

## EFFECTOS DE LA UTILIZACIÓN DE ALPERUJO COMO ABONO ORGÁNICO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CULTIVAR CORATINA

*Aybar Vanesa E, Gómez Patricia E, Bravo María O, Herrera RE, Vergara-Avalos LF, Andrada CA*

Facultad de Ciencias Agrarias-UNCA, Maestro Quiroga 50, CP 4700, 03833 435955 int. 120  
vanesa.aybar@gmail.com

## EFFECTS OF THE USE OF ALPERUJO AS ORGANIC FERTILIZER IN BEHAVIOR CORATINA GROWING

### SUMMARY

The ever-changing increase of the olive tree surface implanted in Argentina was followed by the growth of olive oil industry. This industry generates byproducts, such as two phase olive mill waste, which are usable not only to benefit production system but also to reduce environmental impact. This work aims at evaluating the effect of alperujo application on the vegetative and productive behavior of Coratina variety in a high production year, in comparison to mineral fertilizers. The tests were carried out in an intensive Coratina plantation of Valle Central, Catamarca. The design was totally randomized with 5 repetitions for four treatments. With them, annual contributions were carried out T (without fertilization); TO (657 g of N, 30 g of P, and 889 g of K as dry alperujo); TN (162 g of N and 450 g of K as  $KNO_3$ ) and TA (416 g of N and 216 g of K for fertirrigation). Only TO overcame the crop levels of nitrogen export and potassium. TN contributed K but it was inefficient in N as TA generated an inverse situation. The differences among treatments were not statistically significant ( $p > 0,05$ ) to increase the trunk section, to measure brindilla longitude or to weight fruits in plants. During the first application cycle of two phase olive mill waste there were not negative effects in the measured variables. This proposes a promising practice to improve production conditions in the Central Valley and the need to continue researching for medium-term new answers.

**Key words:** olive tree– Coratina – two phase olive mill waste – Catamarca

### RESUMEN

El incremento explosivo de la superficie implantada con olivo en la Argentina estuvo acompañado por el crecimiento de la industria del aceite de oliva. La industria aceitera genera subproductos como el alperujo, que son aprovechables en beneficio del sistema de producción y la disminución del impacto ambiental. Este trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de la aplicación de alperujo sobre el comportamiento vegetativo y productivo de la variedad Coratina en un año de alta producción, en comparación con abonos de origen mineral. Los ensayos se realizaron en una plantación intensiva de Coratina del Valle Central de Catamarca. El diseño fue completamente aleatorizado con 5 repeticiones para cuatro tratamientos, con los que se realizaron aportes anuales por planta de: T (sin fertilización); TO (657 g de N, 30 g de P, y 889 g de K en forma de alperujo seco); TN (162 g de N y 450 g de K como  $KNO_3$ ) y TA (416 g de N y 216 g de K por fertirrigación). Únicamente TO superó los niveles de exportación de nitrógeno y potasio por la cosecha. TN aportó el K exportado pero resultó deficiente en N y TA generó una situación inversa. Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas estadísticamente ( $p > 0,05$ ) para el incremento de la sección de tronco, incremento en longitud de brindillas y peso de fruta por planta. Durante el primer ciclo de aplicación de alperujo no se reflejaron efectos negativos en las variables medidas. Esto propone una práctica promisoriosa para las condiciones de producción del Valle Central y la necesidad de continuar investigando respuestas a mediano plazo.

**Palabras claves:** olivo – Coratina – alperujo – Catamarca

## INTRODUCCIÓN

La industria del aceite de oliva acompañó la fuerte expansión del cultivo del olivo en la Argentina a partir del año 1990. En la provincia de Catamarca la mayoría de las fábricas extractoras de aceite utilizan un sistema de centrífugas horizontales de dos fases que genera un subproducto orgánico de difícil manejo denominado alperujo y que equivale al 80% del total de materia procesada (Cáceres et al., 2009). Este “residuo” es de elevado contenido en sustancias tóxicas para los microorganismos del suelo, como polifenoles, polialcoholes y ácidos grasos volátiles (Borja et al., 2006). Además contiene alrededor de un 30% de carbono orgánico, un 1,7% de K (potasio), un 0,1% de P (fósforo) y un 0,95% de N (nitrógeno) orgánico. La riqueza en nutrientes y materia orgánica del alperujo, lo convierte en una valiosa enmienda que se puede utilizar para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas (González-Fernández et al., 2002). En Italia, se estudiaron ampliamente los efectos de abonar los campos con los residuos sólidos sin restos de aceite de la industria olivícola. Estos tratamientos aprovecharon de manera favorable el contenido en nutrientes de los residuos para la producción vegetal (Brunetti et al., 2007) y mejoraron el número de especies y microorganismos presentes en suelo (Sierra et al., 2007). En contraposición, algunos estudios reportaron que la aplicación de residuos de la industria aceitera, producen inmovilización de N y P, deficiencias en estos nutrientes y disminución de rendimientos en algunos cultivos (revisado por López-Piñeiro et al., 2008). La composición del alperujo es variable debido al cultivar, madurez y grado de daño en el fruto, condiciones de almacenamiento y procesamiento (Chartzoulakis et al., 2010). Por lo que esta tecnología debe ser evaluada en situaciones locales para definir su aplicabilidad.

