

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN XOCONOSTLE (*Opuntia joconostle* y *O. matudae*)

ORGANIC FERTILIZATION IN SOUR PRICKLY PEAR (*Opuntia joconostle* and *O. matudae*)

Patricia Zavaleta-Beckler¹, Lorenzo Javier Olivares-Orozco², David Montiel-Salero³, Aurora Chimal-Hernández⁴ y Leia Scheinvar⁵

¹Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Área: Ambiente de los Sistemas Agrícolas. DCBS. Calzada del Hueso 1100. Colonia Villa Quietud, Coyoacán, D. F., 04960. Fax: 5483-5238 (pbeckler@yahoo.com.mx). ²(olivares@cueyatl.uam.mx). ³(montiel@cueyatl.uam.mx). ⁴UAMX. Departamento del Hombre y su Ambiente. DCBS. Fax: 5594-6532 (achimal@cueyatl.uam.mx). ⁵UNAM. Jardín Botánico Exterior.

RESUMEN

Las tunas ácidas, xoconostles, son de amplio uso en la comida mexicana y poseen buenos caracteres agronómicos; sin embargo, hay pocos estudios sobre su cultivo y producción. En este trabajo se estudió el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de frutos de xoconostle en *Opuntia joconostle* cv Burro, y *O. matudae* cv Rosa y cv Blanco. El diseño experimental fue en parcelas divididas con dos tratamientos (fertilización orgánica y testigo) en las parcelas grandes y los tres tipos de xoconostle en las parcelas chicas. Se hicieron cuatro repeticiones. La dosis de fertilización orgánica fue 500 g de guano de murciélago por planta, en una sola aplicación a los 16 meses de establecida la plantación. Los resultados mostraron que las parcelas fertilizadas iniciaron el ciclo de producción a los 38 meses de plantadas, un año antes que las parcelas no fertilizadas. A los 50 meses, se dió un segundo ciclo de producción en las parcelas fertilizadas e iniciaron su primer ciclo las no fertilizadas. El tamaño, peso y producción de frutos, siempre fue mayor en el tratamiento que en el testigo. Las especies de mejor calidad agrícola fueron *Opuntia joconostle* cv Burro y *O. matudae* cv Blanco.

Palabras clave: *O. matudae* cv Blanco, *O. matudae* cv Rosa, guano de murciélago, producción, tuna.

INTRODUCCIÓN

O*puntia joconostle* y *O. matudae* producen frutos ácidos que reciben el nombre de xoconostles (tunas ácidas), que se utilizan como condimento en la comida mexicana, en la fabricación de dulces, mermeladas y bebidas. El xoconostle se conserva por varios meses en la planta sin sufrir deterioro, e incluso se conserva por varias semanas en lugares frescos y secos, sin perder sus propiedades de sabor, color y humedad. A pesar de estas cualidades, su utilización y producción está restringida a determinadas regiones geográficas. Scheinvar (1999) ha realizado estudios de biosistemática y del potencial económico de ese cultivo pero no sobre su nivel de producción.

Recibido: Septiembre, 2000. Aprobado: Noviembre, 2001.
Publicado como NOTA en *Agrociencia* 35: 609-614, 2001.

ABSTRACT

Sour prickly pears (xoconostles) are widely used in Mexican cuisine, and have good agronomic characteristics. However, there are few studies on its cultivation and production. In this research the effect of organic fertilization on the production of sour prickly pear in *Opuntia joconostle* cv Burro, and *O. matudae* cv Rosa and cv Blanco was contrasted. The experimental design was Split Plot with two treatments with or without organic fertilizer in the main plots, and the three cultivars on the subplots, with four replications. The dose of organic fertilizer was 500 g of bat's manure (guano) per plant in a single application 16 months after the establishment of the plants. The results showed that fertilized plots produced fruits 38 months after planting, one year earlier than unfertilized ones. Furthermore, fertilized plots had a second production cycle 50 months after fertilization, just when the unfertilized plots started production. The size, weight, and number of fruits were greater in the treated plots. The species with the best agricultural quality were *Opuntia joconostle* cv Burro and *O. matudae* cv Blanco.

Key words: *O. matudae* cv Blanco, *O. matudae* cv Rosa, bat guano, production, prickly pear.

