



# Mecanización del proceso de producción de maíz y amaranto en la región centro de México

## *Mechanization for the production process of maize and amaranth in the central highlands of Mexico*

Dra. Alma Velia Ayala-Garay; Dr. Miguel González-González; Dr. Agustín Limón-Ortega

Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Edo. México.

**RESUMEN.** Aproximadamente el 95% de los productores del centro de México son minifundistas con extensiones individuales de 3,10 ha en maíz y el 5,0 en amaranto. En las diversas zonas donde se cultivan, la tecnología utilizada es tradicional, el objetivo del trabajo fue conocer el tipo de maquinaria y equipo agrícola que los pequeños productores de amaranto utilizan en la Región Centro del país, así como identificar sus necesidades. Durante los meses de marzo a septiembre de 2014, se aplicó una encuesta dirigida productores de amaranto y maíz en los estados de Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala. De acuerdo con los resultados obtenidos, el nivel de mecanización es bajo, solo el 12% de los productores de amaranto cuentan con la maquinaria necesaria para las diferentes labores del cultivo, en maíz solo el 22%, esto se debe en gran medida a que el resto no tiene suficiente solvencia económica para la adquisición de maquinaria. El decremento en la producción por unidad de superficie, los altos costos de producción y la deficiente mecanización, son los principales problemas de los productores. En el caso de amaranto se requiere mecanización para mejorar su aceptación por un mayor número de productores y evitar ser desplazado por otros cultivos, principalmente en la cosecha. Para maíz, los productores entrevistados no considera adquirir maquinaria para llevar a cabo sus labores de cultivo, debido a los altos costos de adquisición y a los costos de mantenimiento.

**Palabras clave:** pequeños productores, implementos agrícolas, tractores.

**ABSTRACT.** About 95 % of growers in the central highlands of Mexico are typified as smallholder farmers growing 3.10 ha of maize and 5.0 of amaranth. These crops are mostly grown following traditional technologies. The objective of this work was to identify the agricultural equipment used to grow amaranth and maize in the highlands of Mexico for purposes of improvement. Maize and amaranth growers from the states of Hidalgo, Morelos, Puebla and Tlaxcala were surveyed in 2014 from March to September. According to results, the mechanization level is relatively low; only 12 and 22 percent of amaranth and maize growers, respectively, possess machinery. This is mostly due to economic constrains to acquire machinery. Other constrains are the reduction in productivity, increasing production costs and poor mechanization. To encourage the acceptance of amaranthus among farmers, it is necessary to mechanize the production process, mainly at harvest. For the case of maize, farmers consider investiment in machinery as unnecessary as it is expensive to acquires and maintain it.

**Keywords:** Mechanization, smallholder farmers, agricultural equipment, tractors.

## INTRODUCCIÓN

En los Valles Altos del Centro de México, aproximadamente el 95% de los productores son minifundistas con extensiones de 3,10 ha en maíz y el 5,0 en amaranto (INEGI, 2007). En las diversas zonas donde se cultivan, su producción se realiza con uso limitado o nulo de maquinaria e insumos que permitan maximizar el potencial del cultivo y poder incrementar la producción por hectárea, debido básicamente a que son cultivos de temporal con un manejo laborioso; además de que el empleo de mano de obra es elevado (Morales *et al.*

## INTRODUCTION

About 95 % of growers in the central highlands of Mexico are typified as smallholder farmers growing 3.10 ha of maize and 5.0 of amaranth (INEGI, 2007). The production process in this area is performed without or with minimum use of machinery and limited application of inputs which could improve productivity. This is mainly due to it is expensive to be acquired and maintained (Morales *et al.*, 2009; Ayala *et al.*, 2014; Parra & Déllano, 2012) Although this requirement

