

DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL EN HUERTOS COMERCIALES DE OLIVO (*OLEA EUROPAEA* L.) EN FUNCIÓN A SU PRODUCTIVIDAD EN CABORCA, SONORA

NUTRITIONAL DIAGNOSIS IN COMMERCIAL ORCHARDS OF OLIVE (*OLEA EUROPAEA* L.) BASED ON THEIR PRODUCTIVITY IN CABORCA, SONORA

Rubén Macías Duarte, Raúl Leonel Grijalva Contreras y Fabián Robles Contreras

Campo Experimental de Caborca. INIFAP. Av. "S" No. 8 Norte Col. Centro. CP 83600, Caborca, Sonora.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la relación entre las condiciones nutrimentales de huertos comerciales de olivo con respecto a su nivel de productividad. El estudio se realizó en la región de Caborca, Sonora durante el año 2006. Se seleccionaron nueve huertos representativos y se clasificaron en tres tipos: productivos (mayor a 6 t ha⁻¹), medianamente productivos (4 a 6 t ha⁻¹) y de baja producción (menor a 4 t ha⁻¹). El estado nutrimental en los huertos se determinó mediante un análisis foliar y los resultados se reforzaron con análisis de suelo y agua. No hubo diferencias estadísticas en ningún nutriente entre los huertos y los valores encontrados fueron mayores que los niveles de referencia con excepción del fósforo. Tampoco se encontraron diferencias estadísticas en los parámetros de fertilidad y salinidad del suelo y las huertas que se riegan con aguas de menor calidad fueron las más productivas. El factor nutricional, condiciones de suelo y calidad de agua no explican las diferencias en productividad en los huertos de olivo en Caborca y probablemente se deba a condiciones de clima y polinización.

Palabras clave: Fertilidad, nutrientes, análisis foliar, producción.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the relation between the nutritional conditions of commercial olive orchards and their productivity level. The research was carried out in the Caborca, Sonora region during 2006. Nine representative olive orchards were selected and classified in three types: productive (greater than 6 t ha⁻¹), moderately productive (4 to 6 t ha⁻¹), and low production (below to 4 t ha⁻¹). The nutritional status of the olive orchard was determined by leaf analysis and the results were reinforced by analysis of soil and water. There were no statistical differences among the orchards and values were higher than reference levels with the exception of phosphorus. Also found no statistical differences in the fertility and soil salinity. Orchards irrigated with water of lower quality were the most productive. The nutritional factor, soil conditions and water quality do not explain the differences in productivity in the olive orchards in Caborca and it is probably due to weather conditions and pollination.

Keys word: Fertility, nutrients, leaf analysis, production.



INTRODUCCIÓN

El cultivo del olivo (*Olea europaea* L.) ocupa una superficie en México de 9,309 ha y una producción de 18,108 t anuales (SIAP, 2009). La región agrícola de Caborca, Sonora es la principal zona productora de aceituna para mesa en el país y ocupa una superficie de 2,500 ha y la principal variedad para este fin es Manzanillo (Grijalva *et al.*, 2010).

El análisis foliar es el mejor método de diagnóstico del estado nutritivo de una plantación y permite determinar adecuadamente las necesidades nutritivas y optimizar la fertilización en una plantación. El muestreo foliar debe realizarse en una época en la que las concentraciones de los elementos en la hoja sean estables, bajo las condiciones de la región de Caborca, Sonora esta etapa se presenta durante el mes de junio (Grijalva *et al.*, 2010).

Los elementos que están mayormente ligados al rendimiento en olivo son nitrógeno, fósforo, potasio y boro. El nitrógeno es el principal nutrimento y en ocasiones el único aplicado (Navarro *et al.*, 1999). El boro se reporta como un nutrimento muy importante en el olivo y la mayor demanda es durante la floración y el desarrollo del fruto (Delgado *et al.*, 1994).

Existe discrepancia sobre el efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento en árboles de olivo (Hartman, 1958) y que las aplicaciones de nitrógeno responden cuando el contenido de nitrógeno es pobre. Otros investigadores (Fernández y Marín, 1999; Fernández *et al.*, 2009) han demostrado que la fertilización tradicional basadas en aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio no tienen efecto sobre el rendimiento y que solamente responden cuando los análisis foliares están por debajo del nivel crítico. La respuesta de la fertilización en base a análisis foliares sobre el rendimiento es diferente según el cultivar (Centeno y Gómez, 2011).

