zamora, F. 2011. Comportamiento agronómico de cultivares de tártago (*Ricinus communis* L.) en el sector Cuabana, municipio Falcón, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias.* 11(2):129-153 pp.