

COMPOSTAJE DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE UVA (*Vitis vinifera* L.) EN CONDICIONES TROPICALES*

Agro-industrial waste composting of grape (*Vitis vinifera* L.) in tropical conditions

Oswaldo Valor¹ y José Sánchez¹ **

RESUMEN

El compostaje de residuos agroindustriales de uva fue estudiado en Cabudare estado Lara, Venezuela. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 4 repeticiones. Se evaluaron: Sarmientos (T1), Orujos (T2), Sarmientos + orujos (T3), Sarmientos + orujos + estiércol de conejo (T4) y Sarmientos + urea (T5). Se cuantificó la temperatura, la relación C/N, la materia orgánica, el pH, la conductividad eléctrica y el contenido de macroelementos (N, P, K, Ca y Mg) al inicio y final del compostaje. La temperatura se incrementó a partir del tercer día, a los 7 días alcanzó la etapa termofílica hasta el enfriamiento que culminó a los 43 días. La etapa termofílica más prolongada (21 días) se presentó en T3, T4 y T5 y la más baja (14 días), en T1 y T2. La relación C/N previo al compostaje para T3 y T4 fue 25 y 30, óptima para una eficiente degradación biológica. La degradación final de los sarmientos + orujos y sarmientos + urea produjeron la relación C/N más baja con respecto a los sarmientos, orujos y sarmientos + orujos + estiércol de conejo. Los residuos procesados de sarmientos + orujos presentaron porcentaje más alto de nitrógeno y potasio; mientras que en la combinación de sarmientos + orujos + estiércol de conejo fueron más altos el fósforo, calcio y magnesio. En el proceso, la materia orgánica y la conductividad eléctrica resultaron altas; mientras que el pH fue cercano a la neutralidad.

Palabras clave: Sarmientos, orujo, temperatura, nutrientes.

ABSTRACT

Compost production from grape agro-industrial waste was studied at Cabudare, Lara State, Venezuela. The experimental design was completely randomized with four replications. Were evaluated: vines canes (T1), marc (T2), vines canes + marc (T3), vines canes + marc + rabbit manure (T4) and vines canes + urea (T5). Temperature, C/N ratio, organic material, pH, electrical conductivity and macroelements content (N, P, K, Ca and Mg) were quantified at the start and end of composting. The temperature increased after the third day, and at the seventh day it reached the thermophilic stage, until cooling culminating at 43 days. The longest thermophilic stage (21 days) occurred at T3, T4 and T5 and the lowest (14 days) at T1 and T2. The C/N ratio prior to composting for T3 and T4 was 25 and 30, what is optimal for an efficient biological degradation. The final degradation of the canes vines + marc and vines canes + urea produced lower C/N values as compared to vines canes, marc and vines canes + marc + rabbit manure. Processed waste vines canes + marc showed the highest percentages of nitrogen and potassium, while in the combined vines canes + marc + rabbit manure phosphorus, calcium and magnesium were higher. In the process, the organic material and the electrical conductivity were high, whereas the pH was nearly neutral.

Key words: vines canes, marc, temperature, nutrient.

(*) Recibido: 10-10-2012

Aceptado: 14-03-2013

¹Instituto de la Uva, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" UCLA. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. E-mail: oswaldovalor@gmail.com.

** Trabajo financiado por el Centro de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la UCLA.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la uva genera un volumen importante de biomasa residual, una que se origina en el viñedo después de la poda de fructificación (Hidalgo 2002) y la otra en la industria vinícola en el despalillado, prensado y fermentación del mosto de la uva (Oreglia 1978). En la zona templada la producción de esta biomasa ocurre una vez por año (Winkler *et al.* 1974), mientras que en la zona tropical ocurre varias veces al año producto de dos o más ciclos vegetativos que el cultivo desarrolla en estas condiciones (Boubals 1988; Bautista 1995).