al., 2009; Ayala *et al.*, 2014; Parra y Délano, 2012). La producción primaria de estos cultivos demanda una gran cantidad de mano de obra, sobre todo en la cosecha<sup>1</sup>. De acuerdo con Cortés *et al.* (2009), si bien se genera empleo en la región, esto influye en el incremento de los costos de producción. Ortiz y Rossel (2007), y Ayala *et al.* (2014), mencionan que la principal limitante para la producción de amaranto en los pequeños productores del centro del país es la falta de maquinaria agrícola; la cual debe ser acorde a las necesidades del usuario, dependiendo del tipo de trabajo que requiera el productor para eficientar las actividades del campo. La mecanización agrícola es fundamental en el incremento de la producción, puesto que permite aumentar el área cultivada, mejorar las técnicas del cultivo y bajar los costos (Cuauhtemoc, 2011). Para llevar a cabo dicha mecanización, el pequeño agricultor necesita fuentes de energía económicas, prácticas, de fácil mantenimiento y operación, y cuya capacidad de trabajo y costos sean apropiados al tamaño del predio.

Con base en lo anterior, el objetivo del trabajo fue conocer el tipo de maquinaria y equipo agrícola que los pequeños productores de amaranto y maíz utilizan en la Región Centro del país y de esta manera identificar las necesidades que limitan la productividad de este cultivo.

## DESARROLLO DEL TEMA

Se utilizó una encuesta dirigida, que se emplea cuando no existe suficiente material informativo sobre ciertos aspectos que interesa investigar, o cuando la información no se puede obtener a través de otras técnicas (Rojas, 2002). Esta encuesta dirigida se emplea en diversas disciplinas, tanto sociales como en otras áreas, para realizar estudios de carácter exploratorio. Las encuestas fueron aplicadas durante marzo a septiembre de 2014 a 118 productores de amaranto y 128 productores de maíz (Cuadro 1) en diferentes municipios productores de ambos cultivos: Puebla (Chalchicomula de Sesma, San Salvador el Seco y Tochimilco, Cohuecan, Atzizihuacan), Tlaxcala (Huamantla, Cuapiaxtla, Nativitas y Altzanyanca), Morelos (Temoac, Tlaquiltenango. y Totolapan, Miacatlán) y en Hidalgo (Mixquiahuala, Tezontepec y Tula de Allende). Los productores fueron elegidos a través de un muestreo discrecional no probabilístico.

**CUADRO 1. Numero de encuestas realizadas a productores de maíz y amaranto en cinco estados productores del centro de México**  
**TABLE 1. Number of questionnaires applied to maize and amaranth farmers from five states of the central highlands of Mexico**

State	Number of questionnaires	
	Amaranth	Maize
Morelos	36	34
Puebla	36	22
Tlaxcala	46	30
Hidalgo		42
Total	118	128

En el cultivo de amaranto para el ciclo P-V 2013, el estado de Puebla aportó el 53% de la superficie cosechada (1 967 ha) y el 46% de la producción (2 143 t, con relación con los tres estados encuestados; Tlaxcala aportó el 35% del total de hectáreas cosechadas (1 287 ha) y el 39% de la producción

of hand labor creates seasonal jobs, it increases production costs<sup>1</sup>. According to Cortés *et al.* (2009), although employment is generated in the region, this influences in the increment of the production costs. Ortiz & Rossel (2007), and Ayala *et al.* (2014), mention that the main obstacle for the amaranth production by the small producers of the center of the country, is the lack of agricultural machinery; which should be in agreement to the user's necessities, depending on the work type that requires the producer to be efficient in the field activities. Agricultural mechanization is a key factor to increase grain yield production as it enhances the cropping areas, improves cropping practices and reduces production costs (Cuauhtemoc, 2011). To carry this out, smallholder farmers need sources of energy that are inexpensive and equipment that is easy to operate, maintain, with working capacity and costs appropriate to their farm size. As suggested by the foregoing, the objective of this work was to identify the machinery and farm equipment that smallholder farmers use to grow amaranth and maize in the central highlands of Mexico in order to identify the limiting factors of the production process.

## DEVELOPMENT OF THE TOPIC

Given the lack of background information on several aspects to accomplish this research and the difficulty to obtain that information by other means, authors decided to apply the technique of exploratory survey (Rojas, 2002). This survey technique is applied to several areas of knowledge, including social sciences, in exploratory studies.