INTRODUCTION

O*puntia joconostle* and *O. matudae* produce sour fruits called xoconostles (sour-prickly pear), which are used as a condiment in Mexican cuisine, as well as in the elaboration of candies, jellies and beverages. The xoconostle may remain in the plant for several months without deteriorating, and it can even be kept for several weeks in a dry and cool environment without losing flavor, color or moisture. Despite these characteristics its use and production remain restricted to certain geographical areas. Scheinvar (1999) studied the biosystemics and economic potential of this crop, but not its production level.

Opuntia joconostle grows in most of the central part of the State of Jalisco, in the tropical deciduous-leaf forest and on the xerophitic shrub in the municipalities of San Juan de los Lagos, Tepatitlán and Valle de Guadalupe. It

Opuntia joconostle está presente en gran parte del centro del estado de Jalisco, en el bosque tropical caducifolio y en el matorral xerófilo en los municipios de San Juan de los Lagos, Tepatitlán y Valle de Guadalupe y con menor abundancia en el bosque tropical caducifolio que ocupa la zona central y parte de la costa de Jalisco y en el bosque espinoso hacia la región sureste (Arreola, 1988). Se localiza también en el estado de San Luis Potosí, en La Pila, en suelo de origen ígneo (Arias y Martínez, 1988); en los municipios de Tecamac y Acolman, Edo. de Méx., en el estado de Hidalgo en los municipios de Pachuca, Zempoala y en el Valle del Mezquital, y en la zona árida Queretana-hidalguense (Sheinvar, 1988).

En la región del Valle del Mezquital, estado de Hidalgo, *Opuntia joconostle* cv Burro es el xoconostle más utilizado por los pobladores, mientras que *O. matudae* cv Rosa y cv Blanco son poco aprovechados, y no se comercializan. Mayorga *et al.* (1988) reportan en el estado de Querétaro 11 colectas de frutos de xoconostle con un promedio de peso de 53.36 g que se comercializan y que pueden ser similares a los cv Rosa y Blanco analizados. Respecto a *Opuntia joconostle*, en el estado de Zacatecas el peso promedio del fruto es de 110.7 g (Sánchez y Figueroa, 1988).

La fertilización tiene una función importante en la producción vegetal; en particular, el género *Opuntia* responde rápidamente a la aplicación de abono orgánico, a N y P, o a la combinación de éstos (Velasco y Lara, 1994).

En la producción de nopal para verdura (*Opuntia ficus-indica*), la cantidad de fertilizante es variable y alcanza 800 Mg ha⁻¹ de estiércol fresco de bovino (4 Mg ha⁻¹ de N) (Fernández *et al.*, 1992; Murillo *et al.*, 1999). Herrera y Alejandre (1992) señalan que en los primeros meses de la plantación es conveniente aplicar una capa de estiércol de bovino con un espesor aproximado de 5 cm, y para obtener producción a los seis meses, fertilizar con 2 Mg ha⁻¹ de urea (920 kg ha⁻¹ de N), dividiendo la aplicación, una parte al principio y otra al término de la temporada de lluvias (Borrego y Burgos, 1986).

Baca (1988) reporta una relación estrecha entre la falta de brotación y las deficiencias de N, P y calcio. La acumulación de nitratos (NO₃⁻) (50 a 40 mg g⁻¹ de materia seca) superior a 1.4 g kg⁻¹ de materia fresca, en cladodios de 2 a 3 años de edad, da por resultado el crecimiento de nuevos órganos (Nerd y Nobel, 1995).

Con fertilización de urea a 15%, mediante aspersión a cladodios, el número de brotes por planta (16 a 19) fue estadísticamente mayor con respecto a los no fertilizados, que presentaron 0.5 brotes por planta (López *et al.*, 1992).

La literatura consultada se refiere a la producción de tuna blanca de *Opuntia ficus-indica*. En 23 huertos, de 131 empadronados en el norte de Guanajuato, el promedio de producción por ha año⁻¹ fue de 3250 kg en 1991 y

also grows, but less abundantly, in the tropical deciduous-leaf forest of the central area, in part of the coast and in the thorny forest of the southeast region (Arreola, 1988). It is also found in the State of San Luis Potosí, in La Pila, on soils of igneous origin (Arias and Martínez, 1988); in the municipalities of Tecamac and Acolman in the Estado de México; in Pachuca, Zempoala and Valle del Mezquital in the State of Hidalgo and in the arid zone of Querétaro and Hidalgo (Scheinvar, 1988).