El contenido de nutrientes en el suelo no siempre

esta relacionado con el de la planta, por ejemplo se han observado deficiencias de potasio en plantas establecidas en suelos ricos en potasio cuando existe falta de agua en periodos prolongados de estrés, sin embargo, el análisis del suelo es de gran utilidad para diagnosticar toxicidades causadas por un exceso de sales, y en particular, las debidas a excesos de sodio, cloro y boro (Fernández *et al.*, 1994).

Por su tolerancia a la salinidad, el olivo puede regarse con aguas que contengan sales en cantidades tóxicas para otras especies de frutales. (Fernández *et al.*, 1994). Por otra parte Castellanos *et al.* (2000) indicaron que el olivo es resistente a la salinidad en el suelo, y reportaron que a una concentración de 5,0 y 6,0 dS m⁻¹ en el extracto de saturación del suelo la planta reduce el rendimiento en 5% y 15%, respectivamente, mientras que otros frutales como la vid, naranja, ciruela y durazno con 5,0 dS m⁻¹ en el extracto de saturación reducen su rendimiento en 34, 52, 64 y 69 %, respectivamente.

Con respecto a la calidad del agua, el olivo es una especie de elevada rusticidad que permite el uso de aguas de baja calidad. Diferentes investigadores han estudiado la tolerancia del olivo a la presencia de sales. Así Fernández (2001) indicó que concentraciones de 2,0 g L⁻¹ de NaCl son normalmente toleradas por la planta y algunas variedades de olivo toleran hasta 4,0 g L⁻¹. Por otra parte Bartolini *et al.* (1991) estudiaron el efecto del NaCl y del Na₂SO₄ y también definieron a la planta como medianamente tolerante; Fernández (2001) mencionó que se usaron aguas residuales de ciudad para regar plantas jóvenes de olivo sin problema alguno. Así mismo, Troncoso *et al.* (2001) indicaron que el olivo acepta valores de conductividad eléctrica del suelo de hasta 3,0 dS m⁻¹ y a partir de este valor se pueden producir bajas en rendimiento.

El objetivo del presente trabajo fue determinar si el contenido nutrimental junto con características de suelo y agua son parte de las diferencias en

productividad en las huertas comerciales de olivo en la región de Caborca, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y huertos seleccionados

El trabajo se realizó en la región olivarera de Caborca, Sonora durante el ciclo primavera-verano del 2006. Con base a los antecedentes productivos de los diferentes huertos comerciales distribuidos en la región, estos se clasificaron en tres tipos: productivos (mayor a 6 t ha^{-1}), medianamente productivos ($4 \text{ a } 6 \text{ t ha}^{-1}$) y de baja producción (menor a 4 t ha^{-1}); posteriormente se seleccionaron tres huertos representativos en cada uno de las tres niveles de producción: productivos (SPR Gilberto Méndez, María Isabel de los olivos y SPR Porfiria Tovar), medianamente productivos (Campo Chinobampo, SPR Aguilar y SPR Luís Guzmán) y de baja producción (Ejido Morelos, Ejido el Diamante y Campo San José). En todos los huertos la variedad fue Manzanillo. Otros factores como edad de la plantación, densidad, manejo del huerto, entre otros se trató que fueran lo más uniforme posible.

El estado nutricional de los huertos de olivo se obtuvo por medio de un análisis foliar, para reforzar la interpretación y comprensión de estos resultados se apoyó con análisis de suelo y agua.

Análisis foliar, suelo y agua

El muestreo foliar se realizó del 13 al 21 de junio del 2005. El muestreo de hojas se realizó en árboles sanos representativos de cada predio, se recolectaron alrededor de 100 hojas por muestra en un total de aproximadamente 25 árboles. Las hojas se muestrearon con todo y pecíolo en brotes del año, sin frutos y situados en los cuatro puntos cardinales de la periferia del árbol a una altura media de 1,5 a 2,0 m.

El muestreo de suelo se realizó sobre las mismas huertas donde se realizó el análisis foliar. Cada muestra de suelo se formó por 20 submuestras tomadas a una profundidad de 0-30 cm en los cuatro puntos alrededor

del árbol a una distancia de 1,0 m del tronco (Uvalle, 1985) y a estas se les determinó la fertilidad y grado de salinidad.