Questionnaires were applied from March to September 2014 to a sample of 118 smallholder farmers of amaranth and 128 of maize (Table 1) from several municipalities of the states of Puebla ( Chalchicomula de Sesma, San Salvador el Seco, Tochimilco, Cohuecan, and Atzizihuacan), Tlaxcala (Huamantla, Cuapiaxtla, Nativitas and Altzanyanca), Morelos (Temoac, Tlaquiltenango. and Totolapan, Miacatlán) and Hidalgo (Mixquiahuala, Tezontepec and Tula de Allende). Both samples of smallholder farmers were selected through a non-probability sampling scheme.

The state of Puebla in the season 2013 planted 1,967 ha and harvested 2,143 t which represented 53 and 46 percent of the total amaranth area and production volume, respectively. In the same season, Tlaxcala planted 1,287 ha and harvested 1,791 t which represented 35 and 39 percent of

<sup>1</sup> BELTRÁN, J.A.: Producción de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.), fertilizado con gallinaza en Huazulco, Morelos, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Tesis de Diploma, Cuernavaca, México, 48 p., 2005.

(1,791,35 t), y Morelos solo el 4% en producción (156,5 ha) y superficie (130 t) (SIAP, 2015).

Para el caso de maíz, los cuatro estados en conjunto aportan 13% y 9% de la superficie y producción nacional, y es el principal cultivo en cada región. La superficie cosechada en Hidalgo fue de 249,674.48 ha, lo que representa el 27% a nivel estatal; en Morelos fue de 27,021.60 ha y eso corresponde al 27% del estado; en Puebla la superficie fue 547,123.27 ha, que significa el 70% de la superficie cosechada y en Tlaxcala de 108,184.00 ha que representa el 43%.

El trabajo se divide en las siguientes secciones:

**Características de las unidades de producción y de los productores.** La información que se obtuvo de los cuestionarios fue analizada con la ayuda de estadísticas descriptivas.

**Características del sistema de producción.** Para definir como se producen y sus necesidades de maquinaria.

**Medios de producción.** Se define el tipo de maquinaria con que cuentan

**Características de los equipos agrícolas.** Enfocado al tipo de equipos agrícolas con y sus principales características.

## DISCUSIÓN

### Características de las unidades de producción y de los productores

En amaranto, la edad de los productores varía entre 20 y 79 años, en promedio tienen 48. El 32% tienen una edad menor a 39 años. En maíz, la edad de los productores varía entre 21 y 90 años, en promedio tienen 52 años. Solo el 23% de ellos tiene 39 años o menos; el 77% restante, son productores de 40 a 90 años de edad. Estos datos indican que los productores permanecen activos en la producción hasta edades avanzadas. Sin embargo, resulta preocupante que sean pocos los productores relativamente jóvenes que permanecen en dicha actividad. La edad del productor es factor crucial en la adopción de innovaciones.

En cuanto a la escolaridad de los productores encuestados, el 6% restante no cuenta con ningún tipo de estudios, el 38% no concluyó la primaria, 27% terminó la primaria, el 24% cuenta con nivel de secundaria, 3% con nivel preparatoria mientras que para el nivel superior únicamente lo representa el 2% y. Diversos autores indican que el grado de escolaridad influye sobre el uso de tecnología<sup>2</sup> (Galindo, 2007).

Algunos autores mencionan que la edad del productor y el nivel de escolaridad son determinantes para las prácticas agronómicas y esto presenta un impacto en el rendimiento del cultivo, como ha sido observado en otros estudios<sup>3</sup> (Ayala *et al.*, 2014). Damián y Ramírez (2008), señalan que la apropiación de tecnología agrícola tiene una relación directa con la edad y el nivel de escolaridad.

### Características del sistema productivo

La superficie de siembra promedio es de 4,8 ha; el 70% siembra una superficie menor a las 5 ha. La producción es de temporal; en maíz tienen un rendimiento promedio de 3,9 t ha<sup>-1</sup> y en amaranto de 1,4 t ha<sup>-1</sup>. Cabe mencionar que estos rendi-

the total amaranth and production volume, respectively. Contrastingly, the state of Morelos planted and produced only 4 percent of the total area (156.5 ha) and volume (130 t) (SIAP, 2015).