Opuntia joconostle cv Burro is the most widely used xoconostle in the Valle del Mezquital region of the State of Hidalgo, while *O. matudae* cv Rosa and cv Blanco are scarcely used and not commercialized. Mayorga *et al.* (1988) reported 11 harvests of xoconostle with a mean weight of 53.36 g that are commercialized in the State of Querétaro; similar to those of cv Rosa and Blanco. In the State of Zacatecas the average weight of *O. joconostle* fruit is 110.7 g (Sánchez y Figueroa, 1988).

Fertilization plays an important role in plant production. The genus *Opuntia* in particular, responds rapidly to the application of organic fertilizers, N, P, or a combination of both (Velasco and Lara, 1994).

The amount of fertilizer used in the production of edible nopal (*Opuntia ficus-indica*), varies and can reach 800 Mg ha⁻¹ of fresh cow manure (4 Mg ha⁻¹ of N) (Fernández *et al.*, 1992; Murillo *et al.*, 1999). Herrera and Alejandre (1992) point out that during the first months after planting, it is advisable to apply a layer of approximately 5 cm of cow manure; and to obtain production six months after planting, to fertilize with 2 Mg ha⁻¹ of urea (920 kg ha⁻¹ of N), half at the beginning and the rest at the end of the rainy season (Borrego and Burgos, 1986).

Baca (1988) reports a close relationship between the lack of budding and deficiencies of N, P and Ca. The accumulation of nitrates (NO₃⁻) (40 to 50 mg g⁻¹ dry matter) higher than 1.4 g kg⁻¹ of fresh matter, in 2 to 3 year old nopal stems stimulates new growth (Nerd and Nobel, 1995).

Fertilization with 15% urea by spray of nopal stems stimulated the formation buds (16 to 19), statistically higher compared with non-fertilized plants, which had 0.5 buds per plant (López *et al.*, 1992).

The available literature describes only the production of white prickly pear of *Opuntia ficus-indica*. In 23 orchards of 131 surveyed in the north of the State of Guanajuato, the yearly production mean per ha year⁻¹ was 3250 kg in 1991, and only seven of them were fertilized, but not regularly, nor with adequate doses (Mondragón and Franco, 1992). In a region of the State of Zacatecas, without fertilization, yearly production was 8.7 to 9.1 Mg ha⁻¹ (García and Flores, 1992); in San Martín de las Pirámides, Edo. de México, yield of white pickly pear was 15 Mg ha⁻¹ when

solamente en siete de ellos se fertilizó, pero no regularmente ni con las cantidades adecuadas (Mondragón y Franco, 1992). En una zona de Zacatecas, sin fertilizantes, la producción fue de 8.7 a 9.1 Mg ha⁻¹ al año, (García y Flores, 1992); en San Martín de las Pirámides, Edo. de México, el rendimiento de tuna blanca fue 15 Mg ha⁻¹ con aplicación de triple 17 (250 kg ha⁻¹) o abono orgánico (8 Mg ha⁻¹); en el altiplano Potosino-Zacatecano, con la fertilización de abono orgánico (3 Mg ha⁻¹) y sulfato de amonio (300 g por planta), la producción de frutos de tuna fue 1.25 a 3.3 Mg ha⁻¹ (De León *et al.*, 1999).

Flores (1997) reporta que en Sicilia, Italia, se obtienen rendimientos de tuna blanca de 30 Mg ha⁻¹, fertilizando una vez al año al inicio de las lluvias, con 2 kg por planta de 20-10-10 equivalente a 190-95-95 N, P, K, ha⁻¹ o con 20 kg de estiércol (0.1 kg N) por planta (47.6 kg ha⁻¹).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre el inicio de la floración, producción y peso de frutos de xoconostle en los cultivares *O. joconostle* cv Burro y *O. matudae* cvs Rosa y Blanco, en una plantación experimental establecida en la parte occidental del Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas se ubicaron 5 km al sur del poblado de Amealco, en el Municipio de Chapantongo estado de Hidalgo; a 20° 30' N y 99° 32' O, altitud de 2260 m, precipitación pluvial y temperatura promedio anual de 557 mm y 15.4 °C.

En enero de 1992 se establecieron tres cultivares de xoconostle: *Opuntia joconostle* Weber cv Burro, *Opuntia matudae* cv Rosa y *Opuntia matudae* cv Blanco, plantados bajo el sistema de un solo cladodio, orientando su cara cóncava al oriente.