La calidad del agua de riego, se determinó con muestras obtenidas de la parte media del "chorro" de agua después de una hora de encendido el equipo de bombeo de los pozos que riegan los huertos donde se recolectaron las muestras foliares y de suelo; posteriormente los análisis tanto foliares, suelo y agua se realizaron en un laboratorio comercial.

Análisis estadístico

El análisis estadístico usado fue bloques al azar con tres repeticiones, tomándose cada huerto como repetición en cada nivel de producción y se analizó mediante el paquete estadístico UANL (Olivares, 1994) y para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración nutrimental en las hojas no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) en ningún nutriente entre los huertos productivos, medianamente productivos y de baja producción (Tabla 1). Por otro lado, la concentración de nutrientes en la hoja en todos los elementos evaluados, se encontraron en un nivel adecuado, con excepción de fósforo, el cual fue deficiente en todos los huertos evaluados, acorde a los niveles de referencia para olivo reportados por Fernández, (2001) y Ferguson *et al.*, (2004). Los resultados encontrados coinciden a los reportados por Fernández y Marín (1999) y Fernández *et al.* (2011) donde señalan que la respuesta en rendimiento en olivo solo es afectada cuando los niveles críticos están por debajo de los niveles críticos.

Los resultados del análisis de fertilidad del suelo, tampoco presentaron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los diferentes campos clasificados en los tres niveles de productividad. Los análisis de fertilidad indicaron niveles deficientes en materia



Tabla 1 Contenido de nutrientes en hojas de olivo en huertos con diferentes niveles de productividad en la región de Caborca, Sonora.

Table 1 Nutrient content of olive leaves in orchard with different levels of productivity in Caborca, Sonora.

Huertos	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	B ppm	Na %
Productivos	2,21 ^{a*}	0,08 ^a	1,07 ^a	1,68 ^a	0,10 ^a	28,3 ^a	34,3 ^a	9,33 ^a	32,6 ^a	0,08 ^a
Medianamente productivos	2,05 ^a	0,08 ^a	1,13 ^a	1,47 ^a	0,10 ^a	30,3 ^a	32,0 ^a	10,0 ^a	34,3 ^a	0,06 ^a
Baja producción	1,98 ^a	0,09 ^a	1,14 ^a	1,52 ^a	0,09 ^a	27,6 ^a	30,6 ^a	9,0 ^a	33,6 ^a	0,05 ^a
Niveles de referencia**	1,5-2,0	0,1- 0,3	> 0,8	> 1,0	> 0,1	> 20	> 10	> 4	19-150	< 0,2

N=nitrógeno total, P=fósforo, K=potasio, Ca=calcio, Mg=magnesio, Mn=manganeso, Zn=zinc, Cu=cobre, B=boro, Na=sodio.

*Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales

** Niveles de referencia según Fernández (2001) y Ferguson *et al.* (2004)

orgánica, nitrógeno, fierro y zinc en los tres niveles productivos; así como deficientes en magnesio y cobre en los huertos de baja producción y productivos, respectivamente (Tabla 2) de acuerdo a los niveles de referencia indicados por Castellanos *et al.* (2000). Los resultados concuerdan por lo descrito por Fernández *et al.* (1994) donde señalan que el contenido de nutrientes en el suelo no siempre esta relacionado con el de la planta ya que en el presente trabajo el análisis

foliar presentó valores inferiores del nivel crítico solamente en fósforo; mientras que el de suelo fue en nitrógeno, fierro y zinc.

Los suelos que predominan en la región son los alcalinos con textura arenosa, y un pH que varía de 7,9 a 8,4 en el cual es considerado alto y debido a esto se tienen deficiencias de fósforo en los análisis foliares de todos los huertos muestreados, debido a la fijación del

Tabla 2 Fertilidad de suelos en huertos de olivo con diferente nivel de productividad en la región de Caborca, Sonora.

Table 2 Soil fertility in olive orchard with different levels of productivity in Caborca, Sonora.