These four states, for the case of maize, which is the main crop in this region, planted the equivalent to 13 percent of the national surface and produced 9 percent of the volume. The harvested area in the state of Hidalgo was 249,674.48 ha; Morelos 27,021.60 ha; Puebla 547,123.27 ha and Tlaxcala 108,184.00 ha. These agricultural surfaces represent within each state 27, 27, 70 and 43 percent, respectively.

To accomplish the objective of this work, the information was collected through questionnaires according to the following sections:

**Characteristics of the production units and farmers.** This information was analyzed by means of descriptive statistics

**Production means.** Defined as the sort of available machinery

**Characteristics of agricultural machinery.** It focuses on agricultural machinery and its main characteristics.

## DISCUSSION

### Characteristics of the production units and farmers

Mean age of amaranth farmers was 48 years and varied between 20 and 79 years. For the case of maize farmers, mean age was 52 years and varied between 21 and 90 years. Only 23 percent of the farmers are younger than 39 years while 77 percent are between 40 and 90 years old. This data was an indication that farmers keep active for their whole life. However, is worrisome that only a small portion of the young population is devoted to farming activities as the age is a crucial factor in the process of adopting innovations.

School attendance: six percent of surveyed population had null schooling; 38 percent did not finished primary school; 27 percent finished primary school; 24 percent attended secondary school; three percent attended high school and two percent university. According to several authors, level of schooling influences the degree of technology farmers can use<sup>2</sup> (Galindo, 2007).

Several authors have indicated that both, age of farmers and level of schooling, are factors that influence crop management practices which represent a potential impact on grain yields<sup>3</sup> (Ayala *et al.*, 2014). Damián & Ramírez (2008), have also reported that technology appropriation is directly related to age of farmers and level of schooling.

### Characteristics of the production system

Crops in the area are grown under rained conditions. The average farming area is 4.8 ha per farmer; 70 percent plant less than 5 ha. The average grain yield of maize and amaranth is 3.9 and 1.4 t ha<sup>-1</sup>, respectively. These grain

<sup>2</sup> MENDOZA, M.S.: Rendimientos de cultivos y necesidades de información técnica de ejidatarios, colonos y pequeños propietarios del Valle del Yaqui, Sonora, Colegio de Postgraduados, Tesis de Maestría, México, 361 p., 1979.

<sup>3</sup> RUEDA, M.C.: Evaluación de variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.) en el noreste del estado de Morelos, Universidad Autónoma Chapingo, Tesis de Diploma, Texcoco, México, 105 p., 2003.

mientos son superiores a la media nacional, pues SIAP (2015), reportan para 2013 en maíz 3,19 t ha<sup>-1</sup> y en amaranto 1,23 t ha<sup>-1</sup>. Las características principales de estos productores es que poseen reducidas superficies, trabajan manualmente en la mayoría de las actividades y no cuentan con crédito y seguro para producir.

### Uso de maquinaria o equipo agrícola

De todas las actividades que se realizan durante el ciclo de producción, el 100 % de los productores indicaron que el barbecho, el rastreo y el surcado se realizan mecánicamente, es decir, son las únicas labores que realizan con el tractor y los implementos correspondientes. Sólo 3 de 13 actividades se puede afirmar que son realizadas con maquinaria agrícola.

La siembra del amaranto la realizan de manera manual, no cuentan con sembradoras ni equipo adecuado para hacerla. Al momento de la siembra el 15% de los productores mezclan la semilla con abono orgánico. Para controlar las malezas los productores las arrancan manualmente o con azadón durante los primeros 30 días de emergido el cultivo, o cuando las plántulas tienen entre 5 y 10 centímetros de altura.

Los productores de amaranto mencionan que se verían beneficiados con la implementación de una sembradora manual o portátil de precisión, ya que el 53% de los encuestados mencionan que tendrían un ahorro de costo por concepto de jornales en la siembra; un 41% lo haría por ahorro de costos de semilla y solo un 6% indica ventajas de versatilidad en cualquier pendiente al ser portátil.

Para la siembra de maíz, el 55% de los productores la realizan de manera mecánica; si no cuentan con sembradoras ellos alquilan equipo. Al momento de la siembra, el 35% de los productores fertiliza. El control de malezas se realiza de forma manual. El 28% de los productores realiza control de plagas y enfermedades, para la aplicación de los productos emplea mochilas de aspersión.