En la provincia de Catamarca, el cultivar Coratina es uno de los más difundidos por su aptitud aceitera con elevados rendimiento graso y calidad, aunque presenta moderada alternancia productiva (Matías et al., 2010). La mayor parte de las plantaciones de este cultivar se encuentran en emprendimientos del tipo empresariales, bajo manejo intensivo con riego por goteo y fertilización con productos inorgánicos.

El N, P, K y B son nutrientes esenciales en la olivicultura. La fertilización nitrogenada es la principal en un cultivo de olivo (López-Granados et al. 2004). Aunque se debe tener en cuenta que la aplicación de N incrementa los rendimientos sólo cuando se encuentra en niveles foliares insuficientes (Hartmann, 1958). La mayor demanda de K se produce a medida que se desarrollan los frutos, que acumulan grandes cantidades de este nutriente durante el período de maduración (Bravo et al., 2005) ocasionando deficiencias temporales de K, incluso en suelos bien provistos de este elemento. Al momento de definir y valorar la práctica de fertilización del olivo, se debe tener en cuenta que su producción depende de los acontecimientos de procesos vegetativos y reproductivos que se dan en un ciclo bienal (Rallo, 2004).

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de la aplicación de alperujo seco, como abono orgánico con respecto a la fertilización mineral con N y K, en el comportamiento vegetativo y productivo de la variedad Coratina en un año de alta producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre septiembre del 2005 y abril del 2007, en una finca del Valle Central de Catamarca, en plantas del cultivar Coratina de 6 años de edad al inicio del ensayo. Las plantas se encontraban bajo sistema de riego por goteo y fertirrigación, en un marco de 5 x 4 m, en suelo de tipo franco-arenoso con contenidos elevados de arena, moderado de limo y bajo de arcillas, y un pH en el rango de leve a moderadamente alcalino. El suelo presentaba además un contenido de materia orgánica moderado, bajo en N, adecuado en P, K intercambiable y en K soluble.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 5 repeticiones para la evaluación de cuatro tratamientos:

T: testigo sin fertilizar durante el ciclo productivo 2006 – 2007.

TO: aplicación en suelo de 35 kg alperujo seco por planta repartida en tres momentos: mayo, agosto y diciembre de 2006.

TN: fertilización en suelo con 1.250 kg de KNO<sub>3</sub> (nitrato de potasio) repartidos en mayo de 2006 (final de cosecha campaña 2005) y agosto de 2006 (posterior al reposo invernal).

TA: tratamiento habitual en la parcela desde la plantación, a través de fertirrigación con KNO<sub>3</sub> aplicado en dos etapas. La primera, desde inicio de floración hasta endurecimiento de hueso, en la que se aplicó el 70% de la dosis, y la segunda, posterior a la cosecha en la que se aplicó el 30% de la dosis restante (ver tabla N°1).

Durante el ciclo 2005-2006 (desde septiembre de 2005 hasta inicios de marzo de 2006) las plantas destinadas a la aplicación de la totalidad de los tratamientos (T, TO, TN y TA) recibieron 291,2; 0 y 151,1 gramos por planta de N, P y K, respectivamente, en forma de fertilizante inorgánico.

Después de la cosecha 2006, se suspendieron las aplicaciones en las plantas destinadas a T, TO y TN y se continuaron en aquellas destinadas a TA; esto implicó que las plantas del TA recibieran un total de 416 gramos por planta de N, 0 de P y 215,9 de K.

En la Tabla 1 se resume la cantidad y la forma de aplicación de los nutrientes durante el ciclo evaluado (2006-2007) con la aplicación de los tratamientos.