La biomasa vegetal renovable de una planta de vid está constituida principalmente por los sarmientos, en los que se insertan las hojas, los brotes laterales o nietos, las yemas latentes y los racimos (Bautista 1995). Gristina y Fuller (1992) reportaron en viñedos de Nueva Zelanda pesos de poda entre 1,1 y 1,6 kg por planta. Los últimos autores reportaron rendimientos de pesos de poda en la variedad Chardonnay de 9 a 10 t/ha en el 50% de los viñedos, cerca de 6 t/ha en el 33% y de 0 a 4 t/ha en el resto. Kliewer *et al.* (2000) obtuvieron pesos de poda por metro lineal de follaje de 0,48 kg para el sistema de conducción en lira y de 0,89 kg para el sistema en espaldera. Valor (2004) estudió los sistemas de conducción lira y espaldera, en condiciones tropicales con el cultivar de mesa Datal, reportó pesos entre 1,60 y 1,67 kg y entre 1,34 y 1,49 kg por planta por ciclo vegetativo, respectivamente, lo que representó una biomasa vegetal anual promedio entre 6,6 y 11,1 t/ha/año.

La biomasa producida en la industria vinícola básicamente, proviene de uvas para la elaboración de vinos, se encuentra conformada por el raspón (pedúnculo y el raquis) que representa del 2 al 4 % del peso del racimo al momento de la maduración, el hollejo (epicarpio) que constituye del 6 al 12 % del peso de la baya y las semillas que aportan del 2 al 5,5% del peso de la baya, según la variedad (Oreglia 1978).

Romero (2005) señaló que los residuos de la vid en el contexto como son generados no tienen

valor económico y afectan negativamente al medio ambiente. La reutilización de esta materia orgánica vegetal mediante el compostaje, proceso aeróbico y biológico de degradación, bajo condiciones controladas, representa una alternativa para contrarrestar los daños al ambiente. Es una técnica muy antigua, en la cual se mezclan los desechos (Melo *et al.* 2012) y se proporciona, niveles de humedad, aireación y temperatura favorables para que los microorganismos conviertan estos materiales en compuestos orgánicos estabilizados (Misra *et al.* 2003).

En la zona templada, los desechos provenientes de la uva son empleados como "mulch" que es la aplicación del propio compost y materia orgánica sin descomponer sobre la superficie del suelo; entre los beneficios que genera se citan, la suplencia de nutrientes, evitar la germinación de las malezas, conservar la humedad de los suelos, entre otras (Wilkinson 2003; Cass *et al.* 2004; Penfold 2004). En otros estudios se reportan los desechos de uva combinados con otras fuentes orgánicas para la obtención de compost (Agnew *et al.* 2003). En el trópico el empleo de residuos de la uva sin tratamiento constituye la fuente principal para el establecimiento de plagas en el viñedo por lo que la práctica más habitual es la incineración "in situ" o la descarga directa a los efluentes que causa daños al ambiente; de este modo resulta importante, estudiar el compostaje de residuos agrícolas e industriales de vid.

El propósito de este estudio fue evaluar el proceso de compostaje y algunos parámetros químicos del compost originado por residuos agroindustriales de uva en el estado Lara, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los viñedos de la estación experimental Tarabana, Instituto de la Uva, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, localizada a 10° 01' 25" LN y 69°16'46" LO, a 510 msnm; municipio Palavecino, estado Lara, Venezuela. En la Tabla 1 se presentan las condiciones climáticas durante el desarrollo experimental.

Tabla 1. Información climatológica de la estación experimental “Ing. Miguel Luna Lugo” Año 2006.

Meses	Lluvias		Evaporación	Temperaturas		
	mm	Días		Max.....Min	ATD*
Abril	69,10	5	6,60	31,30	19,40	11,90
Mayo	69,10	8	6,90	30,70	19,90	10,80
Junio	127,60	15	5,10	28,30	15,90	12,14

*Amplitud Térmica Diaria

Los residuos agroindustriales se obtuvieron a partir del híbrido interespecífico Criolla negra (Olmo 1968) cultivada en condiciones de la localidad de Tarabana.

El proceso de compostaje se realizó en pila. Se construyeron 20 composteros a plena exposición solar con bloque y piso de concreto, diseñados en 5 módulos, cada uno con 5 cubículos con capacidad de 1 m³ (1m de largo x 1m de ancho x 1m de profundidad), se llenaron cuatro cubículos, se dejó uno vacío para la labor de volteo o aireación de la masa compostada. Los composteros se construyeron a inicios del mes de abril de 2006. El acondicionamiento del material (repicado) y el llenado de los cubículos se realizó al final del mismo mes.

Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, la unidad experimental la constituyó el compostero de 1 m³. El proceso de compostaje se realizó hasta que el volumen compostado alcanzó la temperatura ambiente de 26±2°C.

Los materiales orgánicos utilizados para el compostaje: orujos, sarmientos y hojas de vid se fraccionaron mecánicamente utilizando un biotriturador Caravaggi modelo Bio80, hasta obtener trozos de los residuos aproximadamente 2 a 6 cm de largo. En dos tratamientos se incorporaron; estiércol de conejos alojados en jaulas y urea al 0,3%, siguiendo el procedimiento descrito por Madrid y Castellanos (1998). En la Tabla 2 se señalan los tratamientos y proporciones de residuos.

Las pilas se conformaron siempre en el mismo orden y mediante capas alternas de cada componente según la proporción, se utilizó como unidad de medida una cesta de polietileno de capacidad 0,06 m³. En cada pila o cubículo se mantuvo la humedad favorable (60%) para

mantener la actividad microbiana activa mediante riego con micro aspersores con capacidad de 72 litros hora, durante 20 minutos, dos veces al día y luego cubiertas con plástico perforado para minimizar las pérdidas de calor y humedad (Leal y Madrid 1998). Posteriormente se realizó un volteo semanal del volumen compostado (Arrigo *et al.* 2005). La temperatura de los composteros se midió cada 48 horas entre 8 y 9 am con un termómetro marca TEL-TRU con termo cupla de 20 cm de largo. La temperatura es un factor que orienta la evolución de proceso de compostaje (Madrid y Castellanos 1998).

Tabla 2. Tratamientos y proporción de residuos empleados en el estudio.

Nº	Tratamientos	Proporción
1	Sarmientos	1
2	Orujos	1
3	Sarmientos + Orujos	1:1
4	Sarmientos + Orujos+ Estiércol de Conejo	1:1:1
5	Sarmiento+ Urea	1:0,540kg

El análisis químico de los residuos individuales y mezclados en los diferentes tratamientos, se efectuó antes y después del proceso de compostaje. Para ello, se obtuvieron muestras de 1,0 kg procedente de 6 submuestras tomadas a 25, 50 y 75 cm de profundidad, utilizando un palín de jardinería. Se colocaron en bolsas individuales y fueron llevadas de inmediato al laboratorio. La materia orgánica se determinó por combustión húmeda según Walkley & Black, el nitrógeno por Kehjdal, fósforo por espectrofotometría de absorción atómica, el calcio, magnesio y potasio a través de la digestión por incineración a 500 °C x 5 horas en disolución de ácido nítrico 32,5% y posterior lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica, el pH y conductividad eléctrica se midieron en una relación sustrato: agua de 1:2 y posterior lectura con potenciómetro marca Orión y conductímetro marca, Cole Palmer, respectivamente.

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y separación de medias a través de la prueba de rango múltiple de Duncan usando el programa de computación STATISTIX versión 8.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta el registro de las temperaturas obtenidas durante los 43 días que duró el compostaje. La temperatura se incrementó a los 3 días de iniciado el compostaje y se mantuvo en rango termófilo hasta aproximadamente 7 días cuando se obtuvieron los máximos valores. Posteriormente, disminuyó de manera progresiva hasta la temperatura ambiente ($26\pm 2^\circ\text{C}$), lo que ocurrió a los 43 días y presentó evidencias de compostaje óptimo como material migajoso, color oscuro y olor a tierra húmeda. Los resultados fueron similares a los de Manios y Verdonck (1985), quienes observaron temperatura en el rango termófilo a partir de 4 días de iniciado el compostaje con sarmientos de vid, además coinciden con lo informado por Leal y Madrid (1998) y Girón *et al.* (2001) con diferentes residuos orgánicos.