### Medios de producción

El 52% de los encuestados de amaranto no tienen ningún tipo de maquinaria. Sin embargo, cabe resaltar que a pesar de que los demás productores cuentan con algún tipo de maquinaria, no necesariamente son utilizados en el proceso de producción de amaranto. Los equipos o implementos con que cuentan son diversos: aspersora de mochila (13%), tractor-rastra-arado (12%), aspersoras tipo aguilón (5%), fertilizadora (3%) y sembradora mecánica (1%). El tractor-rastra-arado y en algunos casos la aspersora de mochila, son utilizados en la preparación del terreno para la producción y en el momento de aplicar algún plaguicida. En la producción de amaranto sólo 12% de los productores mencionan tener la maquinaria necesaria para las labores del cultivo, en específico las de preparación del terreno, previo a la siembra, este porcentaje coincide con los productores que cuentan con tractor-arado-rastra, pero falta la cosecha. El 88% de los productores entrevistados afirmó que no cuentan con maquinaria propia para su producción, por lo cual tienen que recurrir a la renta de esta para los trabajos de preparación del terreno.

En maíz, del total de los productores encuestados, solo el 22% cuenta con algún equipo o maquinaria agrícola. El 20.31% cuentan con un tractor, otros equipos con que cuentan incluyen la rastra (20%) y el arado (19%); implementos empleados para actividades de labranza y en algunos casos para realizar la escarda o aporque. Cabe resaltar que el 84.7% de los productores han tenido que rentar

yields are greater as compared to the national SIAP (2015), mean that was reported in 2013 for maize and amaranth as 3.19 and 1.23t ha<sup>-1</sup>, respectively. The main characteristics of those farmers are the small size of the farming area and the limited access to credit and insurance to perform the majority of the activities.

### Use of agricultural equipment

Plowing, disking and furrowing for land preparation were performed using agricultural machinery by 100 percent of the sampled population. That means that only three out of 13 activities were performed with machinery.

Amaranth was planted manually as farmers do not have the specific equipment for this operation. This part of the process is accomplished by 15 percent of the population through the mix of grain seed and organic manure. Hand weeding or hoeing is performed to control weeds during the first 30 d after emergence, when the size of the seedlings is between 5 and 10 cm high.

Amaranth farmers indicated about the potential benefits of a precision planter that is portable and manually operated. Equipment with such characteristics would represent reduction in production costs at planting, grain seed savings and operational advantages to 53, 41 and 6 of the sampled population, respectively.

Maize is planted mechanically by 55 percent of the farmers; the equipment is rented if farmers do not have their own. Fertilizer is applied at the time of planting by 35 percent of the farmers. Weed control is performed manually. Diseases are controlled by 28 percent of the farmers through the application of chemical products using back pack sprayers.

### Production

Most of the farmers (52 percent) do not have any type of machinery. Although the rest of the sampled population has some type of machinery, this is not necessarily used in the process of amaranth production. In general, the available equipment farmers have is back pack sprayer (13 percent), tractor-plow-disk (12 percent), sprayer with large boom (five percent), fertilizer distributors (three percent) and mechanical planter (one percent). Tractor-plow-disk is used for land preparation before seeding and in some cases, the backpack sprayer to apply pesticides. During the process of amaranth production, 12 percent of the farmers have the agricultural equipment for land preparation and cultivation work. This figure coincides with the percentage of farmers that have tractor-plow-disk. According to the foremost paragraph, 88 percent of the surveyed population does not have machinery. Therefore, the majority of the farmers prepare their land for planting by means of renting.

For the case of maize, 22 percent of the farmers have some type of agricultural machinery. 20 percent of the sample has tractor, about the same number of farmers has disk, plow and other implements for activities like cultivation. It should be highlighted that 84.7 percent of the farmers have to rent



maquinaria en algún momento, dado que no cuentan con equipo para realizar sus actividades en el proceso de producción. La utilización de maquinaria e implementos agrícolas que faciliten la realización de actividades y permitan eficientar la productividad en el cultivo del maíz requiere de inversión para la adquisición de las mismas.