<i>Ciclo 2006-2007</i>						
<i>Año de alta producción</i>						
<i>Elemento (g/planta)</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>Forma</i>
<i>T*</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Suspensión de aplicaciones habituales</i>
<i>TO*</i>	<i>657,3</i>	<i>30,0</i>	<i>889,0</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>35 kg de alperujo/planta</i>
<i>TN*</i>	<i>162,0</i>	<i>0</i>	<i>450</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Nitrato de Potasio</i>
<i>TA</i>	<i>416,0</i>	<i>0</i>	<i>215,9</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Fertilización inorgánica</i>

**Tabla N° 1: Gramos de nutrientes aportados por planta y por tratamiento en el ciclo productivo 2006-2007**

El crecimiento vegetativo se evaluó a través del incremento de la sección de tronco y la longitud de ocho brindillas por árbol en el período comprendido entre abril del 2006 y marzo del 2007.

El seguimiento fenológico se realizó siguiendo metodología de De Andrés (1974).

El contenido de N, P y K en hojas y aceitunas se determinó siguiendo la metodología de Malavolta et al. (1989) sobre muestras foliares recogidas en el período de estabilización (Bravo et al.; 2006) y muestras de frutos tomados al momento de cosecha.

El tamaño (largo y ancho) de las aceitunas se midió sobre 100 frutos tomados al azar al momento de la cosecha.

El rendimiento en kilogramos de fruta se midió durante la cosecha registrando in situ el peso por planta entera.

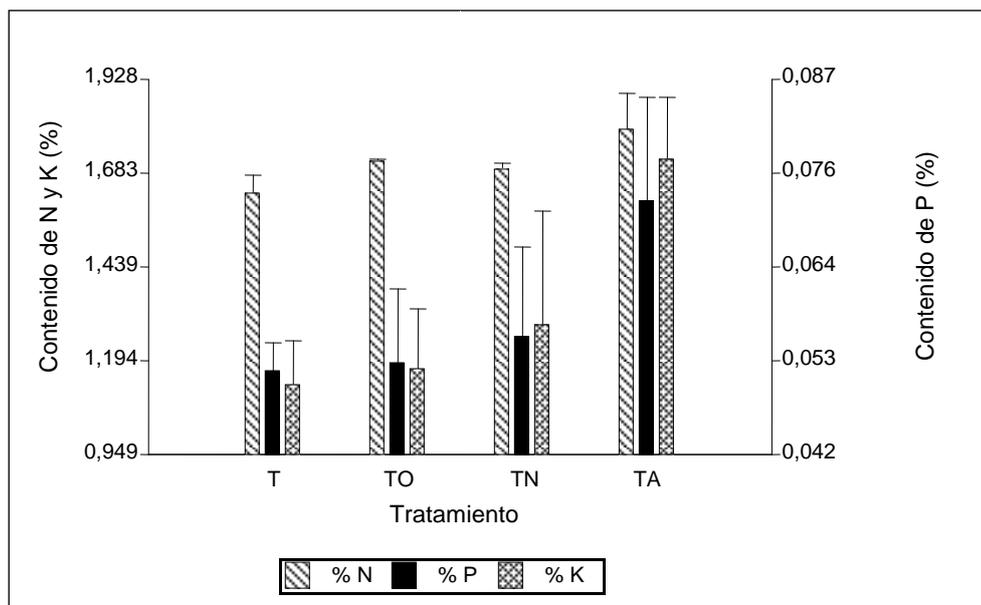
Los gramos de nutrientes exportados por planta, se estimaron realizando el producto entre el contenido de nutrientes de la aceituna y su peso cosechado.

El rendimiento graso se valoró por el método de Soxhlet.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat 2008 (Di Rienzo et al., 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A mediados de febrero de 2006, previo a la aplicación de los tratamientos, las plantas presentaron valores foliares de N, P y K en cantidades adecuadas, con valores medios de 1,84; 0,10 y 1,38 % respectivamente. Luego de un ciclo de aplicación de tratamientos, esos contenidos (gráfico N° 1) se mantuvieron dentro de los rangos de suficiencia (Martin y Fernández – Escobar, 1997) aunque los valores del tratamiento TA resultaron estadísticamente superiores al resto.



**Gráfico N° 1: Valor medio y DE (desvío estándar) de los porcentajes foliares de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) por tratamiento. Enero 2007**

Los valores de incremento en la sección de tronco y en la longitud de brindillas, en el período estudiado, no presentaron diferencias significativas estadísticamente ( $p > 0,05$ )(tabla N° 3).