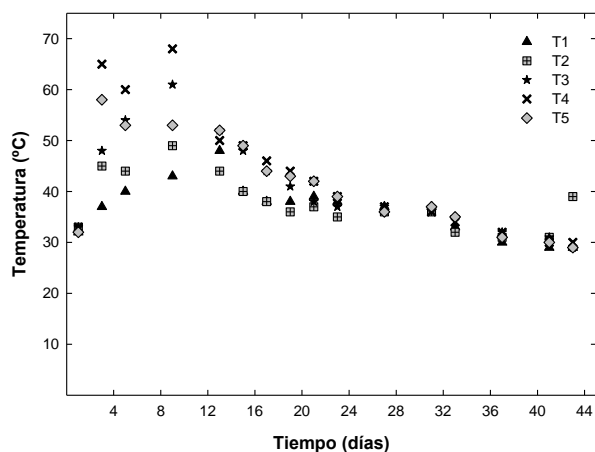


Figura 1. Temperatura durante el proceso de compostaje de residuos agroindustriales de vid.

La etapa termofílica alcanzó temperaturas

entre 44 y 68 °C para todos los tratamientos, excepto en el 1, que no se mantuvo en el rango establecido, probablemente por no existir un balance apropiado de nutrientes y condiciones necesarias para que la microflora se multiplicara y activara por un tiempo prolongado. La respuesta fue similar a la informada por otros autores que obtuvieron temperaturas en etapa termofílica de 55°C en compostaje de sarmientos de uva en condiciones templadas (Manios y Verdonck 1985) y de otros residuos en condiciones tropicales (Leal y Madrid 1998).

Los tratamientos 3, 4 y 5 presentaron etapa termofílica más prolongada (21 días) con respecto a los tratamientos 1 y 2 (14 días), probablemente por el efecto sinérgico de los diferentes elementos mezclados. Los resultados obtenidos fueron similares a los de Girón *et al.* (2001), quienes evaluaron diferentes residuos vegetales en el compostaje de cáscaras de cacao.

En la Tabla 3 se presenta el análisis químico de residuos individuales y mezclados antes del compostaje.

Algunos estudios señalan que para una eficiente degradación biológica de compuestos orgánicos la relación C/N debe estar entre 25 y 35 (Dalzell *et al.* 1979; Peixoto 1988). Se observa que la relación C/N de T1, fue alta probablemente por el bajo nivel de nitrógeno acumulado en su estructura. El tratamiento 2, mostró relación C/N ligeramente baja, no obstante en la mezcla de estos residuos con sarmientos (T3) y con estiércol de conejo (T4), la relación C/N resultó adecuada para una eficiente compostaje, de acuerdo con lo informado por los últimos autores citados. Pierre *et al.* (2009) obtuvieron una influencia importante sobre el contenido de materia orgánica y la relación C/N con la incorporación de estiércol de caprino a residuos de café.

Tabla 3. Análisis químico de residuos de vid antes del compostaje.

Tratamientos	N %	P %	C %	C/N	K %	Ca %	Mg %
T1	1,01	0,45	43	43	1,81	3,58	0,08
T2	2,34	0,66	48	21	2,95	1,32	0,07
T3	1,68	0,43	41	25	2,24	1,48	0,30
T4	1,18	1,70	35	30	1,48	4,63	0,45
T5	-	-	-	-	-	-	-

En la Tabla 4 se observa análisis químico después del proceso de compostaje.

Los análisis estadísticos indicaron diferencias entre tratamientos en la relación C/N y en la proporción de macroelementos. La relación C/N presentó una ligera disminución con respecto a la obtenida al inicio del proceso. La relación C/N fue más baja (18 y 20) en los tratamientos 3 y 5, respectivamente, indicativo de que en estos tratamientos hubo una mayor actividad microbiana. Por otro lado, el porcentaje de nitrógeno se incrementó con respecto al inicio del proceso. Manios y Verdonck (1985) observaron en compost de sarmientos de uva, decrecimiento progresivo de la relación C/N debido a la acumulación de nitrógeno total como resultado de la pérdida de materia orgánica, como ocurrió en el actual estudio. Los más altos niveles de nitrógeno en el tratamiento 3 indican que la principal fuente de este elemento en los residuos fue el orujo.