La plantación se ubicó en un terreno dedicado anteriormente al cultivo de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) de temporal, con una pendiente de 4% en dirección norte-sur y en suelo luvisol crómico, de textura franco arenosa, pobre en materia orgánica e invadido por *Cynodon dactylon*, zacate estolonífero llamado pata de gallo o pasto Bermuda, el cual se mantuvo todo el tiempo por considerar que su presencia impediría el crecimiento de otras malezas. La distancia entre plantas fue de 2 m en dirección norte-sur y de 4 m en dirección este-oeste. No se regó ni se aplicó ningún tipo de plaguicida.

Se usó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones; con fertilización orgánica y testigo en las parcelas grandes. Cada repetición tuvo una superficie de 24 m² con 9 plantas (3 por cultivar) como parcelas chicas. La fertilización se hizo a los 16 meses de la plantación aplicando abono orgánico (guano de murciélago, que contenía 5.82% de N, 3.85% de P y 1.20% de K) en dosis de 500 g por planta equivalentes a 29.1 g de N, 19.2 g de P y 6 g de K, correspondientes a 36.3, 24.1 y 7.5 kg ha⁻¹ de N, P y K respectivamente. El guano se colocó a 5 cm de distancia de la base, por la parte norte de la misma, y a 5 cm de profundidad.

triple 17 (250 kg ha⁻¹) or organic fertilizer (8 Mg ha⁻¹) was applied. In the high plateau of San Luis Potosí-Zacatecas, with organic fertilizer (3 Mg ha⁻¹) and ammonium sulfate (300 g per plant), yields of 1.25 to 3.3 Mg ha⁻¹ were obtained (De León *et al.*, 1999).

Flores (1997) reports that in Sicily, Italy, harvests of white prickly pear of 30 Mg ha⁻¹, are obtained, fertilizing once a year at the beginning of the rainy season with 2 kg per plant of 20-10-10, equivalent to 190-95-95 NPK ha⁻¹ or with 20 kg of cow manure (0.1 kg N) per plant (47.6 kg ha⁻¹).

The objective of this research was to evaluate the effect of organic fertilizer on the onset of blooming, yield and weight of xoconostle fruits on *O. joconostle* cv Burro and *O. matudae* cvs Rosa and Blanco, in an experimental orchard established in the west side of the Valle del Mezquital in the State of Hidalgo.

MATERIALS AND METHODS

The plots were located 5 km south of Amealco, in the municipality of Chapantongo, Hidalgo; at 20° 30' N and 99° 32' W, at an altitude of 2260 m. The yearly average rainfall is 557 mm and mean temperature 15.4 °C.

Three cultivars of xoconostle were established in January, 1992: *Opuntia joconostle* Weber cv Burro, *Opuntia matudae* cv Rosa and *Opuntia matudae* cv Blanco. They were planted as individual stems with the concave side facing east.

The plots had been previously used for rainfed production of corn (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*), with a slope of 4% on a North-South direction. The soil is chromic luvisol, with a sandy texture, poor in organic matter content and invaded by *Cynodon dactylon*, a stoloniferous grass known as rooster foot or Bermuda grass. The grass was left there expecting that its presence would interfere with the growth of other weeds. Distance between plants was 2 m on the North-South direction and 4 m on the East-West direction. No irrigation was provided and no treatment against plagues applied.

A Split Plot Design with four replications was used; with fertilization and control as main plots. Each repetition had an area of 24 m² with nine plants (three per cultivar) as subplots. The fertilization was done 16 months after planting, using organic manure (Bat's guano containing 5.82% N, 3.85% P, and 1.20% K). Each plant received 500 g, equivalent to 29.1 g N, 19.2 g P and 6 g K, or 36.3, 24.1 and 7.5 kg ha⁻¹ N, P and K respectively. The guano was placed 5 cm away from the base of the plant, on the North side and at a depth of 5 cm.

The variables evaluated were: time to onset of budding, and number and weight of fruit in the first two years of production, in each treatment and cultivar. The yield per cultivar per hectare was calculated using the fruit weight and assuming a population of 1250 plants ha⁻¹. The results were compared using Tukey's multiple range test (p=0.01).