<i>Tratamiento</i>	<i>Media Incremento sección de tronco (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Media Incremento de longitud de brindilla (cm)</i>
<i>T</i>	<i>0,31a</i>	<i>63,78a</i>
<i>TO</i>	<i>0,41a</i>	<i>36,1a</i>
<i>TN</i>	<i>0,39a</i>	<i>49,1a</i>
<i>TA</i>	<i>0,44a</i>	<i>79,9a</i>

**Tabla N° 3: Valores medios de variables de crecimiento vegetativo por tratamiento en el período abril de 2006 a marzo de 2007.**

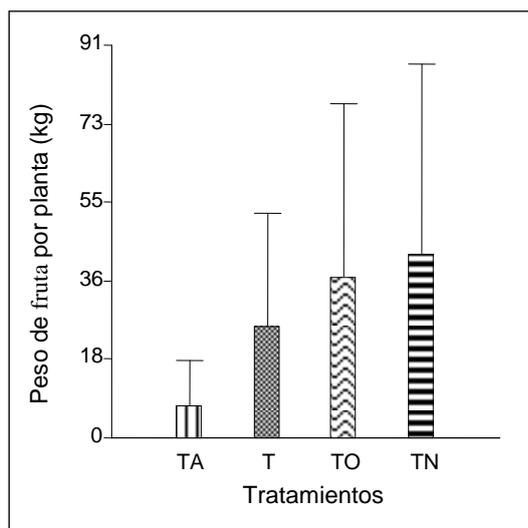
En la tabla 4 se presentan los valores de medianas del diámetro transversal y largo de las olivas por tratamiento y las diferencias estadísticas respectivas, calculadas mediante el análisis de varianza de Kruskal Wallis.

<i>Tratamiento</i>	<i>Diámetro transversal</i>	<i>Largo</i>
<b>TO</b>	1,65 a	2,30 a
<b>T</b>	1,76 b	2,36 a
<b>TN</b>	1,77 b	2,41 a
<b>TA</b>	1,82 c	2,54 b

**Tabla N° 4: Mediana del tamaño de 100 aceitunas, por tratamiento, al momento de cosecha - Abril 2007**(Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ))

El tamaño de los frutos, diámetro transversal y ancho, resultó significativamente mayor ( $p \leq 0,05$ ) para el tratamiento por fertirrigación (TA), implementado habitualmente en la finca, el resto de los tratamientos no mostraron diferencia estadística en el largo de la fruta, pero las olivas del tratamiento con alperujo seco (TO) presentaron un diámetro transversal significativamente menor.

A pesar que las medias para el rendimiento de fruta por tratamiento (medido en kg) mostró una posición más favorable para los tratamientos TN y TO con respecto a T y TA (gráfico N°2), no se registraron diferencias significativas entre tratamientos. El CV (coeficiente de variación) superior a 100 en todos los casos, puso de manifiesto la gran variabilidad del rendimiento por planta dentro de cada tratamiento.



**Gráfico N° 2: Valor medio y DE del peso de fruta por planta, por tratamiento, al momento de cosecha**

En los tratamientos TO y TN, 2 de las 5 plantas presentaron carga nula y las restantes alcanzaron valores entre 40 y 101 kg. El peso acumulado por las 5 plantas superó los 185 kg en ambos tratamientos. En contraste, T y TA presentaron valores medios por planta de 25,91 y 7,61 kg, respectivamente. En estos tratamientos las plantas produjeron entre 0 y 40 kg y los pesos acumulados para las 5 plantas de cada tratamiento no superaron los 130 kg.

Con la aceituna cosechada en abril de 2007 se exportaron 240 g de N y 430 g de K promedio por planta.

Las plantas sometidas al tratamiento T, durante la campaña 2006 – 2007, no recibieron aporte nutricional. El aporte de nitrógeno y potasio realizado por el tratamiento TO superó ampliamente los

niveles de exportación de estos nutrientes en fruto, aunque esto no se reflejó estadísticamente en las variables peso de fruta por planta, incremento en la sección de tronco y longitud de brindillas. El tratamiento TN aportó también la cantidad de K exportado por las plantas durante la cosecha 2007, sin embargo la dosis resultó demasiado ajustada si se considera la exportación de este nutriente por parte de otros órganos (Xiloyannis, C.; 2002) y deficiente en lo que respecta al nitrógeno. El tratamiento TA, aportó casi el doble de N con respecto al exportado en fruto, pero fue deficiente en el aporte de K. El N suministrado por este tratamiento, durante al menos dos ciclos consecutivos y en cantidades superiores a lo exportado por los frutos, es lo que pudo contribuir a valores mayores en el incremento de la sección de tronco y en la longitud de brindillas.