Los porcentajes más altos de nitrógeno y potasio ocurrieron en el tratamiento 3; mientras que el fósforo, el calcio y el magnesio fueron más altos en el tratamiento 4. Los resultados fueron similares a las observaciones de Ferrer *et al.* (1997) en condiciones tropicales y Penfold (2004) en condiciones templadas.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la materia orgánica, conductividad eléctrica y pH de los diferentes tratamientos después de

compostados.

El porcentaje de materia orgánica fue alto en todos los tratamientos, no obstante, el valor más alto se presentó en el tratamiento 3. Manios y Verdonck (1985) reportaron porcentajes de materia orgánica más altos (88,78%) que en el actual estudio.

La concentración de sales en el compost, está representada por la conductividad eléctrica. En el estudio, el tratamiento 5 presentó valores más elevados ($P \leq 0,05$). Manios y Verdonck (1985) obtuvieron conductividad eléctrica baja (2,5 mmhos) en clima templado, al igual que Leal y Madrid (1998) (1,75 a 2,97 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en residuos diferentes, con respecto al actual estudio. La alta conductividad eléctrica en los tratamientos 3 y 5 probablemente se debió a las concentraciones de sales presentes en el orujo (Oreglia 1978) y la urea (Manios y Verdonck 1985).

En los tratamientos 4 y 5 el pH resultó alto, con respecto a los tratamientos 1, 2 y 3, probablemente la incorporación del estiércol de conejo y urea permitió mayor multiplicación y acción de los microorganismos. Ferrer *et al.* (1997) reportaron resultados similares (7,25) en bagazo de uva, en el estado Zulia, Venezuela. El compost con pH cercano a la neutralidad, se considera como óptimo para su empleo en la agricultura (Wilson *et al.* 1980); los resultados del actual estudio quedaron en el rango indicado.

Tabla 4. Análisis químico de residuos orgánicos de vid después del compostaje.

Tratamientos	N %	P %	C %	C/N	K %	Ca %	Mg %
T1	1,19d	0,22d	46b	39 a	0,98d	3,07b	0,18c
T2	1,94b	0,35c	47ab	25b	1,87b	2,29c	0,19c
T3	2,72a	0,47b	49a	18c	2,26a	1,99c	0,17c
T4	1,45cd	0,92a	36c	25b	1,03d	3,64a	0,54 ^a
T5	1,82bc	0,33cd	36c	20c	1,21c	3,75a	0,25b

Valores con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

Tabla 5. Materia orgánica, conductividad eléctrica y potencial de hidrógeno de residuos de vid después del compostaje.

Tratamientos	MO%	Conductividad eléctrica	
		dS/m	pH
T1	77,89b	2,23d	6,78c
T2	79,29b	2,65cd	6,79c
T3	83,81a	3,21ab	6,44c
T4	61,78c	2,85bc	7,04b
T5	61,06c	3,51a	7,36 ^a

Valores con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes según prueba de medias ($P \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

Los indicadores de un compostaje eficiente, temperatura, relación C/N y pH para los desechos de la vid se localizaron dentro de rangos apropiados.

La combinación de los residuos de uva permitió una proporción C/N adecuada para el proceso de compostaje. La incorporación del estiércol de conejo y urea contribuyó con la descomposición de los residuos.

Los residuos de sarmientos + orujos y sarmientos + orujos + estiércol de conejo presentaron los valores más altos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, acompañados con alto contenido de materia orgánica y pH cercano a la neutralidad.