Tanto productores de amaranto como maíz (92%) considera que los altos costos de producción y la deficiente mecanización, son los principales problemas que enfrentan en la producción. Según Cuauhtémoc *et al.* (2012), a través de la mecanización se promueve el crecimiento económico, mediante mayores rendimientos por hectárea y ampliación del área cultivada, ya sea por la incorporación de nuevas tierras o por la posibilidad de realizar más de una siembra por año, en una misma unidad de superficie. Lo anterior debería replantear las políticas públicas a promover, las cuales deberían fomentar la investigación, docencia y desarrollo de maquinaria agrícola apropiada y adecuada al tamaño promedio de las propiedades agrícolas en el país. En la producción de amaranto y maíz es necesario resolver el problema de mecanización, sobre todo para pequeñas unidades de producción, pues de acuerdo a Ramírez *et al.* (2007), debido a la estructura agraria del país es inviable la modernización del minifundio con paquetes tecnológicos intensivos en capital, por dos razones fundamentales: primero, la maquinaria agrícola está diseñada para cultivar grandes extensiones de tierra y permanecería ociosa la mayor parte del ciclo agrícola; por otro lado, las pequeñas unidades de producción son incapaces de generar los recursos necesarios para capitalizarse.

En el caso de amaranto se requiere mecanización para mejorar su aceptación por un mayor número de productores y evitar ser desplazado por otros cultivos como el sorgo, ya que de acuerdo a los productores de Morelos y Puebla esto ha sucedido. El bajo índice de mecanización en la producción de amaranto puede atribuirse a que la mayoría de los productores encuestados cultivan una superficie menor a 5 has, además, ellos mencionan que la maquinaria es costosa, no tienen la suficiente solvencia económica para su adquisición y esta es no adecuada a sus pequeñas superficies, por lo que solo el 12% del total cuenta con la maquinaria adecuada.

Para maíz, como ya se mencionó, existen necesidades de mecanizar los procesos productivos del maíz. Sin embargo, los productores entrevistados no planean adquirir maquinaria para llevar a cabo sus labores de cultivo (73%), debido a los altos costos de adquisición y a los costos de mantenimiento. El desarrollo agrícola para los pequeños productores se vincula fundamentalmente con una tecnología adecuada para la producción, pues constituye uno de los motores principales que impulsa la economía agrícola y da seguridad al productor (Larqué *et al.*, 2009; Ayala *et al.*, 2013). Ramírez *et al.* (2007), mencionan que, en el centro del país, existen productores que carecen de maquinaria, esto en gran medida porque cultivan pequeñas superficies y los equipos están diseñados para cultivar grandes extensiones de tierra. Normalmente, los productores minifundistas tienen ingresos negativos o reducidos que los limitan para la compra de maquinaria.

## CONCLUSIONES

- Existe una deficiente mecanización, siendo estos los principales problemas para los productores, influyendo en gran medida en el abandono del cultivo.
- El nivel de mecanización es muy bajo, solo el 12% de los productores cuentan con maquinaria para las labores del

maquinaria at some point of the production process. It was an indication that maize production requires the investment to acquire agricultural machinery to facilitate the field operations.

Both amaranth and maize farmers (92 percent of the sample population) considered as the main production problems the high production costs and lack of mechanization. Concomitantly, Cuauhtémoc *et al.* (2012), reported that mechanization promotes economic growth through grain yield improvement. The latter has the potential to increase cropping areas and intensify cultivation. This thought should lead to rethink public policies that encourage research, teaching and development of the appropriate machinery according to the farm size in this region. To produce amaranth and maize it is necessary to solve the mechanization deficiency, overall for small production units. To produce amaranth and maize it is necessary to solve the mechanization deficiency, overall for small production units. According to Ramírez *et al.* (2007), upgrading the smallholder farms is unfeasible due to the current agrarian structure in this country. This can be ascribed to two reasons: machinery is designed to farm large areas and the small production units are unable to bring economic benefits to capitalize themselves.