RESULTS AND DISCUSSION

Flower buds appeared 38 months after planting (January 1992 to March 1995) only on the fertilized cultivars. In

Las variables evaluadas fueron: tiempo de inicio de la aparición de botones florales y número y peso de frutos en los dos primeros años de producción, en cada cultivar y por tratamiento. Con esos valores se obtuvo la media de producción por planta y por hectárea, considerando, de acuerdo con la distancia entre plantas, un estimado de 1250 plantas ha⁻¹. Se compararon los resultados mediante análisis de varianza y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (p=0.01).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aparición de brotes florales se presentó a los 38 meses de establecida la plantación (de enero de 1992 a marzo de 1995), únicamente en los cultivares fertilizados, por lo que en diciembre de ese año se procedió a cosechar los frutos presentes. El número promedio más elevado de frutos por planta correspondió al cv Blanco (25), mientras que la cantidad menor (4) se presentó en el cv Rosa. El peso promedio más elevado de los frutos fue del cv Burro con 100.4 g por fruto y su producción fue 2415 kg ha⁻¹, superior a los otros cultivares (Cuadro 1).

Los rendimientos de los cultivares fertilizados Burro y Blanco, 2415 y 1628 kg ha⁻¹ respectivamente, tuvieron valores semejantes a los reportados por De León *et al.* (1999), de 1250 a 3300 kg ha⁻¹ en nopal tunero.

La aparición de brotes florales ocurrió nuevamente en el tratamiento fertilizado a los 50 meses de establecida la plantación (marzo de 1996) y en este período se presentaron por primera vez brotes florales en el tratamiento no fertilizado. En diciembre de ese año se procedió a contar y coleccionar los frutos presentes.

Los cultivares Burro y Blanco, en el tratamiento no fertilizado, presentaron un rendimiento de frutos muy bajo (55 y 25 kg ha⁻¹, respectivamente), mientras que el cv Rosa alcanzó un rendimiento calculado cercano a 1 Mg ha⁻¹. En el tratamiento fertilizado el rendimiento del cv Burro fue 9 Mg ha⁻¹, igual a lo reportado por García y Flores (1992), de 8.7 a 9.1 Mg ha⁻¹ por año de tuna en una zona de Zacatecas. El rendimiento del cv Rosa, (3.5 Mg ha⁻¹) fue muy inferior al obtenido en los cv Burro y Blanco. El peso del fruto varió entre los tratamientos y entre un año y otro; hubo una diferencia aproximada de 10 g en favor de los frutos de plantas fertilizadas. Se observó una ligera disminución de peso entre los frutos del primero (100.4 g) y segundo (96.4 g) año de cosecha para el cv Burro fertilizado (Cuadro 2).

La fertilización orgánica (500 g de guano por planta), aplicada en valores menores a lo reportado (8 kg por planta, Castellanos *et al.*, 1999; 20 kg por planta, Flores, 1997), causó diferencias (p<0.01) entre el tratamiento fertilizado y el no fertilizado: 11 771 kg ha⁻¹ contra 55 kg ha⁻¹ en el cv Burro, 9569 kg ha⁻¹ contra 25 kg ha⁻¹ en el cv Blanco y 3947 kg ha⁻¹ contra 956 kg ha⁻¹ en el cv Rosa. Este último tuvo el mejor rendimiento entre los cultivares sin fertilizar (Cuadro 3).

December of 1995 fruit was harvested. Blanco cv yielded the highest average per plant (25 fruits), while the lowest occurred in cv Rosa (4). The highest average fruit weight was for cv Burro with 100.4 g per fruit and a yield of 2415 kg ha⁻¹, superior to the other cultivars (Table 1).

The yield of the fertilized cultivars Burro and Blanco, 2415 and 1628 kg ha⁻¹ respectively, was similar to the values reported by De León *et al.* (1999) of 1250 to 3300 kg ha⁻¹ for white prickly pear.

New flower buds appeared again on the fertilized plants at 50 months after planting (March, 1996). During this period flower buds appeared for the first time on the non-fertilized plants (control group). In December of that year fruits were counted and harvested.

The cultivars Burro and Blanco, in the non-fertilized treatment had very low fruit yields (55 and 25 kg ha⁻¹), while cv Rosa reached a calculated yield close to 1 Mg ha⁻¹. In the fertilized plots the yield of cv Burro was 9 Mg ha⁻¹, akin to the one reported by García and Flores (1992), of 8.7 to 9.1 Mg ha⁻¹ per year for white prickly pear in an area in Zacatecas. The yield of cv Rosa (3.5 Mg ha⁻¹) was considerably lower than that obtained from cvs Burro and Blanco. Fruit weight varied between treatments and years, the difference was approximately 10 g in favor of the fertilized plants. A slight decrease on fruit weight of cv Burro was observed between the first (100.4 g) and second (96.4 g) year harvests (Table 2).