REFERENCIAS

- Agnew, H., Mundy, C. and Spiers, M. 2003. Effects of organic mulch on soil and plant nutrients. *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker* 473a:33-38
- Arrigo, N., Jiménez, M., Palma, R., Benito, M. y Tortarolo, M. 2005. Residuos de poda compostados y sin compostar: uso potencial como enmienda orgánica en suelo. *Cienc. Suelo*. 23 (1): 87-92
- Bautista, D. 1995. Factores favorables para el cultivo de la uva en el trópico. Trabajo de Ascenso. Prof. Titular. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto. 156 p.
- Boubals, D. 1988. Une nouvelle viticulture se développe dans les régions tropicales et équatoriales. *Prog. Agric. Et Vitic.* 105 (2):29-32.
- Cass, A., Lanyon, D. and Hansen, D. 2004. Mounding and mulching to overcome soil restrictions. *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker* 485a:27-31.
- Dalzell, H., Gray, K. and Biddlestone, A. 1979. Compositing in Tropical Agriculture. Review Paper. International Institute of Biological Husbandry. Ipswich, England. 76 p.
- Ferrer, J., Páez, G., Martínez, E., Chandler, C., Chirinos, M. y Marmol, Z. 1997. Efecto del abono de bagazo de uva sobre la producción de materia seca en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). *Rev. Fac. Agron. Luz* 14:55-65.
- Girón, C., Tortolero, J., Hermoso, D. y González, I. 2001. Efecto de diferentes residuos vegetales en el compostaje de cáscaras de cacao. *Agronomía Tropical* 51(4):549-562.
- Gristina, P. and Fuller, L. 1992. Pruning measurements to improve wine quality. In: Smart, R y Robinson, M. *Winetitles ed. Sunlight into wine. OIV. Award Winner. Adelaide, Australia* pp. 27-28.
- Hidalgo, L. 2002. *Viticultura General*. 2^{da} Edición, Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 1172 p.
- Kliewer, W., Wolpert, J. and Benz, M. 2000. Trellis and vine spacing effect on growth, canopy microclimate, yield and fruit composition of Cabernet sauvignon. *Acta Horticulturae* 526:21-32.
- Leal, N. y Madrid, C. 1998. Compostaje de residuos orgánicos mezclados con rocas fosfóricas. *Agronomía Tropical* 48(3):335-357.
- Madrid, C. y Castellanos, Y. 1998. Efecto de activadores sobre la calidad de composts elaborados con cachaza y bagazo de la caña de azúcar. *Venesuelos* 6 (1 y 2): 22-28.
- Manios, V. and Verdonk, O. 1985. Decomposition of vines canes in heap and evaluation the produced composts. *Acta Horticulturae* 172:39-53.
- Melo, G., Brunetto, G., Basso, A., y Heinzen, J. 2012. Respuesta de las vides a las distintas formas de distribución de abono orgánico en el suelo. *Rev. Bras. Frutic.* 34 (2): 495-503.
- Misra, R., Roy, R. and Hiraoka, H. 2003. On farm composting methods. in: *fao land and water*

discussion paper N° 2. FAO. Rome, Italy.
33p.

Olmo, H. 1968. The potencial of grape of wine industry in Venezuela. Mimeografiado. Impresiones CBR, Caracas.9 p.

Oreglia, F. 1978. Enología Teórico-Practico. 3^{era} edición, Ediciones Instituto Salesiano. Buenos Aires Argentina. 622. p.

Peixoto, R. T.1988. Compostagen. Fundacao Instituto Agronómico do Paraná. Londrina. Brasil. Circular N° 57. 48 p.

Penfold, C. 2004. mulch and impact on weed control, vine nutrition, yield and quality. The Australian Grapergrower & Winemaker 485a:32-38.

Pierre, F., Rosell, M., Quiroz A. y Granda Y. 2009. Evaluación química y biológica de composta de pulpa del café en Caspito municipio Andres Eloy Blanco, Estado Lara. Bioagro 21 (2):105-110.

Romero, R. 2005. Central térmica de biomasa de 5 MW de potencia. Tesis de grado Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Castilla la Mancha, España 31 p.

Valor, O. 2004. Efecto de dos sistemas de conducción y dos densidades de plantación sobre el crecimiento vegetativo y, reproductivo y calidad de la uva del cultivar Datal (*Vitis vinifera* L). Trabajo de ascenso. Prof. Asociado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto. 92 p.

Wilkinson, K. 2003. Getting the most out of composts and mulches. The Australian & New Zealand grapegrower & Winemaker 478:44-48.

Wilson, G., Parr, J. y Sikora, L. 1980. Experiencias con composte en países en vía de desarrollo. FAO, Roma, Boletín de suelos N° 51. pp. 60-68.

Winkler, A., Cook, J., Kliever, W. and Lider, L. 1974. General Viticulture. Berkely. California University Press. 710 p.