To enhance the adoption of amaranth by a greater number of farmers, it is necessary to improve its mechanization to avoid its displacement by other crops like sorghum, as it has previously happened in the states of Morelos and Puebla. The low mechanization index in the process of amaranth production can be attributed to the farm size which sizes less than 5 ha. On the other hand, farmers indicated that machinery is expensive, not adequate for small farm sizes and their financial capacity is limited. Only 12 percent has the appropriate machinery.

Similarly, there are also mechanization deficiencies for the case of maize. However, 73 percent of the farmers are reluctant to acquire agricultural machinery for cropping maize as that is expensive and costs of maintenance are high. The agricultural development for smallholder farmers should be linked to the appropriate technology for production as this is one of the main driving forces of the economy and provides social security (Larqué *et al.*, 2009; Ayala *et al.*, 2013). Ramírez *et al.* (2007), mention that in the highlands of central Mexico there are farmers often constrained by lack of machinery. This is mostly due to the small surface they farm and to machinery that is designed to farm large areas. Generally, smallholder farmers have negative incomes from agriculture that impeded the acquisition of machinery.

## CONCLUSIONS

- One of the main problems for farmers is the lack of mechanization which has led to abandon the cultivation areas.
- Level of mechanization is low; only 12 and 22 percent has machinery for the cultivation of amaranth and maize, respectively. This is mostly due to economic constraints for the rest of the population.

cultivo en amaranto y 22% en maíz, esto se debe en gran medida a que el resto no cuenta con recursos económicos para la adquisición de la misma.

- En el caso de amaranto se requiere mecanización para mejorar su aceptación por un mayor número de productores y evitar ser desplazado por otros cultivos
- Para maíz, existen necesidades de mecanizar los procesos productivos del maíz. Sin embargo, los productores entrevistados no considera adquirir maquinaria para llevar a cabo sus labores de cultivo (73%), debido a los altos costos de adquisición y a los costos de mantenimiento.
- To enhance the number of amaranth producers and to avoid its replacement by other crops, it is necessary to improve mechanization.
- Similarly, mechanization is also necessary for the productive process of maize. However, 73 percent of the surveyed sample is reluctant to acquire machinery due to the high costs and maintenance.

## REFERENCIAS / REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYALA, G.A.V.; RIVAS, V.P.; CORTES, E.L.; DE LA O, O.M.; ESCOBEDO, L.D.; ESPITIA, R.E.: "La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México", *Ciencia ergo-sum*, 21(1): 47-54, 2014, ISSN: 1405-0269.
- AYALA, G.A.V.; SCHWENTESIUS, R.R.; DE LA O, O.M.; PRECIADO, R.P.; ALMAGUER, V.G.; RIVAS, V.P.: "Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, México", *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(4): 381-395, diciembre de 2013, ISSN: 1870-5472.
- CORTÉS, E.; ÁLVAREZ, F.; GONZÁLEZ, H.: "La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo", *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2): 151-160, 2009, ISSN: 1900-9607.
- CUAUHTÉMOC, N.J.; TAVARES, M.A.L.; TAVARES, M.R.L.: "Diseño de tractores agrícolas en México", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1): 05-11, marzo de 2012, ISSN: 2071-0054.
- CUAUHTEMOCR, N.J.: "Políticas de mecanización agrícola en México", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 7: 1-22, 2011, ISSN: 1850-0013.
- DAMIÁN, H.M.Á.; RAMÍREZ, V.B.: "Dependencia científica y tecnologías campesinas. El caso de los productores de maíz del estado de Tlaxcala", *Economía y Sociedad*, (21): 59-76, 2008, ISSN: 2215-3403, 1409-1070.
- GALINDO, G.G.: "El servicio de asistencia técnica a los productores de chile seco en Zacatecas", *Convergencia*, 14(43): 137-165, abril de 2007, ISSN: 1405-1435.
- INEGI: *VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, [en línea]*, Ed. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México, 2007, Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro//ca2007/Resultados\\_Agricola/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro//ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx), [Consulta: 29 de septiembre de 2016].
- LARQUÉ, S.B.S.; SANGERMAN, J.D.M.; RAMÍREZ, V.B.; SERRANO, F.M.E.: "Aspectos técnicos y caracterización del productor de durazno en el Estado de México, México", *Agricultura Técnica en México*, 35(3): 305-313, septiembre de 2009, ISSN: 0568-2517.
- MORALES, G.J.; VÁZQUEZ, M.N.; BRESSANI, C.R.: *El amaranto: Características físicas, químicas, toxicológicas y funcionales y aporte nutrición*, Ed. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zuribán (INCMNSZ), México, 269 p., 2009, ISBN: 978-607-7797-00-5.
- ORTIZ, L.H.; ROSSEL, D.: "Current status of animal traction in Mexico", *Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America*, 38(1): 83-88, 2007, ISSN: 0084-5841.
- PARRA, F.I.; DÉLANO, J.P.: "Uso de bacterias promotoras de crecimiento vegetal para aumentar la productividad de amaranto de grano", En: Espitia, R.E. (ed.), *Amaranto: ciencia y tecnología*, Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México, pp. 113-127, 2012, ISBN: 978-607-425-897-4.
- RAMÍREZ, V.B.; RAMÍREZ, V.G.; JUÁREZ, S.J.P.; CESÍN, V.A.: "Tecnología e implementos agrícolas: estudio longitudinal en una región campesina de Puebla, México", *Revista de Geografía Agrícola*, 38: 57-70, 2007, ISSN: 0186-4394.
- ROJAS, R.: *Guía para realizar investigaciones sociales*, Ed. Plaza y Valdés, México, 440 p., 2002, ISBN: 968-856-262-5.
- SIAP: *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON)*, [Windows], Ed. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), México, 2015.