Huertos	M.O. (%)	N-NO ₃ ⁻ (ppm)	P-PO ₄ ⁻ (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Productivos	0,9 ^{a*}	28,5 ^a	82,2 ^a	267 ^a	7617 ^a	273 ^a	2,80 ^a	1,1 ^a	0,9 ^a
Medianamente productivos	1,1 ^a	23,9 ^a	104,7 ^a	259 ^a	7897 ^a	443 ^a	1,96 ^a	2,2 ^a	1,4 ^a
Baja producción	0,8 ^a	17,5 ^a	47,8 ^a	201 ^a	5300 ^a	240 ^a	2,26 ^a	2,6 ^a	1,4 ^a
Niveles de referencia**	2,0	35,0	30,0	150	1600	250	6,0	2,0	1,8

M.O.= materia orgánica, N-NO₃⁻ = nitrógeno de nitratos, P-PO₄⁻ = fósforo de fosfatos, K= potasio, Ca= calcio, Mg= magnesio, Fe= fierro, Cu= cobre, Zn= zinc,

*Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales.

** Niveles de referencia según Castellanos *et al.* (2000)

calcio sobre el fósforo, además se pueden presentar deficiencias de cobre, zinc, manganeso, fierro y aluminio (Castellanos *et al.*, 2000).

Los resultados del análisis de salinidad del suelo, al igual que en los resultados anteriores, no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre huertos de los tres niveles de productividad. Lo contrastante de estos resultados es que los huertos con los suelos con menor cantidad de cloro y sodio incluso por debajo de los valores de referencia, según Castellanos *et al.* (2000) fueron los huertos de baja productividad y los otros que se encuentran muy por encima de los valores de

referencia fueron más productivos (Tabla 3). Estos resultados no concuerdan al reportado por Fernández (2001) y por Gucci y Tattini (1997) quienes indican que los iones que pueden reducir el rendimiento son cloro y sodio. De igual manera, el valor alto en la conductividad eléctrica ($5,1 \text{ dSm}^{-1}$) encontrado en los huertos medianamente productivos se esperaría una reducción en el rendimiento entre 5 y 10%. Estos resultados confirman lo reportado por (Bartolini *et al.*, 1991; Castellanos *et al.*, 2000; Fernández, 2001 y Fernández *et al.*, 1994) quienes señalan que el olivo es tolerante a problemas de salinidad y a la presencia de cloro y sodio.

Tabla 3 Salinidad de suelos en huertos de olivo con diferente productividad en la región de Caborca, Sonora.

Table 3 Soil salinity in olive orchard with different levels of productivity in Caborca, Sonora.

Huertos	C.E. dS m^{-1}	RAS	NO_3^- meq/L	PO_4^- meq/L	$\text{SO}_4^{=}$ meq/L	$\text{CO}_4^{=}$ meq/L	Cl^- meq/L	Na^+ meq/L	PSI
Productivos	3,0 ^{a*}	6,6 ^a	2,8 ^a	0,13 ^a	9,9 ^a	0,9 ^a	13,2 ^a	16,4 ^a	7,8 ^a
Medianamente productivos	5,1 ^a	7,1 ^a	1,7 ^a	0,13 ^a	17,3 ^a	0,8 ^a	27,8 ^a	25,4 ^a	8,4 ^a
Baja producción	1,7 ^a	4,0 ^a	0,9 ^a	0,09 ^a	9,1 ^a	0,9 ^a	2,5 ^a	8,2 ^a	4,4 ^a
Niveles de referencia**	1,00	<5	3,00	0,10	2,00	<1	<5	<5	

C.E.= conductividad eléctrica, RAS= relación / adsorción de sodio, NO_3^- = nitratos, PO_4^- = fosfatos, $\text{SO}_4^{=}$ = sulfatos, $\text{CO}_4^{=}$ = carbonatos, Cl^- = cloruros, Na^+ = sodio, y PSI= por ciento de sodio intercambiable.

*Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey 5%).

** Niveles de referencia según Castellanos *et al.* (2000).

Tabla 4 Análisis de agua de pozos en huertos de olivo con diferente productividad en la región de Caborca, Sonora.

Table 4 Water analysis from wells in olive orchard with different productivity in Caborca, Sonora.