Addition of organic fertilizer (500 g of guano per plant) applied in amounts smaller than those reported in the literature (8 kg per plant, Castellanos *et al.*, 1999; 20 kg per plant, Flores, 1997), produced differences (p<0.01) between the fertilized and non fertilized cultivars: 11 771 kg ha⁻¹ against 55 kg ha⁻¹ in cv Burro, 9569 kg ha⁻¹ against 25 kg ha⁻¹ in cv Blanco and 3947 kg ha⁻¹ against 956 kg ha⁻¹ in cv Rosa. The last one having the best yield among the non fertilized cultivars (Table 3).

Cuadro 1. Primer ciclo de producción de xoconostles en *Opuntia joconostle* cv Burro y *Opuntia matudae* cvs Rosa y Blanco, en el tratamiento fertilizado; diciembre de 1995.

Table 1. First cycle of production of xoconostle in fertilized *Opuntia joconostle* cv Burro and *Opuntia matudae* cvs Rosa and Blanco; December, 1995.

Cultivar	Frutos planta ⁻¹	Peso fruto ⁻¹ (g)	Rendimiento [†] (kg ha ⁻¹)
Burro	19.25	100.4	2415. 8a [¶]
Rosa	4.25	61.5	326.7b
Blanco	25.75	50.6	1628.6a

[†] Calculado, considerando una densidad de 1250 plantas ha⁻¹ * Calculated, assuming a density of 1250 plants ha⁻¹.

[¶] Cifras seguidas de literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, p<0.01) * Numbers followed by different letters indicate statistically significant differences (Tukey, p<0.01).

Cuadro 2. Segundo ciclo de producción de xoconostles en *Opuntia joconostle* cv Burro y *Opuntia matudae* cv Rosa y Blanco, con y sin fertilizar, diciembre de 1996.

Table 2. Second cycle of production of Xoconostle in fertilized *Opuntia joconostle* cv Burro and *Opuntiamatudae* cv Rosa and Blanco with and without fertilization; December, 1996.

Cultivar	Frutos planta ⁻¹	Peso fruto ⁻¹ (g)	Rendimiento [†] (kg ha ⁻¹)
Sin fertilizar			
Burro	0.5	89.0	55.6d [‡]
Rosa	16.0	47.8	956.0c
Blanco	0.5	40.1	25.0d
Fertilizados			
Burro	76.5	96.4	9218.2a
Rosa	48.0	59.6	3576.0b
Blanco	127.0	50.0	7937.5a

[†] Calculado, considerando una densidad de 1,250 plantas ha⁻¹ ❖
Calculated, assuming a density of 1250 plants ha⁻¹.

[‡] Cifras seguidas de literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, p<0.01) ❖ Numbers followed by different letters indicate statistically significant differences (Tukey, p<0.01).

El cv Rosa presentó menor respuesta a la fertilización con respecto a la producción y peso de frutos, pero mejor adaptación al ambiente natural, ya que en el tratamiento no fertilizado el número de frutos por planta y su producción resultó mejor (956 contra 55 y 25 kg ha⁻¹ en los cv Burro y Blanco, respectivamente).

La fertilización (625 kg de abono orgánico ha⁻¹, equivalente a 36.3, 24.1 y 7.5 kg ha⁻¹ de N, P y K respectivamente) favoreció el desarrollo de los brotes de frutos a los 38 meses de plantados, a diferencia del tratamiento sin fertilizar, en donde no hubo ninguno. También se observaron diferencias en el tiempo de maduración entre los cultivares en el tratamiento con fertilización orgánica: los cv Burro y Rosa requirieron cinco meses, en tanto el cv Blanco, sólo tres meses.

CONCLUSIONES

La fertilización de xoconostle, *O. joconostle* cv Burro, *O. matudae* cv Rosa y *O. matudae* cv Blanco, con abono orgánico, aceleró la iniciación y fructificación a partir del tercer año de plantados (2415 kg ha⁻¹, 326 kg ha⁻¹ y 1628 kg ha⁻¹, respectivamente), mientras que en el tratamiento sin fertilizar no se registraron brotes florales. La producción en el segundo ciclo presentó diferencias estadísticas entre los cv Burro y Blanco fertilizados, frente a los cultivares no fertilizados, y entre el cv Burro fertilizado frente al cv Rosa igualmente fertilizado.