Received: 27/12/2015.

Approved: 08/07/2016

Alma Velia Ayala-Garay, Investigadora, Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México, km 13.5 Carretera Los Reyes Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Méx, México, C.P. 56250, E-mail: [Ayala.alma@inifap.gob.mx](mailto:Ayala.alma@inifap.gob.mx)

Miguel González-González, E-mail: [gonzalez.miguel@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.miguel@inifap.gob.mx)

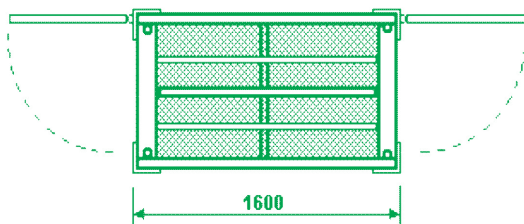
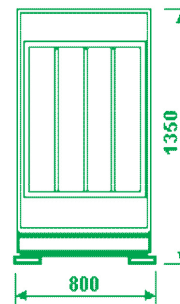
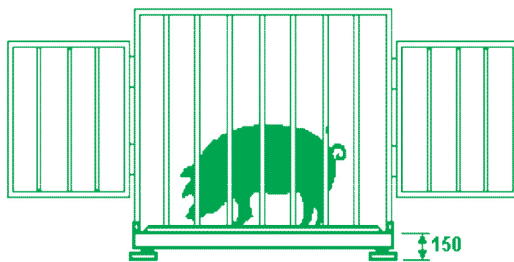
Agustín Limón-Ortega, E-mail: [limon.agustin@inifap.gob.mx](mailto:limon.agustin@inifap.gob.mx)



## AGRICULTURAL MACHINERY & MEASURE INSTRUMENTS

# SCALES FOR SWINE AND OVINES

**CEMA TED - 500**



Display digital

**CAPACITY UP TO 500 Kg**  
**PRECISION 0,2 Kg**  
**READING PRESENTATION: DIGITAL (5 DIGITS LCD)**  
**PLATFORM DIMENSIONS: 1600 X 800 mm**  
**CAGE HEIGHT: 1 350 mm**  
**PLATFORM SURFACE: METALIC WITH RUBBER FLOOR-COVERING**

**Offers requests to:**

PhD. Yanoy Morejón Mesa  
Centro de Mecanización Agropecuaria  
Autopista Nacional y Carretera de Tapaste,  
Km23, San José de las Lajas, Mayabeque,  
Cuba. Apdo. 18-19  
Tel.: (53)(47) 86 43 46  
E-mail: [yym@unah.edu.cu](mailto:yym@unah.edu.cu)