Para la cosecha 2007, los porcentajes medios de materia grasa en Sohxllet estuvieron entre 42,11 y 46,33%.

En general, las variables de crecimiento y rendimiento se comportaron de forma similar en las plantas sometidas a los tratamientos TO y TN.

## CONCLUSIONES

La aplicación de alperujo seco (TO), durante un ciclo productivo, no produjo deficiencias ni excesos del contenido foliar de N, P o K, en plantas con niveles adecuados de estos nutrientes. Tampoco se registraron efectos negativos en rendimientos de fruta por planta o disminuciones en el contenido graso de las aceitunas. Esto coincide con lo reportado por Chartzoulakis et al (2010).

Por lo expresado, la práctica de utilización de alperujo seco como abono en plantas de la variedad Coratina puede ser considerada una alternativa tecnológica potencial, de bajo costo económico y ambiental frente al empleo de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo se requiere de repeticiones en el tiempo para poder evaluar los efectos de la aplicación sistemática del alperujo seco en el comportamiento de las plantas y del suelo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del Proyecto 02/A635 financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Catamarca. Los autores agradecen la participación de las empresas, Aceitera del Valle S.A. y Agrofresco S.A. y de la Lic. Diana Ovejero por el asesoramiento estadístico brindado.

## BIBLIOGRAFÍA

**Borja P, Sánchez E, Raposo F, Rincón B, Jiménez AM, Martín A. (2006):**A study of the natural biodegradation of two-phase olive mill solid waste during its storage in an evaporation pond. *Waste Management* 26. P: 477–486

**Bravo, MO, Gómez PE, Kaen R, Montalván D, Ovejero D, Andrada C. (2005):** Determinación de la época de estabilización de nitrógeno, fósforo y potasio foliar en olivos c.v. Coratina del Valle Central de la Provincia de Catamarca. 4ª Jornadas de Producción Científica. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca.

**BrunettiG, Senesi N, Plaza C. (2007):**Effects of amendment with treated and untreated olive oil mill wastewaters on soil properties, soil humic substances and wheat yield. *Geoderma* 138. P: 144-152.

**Cáceres R, Novello R, Robert M. (2009):** Análisis de la Cadena del Olivo en Argentina. Serie Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales. Ediciones INTA.

**Chartzoulakis K, Psarras G, Moutsopoulou M, Stefanoudaki E. (2010):** Application of olive mill wastewater to a Cretan olive orchard: Effects on soil properties, plant performance and the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138. P: 293-298.

**González Fernández P, Ordóñez Fernández R, Giráldez Cervera JV, García Ortiz A, Polo-Gómez MJ, Romero Obrero A. (2002):** Aplicación agrícola de residuos de almazaras con el sistema de dos fases. *Foro del olivar y medio ambiente*.

**Hartmann HT. (1958):** Some responses of the olive to nitrogen fertilizers. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 72. P: 257- 266.

**López – Granados F, Jurado-Expósito M, Alamo S y García –Torres L. (2004):** Leaf nutrient spatial variability and site – specific fertilization maps within olive (*Olea europaea L.*) orchards. *Europ. J. Agronomy* 21. P: 209-222.

**López-Piñero A., Albarrán A, RatoNunes JM, Barreto C. (2008):** Short and medium effects of two-phase olive mill waste application on olive grove production and soil properties under semiarid mediterranean conditions. *Bioresource Technology* 99. P: 7982 – 7987

**Marín, L., Fernández-Escobar, R., (1997):** Optimization of nitrogen fertilization in olive orchards. In: Val, J., Montañés, L., Monge, E. (Eds.), *Proceedings of the Third International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Trees*, Zaragoza, Spain. P: 411–414.

**Matías AC, Toro AA, Montalván LD, Molina MS (eds). (2010):** Variedades de olivo cultivadas en las provincias de Catamarca y La Rioja, Argentina.

**Rallo L, Cuevas J (2004):** Fructificación y Producción en: *El Cultivo del Olivo*. Barranco D, Fernandez R, Rallo L. Mundi Prensa y Junta de Andalucía. Madrid.

**Sierra J, Martí E, Garau MA, Cruañas R. (2007):** Effect of the agronomic use of olive oil mill waste water: field experiment. *Science of the total environment*. N°378. P: 90-94

**Xiloyanis C, Celano G, Palese AM, Dichio B, Nuzzo V. (2002):** Mineral nutrient uptake from the soil in irrigated olive trees, cultivar coratina, over six years after planting. *Vol 1 N° 586*. P: 459-461