Los cv Burro y Blanco tuvieron una mayor respuesta en producción y tamaño de frutos a la fertilización orgánica, que el cv Rosa, pero este último mostró mejor adaptación a las condiciones ambientales.

Cuadro 3. Producción acumulada de xoconostles en *Opuntia joconostle* cv Burro y *Opuntia matudae* cv Rosa y Blanco, con y sin fertilizar, 1995 y 1996.

Table 3. Cummulative yield of xoconostle in *Opuntia joconostle* cv Burro and *Opuntia matudae* cv Rosa and Blanco, non fertilized and fertilized, 1995 y 1996.

Cultivar	Frutos planta ⁻¹	Peso fruto ⁻¹ (g)	Rendimiento [†] (kg ha ⁻¹)
Sin fertilizar			
Burro	0.5	89.0	55.6d [‡]
Rosa	16.0	47.8	956.0c
Blanco	0.5	40.1	25.0d
Fertilizados			
Burro	95.7	98.4	11 771.1a
Rosa	52.2	60.5	3947.6b
Blanco	152.2	50.3	9569.5a

[†] Calculado, considerando una densidad de 1250 plantas ha⁻¹ ❖
Calculated, assuming a density of 1250 plants ha⁻¹.

[‡] Cifras seguidas de literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, p<0.01) ❖ Numbers followed by different letters indicate statistically significant differences (Tukey, p<0.01).

Opuntia matudae cv Rosa showed the lowest response to fertilization in terms of yield and fruit weight. However, it was the one that adapted better to the natural environment, since the number of fruits per plant and the yield were the best of the non fertilized cultivars (956 against 55 and 25 kg ha⁻¹ in cv Burro and Blanco, respectively).

Fertilization (625 kg of organic fertilizer ha⁻¹, equivalent to 36.3, 24.1 and 7.5 kg ha⁻¹ of N, P and K) favored the development of fruit buds at 38 months from planting, as opposed to the non fertilized plants in which there were none. Some differences were also observed in relation of the time of maturation among the fertilized cultivars: cvs Burro and Rosa required five months, while cv Blanco only three.

CONCLUSIONS

The fertilization of xoconostle, *O. joconostle* cv Burro, *O. matudae* cv Rosa and *O. matudae* cv Blanco, with organic fertilizer, accelerated the onset of fructification starting on the third year after planting (2415 kg ha⁻¹, 326 kg ha⁻¹ and 1628 kg ha⁻¹, respectively). Non fertilized plants meanwhile showed no flower budding. The fruit yield of fertilized cvs Burro and Blanco during the second cycle of production showed statistical differences with all of the non fertilized cultivars, as well as between the fertilized cv Burro and cv Rosa.

The cvs Burro and Blanco showed a better response to organic fertilization in terms of yield and fruit weight, compared to Rosa. However, cv Rosa showed better adaptation to environmental conditions.

Los resultados a los 59 meses de establecida la plantación (diciembre 1996), permiten afirmar que niveles mínimos de fertilizante orgánico (con alta concentración de nitrógeno) dan lugar a rendimientos elevados en esta región.

Results at 59 months after planting (December, 1996), allow to affirm that minimal levels of organic fertilizer (with high N concentration) produce high yields in this region.