Huertos	CE x 10	S.D. (ppm)	RAS	Ca meq/L	Mg meq/L	Na meq/L	Cl meq/L
Productivos	2655 ^{a*}	1699 ^a	7,7 ^a	7,9 ^a	1,5 ^a	16,9 ^a	17,0 ^a
Medianamente productivos	1458 ^b	933 ^b	3,4 ^a	5,4 ^b	2,1 ^a	6,2 ^a	9,0 ^b
Baja producción	798 ^c	511 ^c	3,7 ^a	1,9 ^c	1,1 ^a	4,2 ^a	3,3 ^c

C.E x 10= conductividad eléctrica, S.D.=sólidos disueltos, RAS= relación adsorción de sodio, Ca= calcio, Mg= magnesio, Na= sodio y Cl= cloruros.

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.



Finalmente en los parámetros evaluados en el análisis de agua se reportaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los valores de conductividad eléctrica, sólidos disueltos, calcio y cloro entre los tres niveles de productividad (Tabla 4). Los huertos más productivos, fueron aquellos que son regados con agua de la peor calidad, ya que estas contienen altas valores en conductividad eléctrica, sólidos disueltos, relación de adsorción de sodio, calcio, sodio y cloro debido a que se encuentran más cercanos al mar; mientras, que los huertos menos productivos tienen mejor calidad de agua.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de los diferentes análisis, el aspecto nutricional, propiedades del suelo y la calidad de agua no explican las diferencias en la productividad en los huertos de olivo en la región de Caborca, Sonora y probablemente se deba a condiciones climáticas y a problemas en la polinización.

REFERENCIAS

- Bartolini, G., Mazuelos, C. y Troncoso, A. 1991. Influence of Na_2SO_4 and Na Cl salt on survival, growth and mineral composition of young olive plants in inert sand culture. *Advances in Horticultural Science*. 5: 57-61.
- Castellanos, J.Z., Uvalle, B.J.X. y Aguilar, S.A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. Segunda Edición 226 p.
- Centeno, A. y Gómez del Campo M. 2011. Response of mature olive trees with adequate leaf nutrient status to additional nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Acta Horticulturae*. 888:277-280
- Delgado, A., Benlloch, M. y Fernández, E. R. 1994. Mobilization of boron in olive trees during flowering and fruit development. *HortScience*. 29: 616-618.
- Ferguson, L., Steven, S.G. y Martin, G.C. 2004. Olive production manual. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3353. pp.77- 86.
- Fernandez, E. R. 2001. Fertilización. In: El cultivo del olivo. D. Barranco., Fernández E. R. y Rallo L.(Eds.) Edición Mundi-Prensa, Madrid España. Cuarta Edición. pp. 155-284.
- Fernández, E.R., García, B.T. y Benlloch, M. 1994. Estado nutritivo de las plantaciones de olivar en la provincia de Granada. ITEA. 90:39-49.
- Fernández, E.R. y Marín, L. 1999. Nitrogen fertilization in olive orchard. *Acta Horticulturae*. 474:333-335.
- Fernández, E.R., Parra, M.A., Navarro, C. y Arquero, O. 2009. Foliar Diagnosis as guide to olive fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 7:212-223.
- Grijalva, C.R.L., López, C.A., Navarro, A.J.A.C. y Fimbres, F.A. 2010. El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. Folleto Técnico No. 41. SAGARPA-INIFAP-CECH-CECAB. 100p.
- Gucci, C. y Tattini, L. 1997. Salinity tolerance in olive. In: Jules Janick (ed). *Horticultural Reviews* Vol. 21 John Wiley & Sons. pp. 177-214.
- Hartman, H.T. 1958. Some response of the olive to nitrogen fertilizers. *Proceeding of the American Society for Horticultural Science*. 72:257-266.
- Navarro, A.J.A.C. 1999. Situación del olivo en la región de Caborca, Sonora. INIFAP-Campo Experimental Caborca. Seminario Internacional "El cultivo del olivo en el norte de México" Memoria Técnica No. 1. pp. 5-11.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAU-ANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L., México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2009. <http://www.siap.gob.mx>.
- Troncoso, A., Cantos, M., Liñas, J. y Fernández, R.J.E. 2001. Fertilización. In: El cultivo del olivo. D. Barranco., Fernández E. R. y Rallo L. (Eds.) Edición Mundi-Prensa, Madrid España. Cuarta Edición. pp. 307-322.
- Uvalle, B.J.X. 1985. Guía para recolectar muestras de suelo. Folleto Misceláneo Núm. 3. SARH-INIFAP-CIRNO-CAEVY. 12 p.