—End of the English version—

LITERATURA CITADA

- *—
- Arias, M. C. G. y M. A. Martínez C. 1988. Jardín de introducción de procedencias de Nopal (*Opuntia spp.*). In: Memoria de la III Reunión Nacional y I Reunión Internacional. El Nopal. 10-14 de octubre. Saltillo, Coah. México. pp: 81-86.
- Arreola, N. H. J. 1988. Distribución de las especies de *Opuntia* en Jalisco. In: Memoria de la III Reunión Nacional y I Reunión Internacional. El Nopal. 10-14 de octubre. Saltillo, Coah. México. pp: 104-110.
- Baca, C. G. A. 1988. Deficiencias nutrimentales inducidas en nopal proveniente de cultivo *in vitro*. In: Memoria de la III Reunión Nacional y I Reunión Internacional. El Nopal. 10-14 de octubre. Saltillo, Coah. México. p.163.
- Borrego, E. F. y N. Burgos V. 1986. El Nopal. Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah. México. 145 p.
- Castellanos, C. P., I. E. López C., J. M. De Luna E. y C. A. Flores V. 1999. Costos de producción y comercialización de tuna (*Opuntia spp.*) en la región de San Martín de las Pirámides. In: Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 6-10 de septiembre. San Luis Potosí, México. pp: 54-55
- De León, R. J. M., J. M. De Luna E. y C. A. Flores V. 1999. Costos de producción y comercialización de tuna (*Opuntia spp.*), en el altiplano potosino-zacatecano. In: Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 6-10 de septiembre. San Luis Potosí, México. pp: 56-57.
- Fernández, M. W. R., J. Vázquez, R. y J. A. Villalobos, L. 1992. Fertilización preliminar de nopal para verdura en Milpa Alta D.F. In: Memoria del V Congreso Nacional y III Congreso Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 11-15 de agosto. Chapingo, Edo. de Méx. pp: 57-58.
- Flores, V. C. A. 1997. La producción de tuna en San Cono, Sicilia, Italia. In: Memoria del VII Congreso Nacional y V Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 15-19 de septiembre. Monterrey, Nuevo León, México. pp: 158-159
- García, V. J. y C. Flores V. 1992. La producción y comercialización de tuna en La Victoria, municipio de Pinos, Zacatecas. In: Memoria del V Congreso Nacional y III Congreso Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 11-15 de agosto. Chapingo, Edo. de Méx. pp: 112-113
- Herrera, A. G. y G. Alejandro I. 1992. El cultivo del nopal en el Estado de Durango. In: Memoria del V Congreso Nacional, III Congreso Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 11-15 de agosto. Chapingo, Edo. de Méx. p. 26.
- López, D. M., A. López J., C. Pérez M. y P. Cruz H. 1992. Respuesta del nopal (*Opuntia ficus-indica*) a la fertilización de NPK mediante aspersión a los cladodios. In: Memoria del V Congreso Nacional y III Congreso Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 11-15 de agosto. Chapingo, Edo. de Méx. p. 32.
- Mayorga, V. M. C., M. Urbiola L., G. Suárez R. y H. M. Escamilla S. 1988. Estudio agronómico de xoconostle *Opuntia spp.* en la zona semiárida del Estado de Querétaro. In: Memoria de la III Reunión Nacional y I Reunión Internacional. El Nopal. 10-14 de octubre. Saltillo, Coah. México. pp: 239-245.
- Mondragón, C. J. y C. Franco G. 1992. Condición productiva de huertos de nopal tunero del norte de Guanajuato. In: Memoria del V Congreso Nacional y III Congreso Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 11-15 de agosto. Chapingo, Edo. de Méx. pp: 51-52.
- Murillo, A. B., E. Troyo D. y A. Villaseñor B. 1999. Efectos del estiércol de bovinos en cultivos de nopal tunero (*Opuntia spp.*) introducido a Baja California Sur, Méx. In: Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 6-10 de septiembre. San Luis Potosí, México. pp: 87-88.
- Nerd, A. and S. Nobel P. 1995. Accumulation, partitioning and assimilation of nitrate in *Opuntia ficus-indica*. J. Plant Nutrition 18 (12): 2533-2549.
- Sánchez, V. G. y B. Figueroa S. 1988. Estudio preliminar sobre distribución y variabilidad de *O. joconostle* Weber, en el estado de Zacatecas. In: Memoria de la III Reunión Nacional y I Reunión Internacional. El Nopal. 10-14 de octubre. Saltillo, Coah. México. pp: 67-72.
- Scheinvar, L. 1988. Los nopales silvestres del estado de Querétaro en sus tipos de vegetación. In: Memoria de la III Reunión Nacional y I Internacional. El Nopal. 10-14 de octubre. Saltillo, Coah. México. p. 39.
- Scheinvar, L. 1999. Biosistemática de los xoconostles mexicanos y su potencial económico. In: Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre conocimiento y aprovechamiento de el Nopal. 6-10 de septiembre. San Luis Potosí, México. pp: 255-274.
- Velasco, E. E. and G. Lara F. 1994. Nutrition and macronutrient metabolism in prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*). Arid Soil Research and Rehabilitation 8(3): 235-246.