

EFFECTO DE COMPOSTAJES DE RESIDUOS VITIVINÍCOLAS EN LA NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE ACELGA *Beta vulgaris* Var. Cicla, REMOLACHA *Beta vulgaris*. Var. Vulgaris, y LECHUGA *Lactuca sativa* L. Var. Simpson

THE EFFECT OF WINE-WASTE COMPOSTING IN THE NUTRITION AND PRODUCTION OF BIOMASS CHARD *Beta vulgaris* var. Cicla, beet *Beta vulgaris*. Var. Vulgaris and LETTUCE *Lactuca sativa* L. var. Simpson

Yony Arley Chavez Parra¹

| Recibido: 20 de Mayo de 2014 | Revisado: 27 de Mayo de 2014 | Aceptado: 03 de Junio de 2014 |

Resumen

En esta investigación se evaluaron seis medios de cultivo en especies hortícolas, cuatro de ellos a base de compostajes de residuos vitivinícolas, y dos a base de suelo proveniente de sistemas de producción ecológica con 10 años de proceso, con el objetivo de cuantificar su incidencia en la producción de biomasa y el aporte de nutrientes en acelga, remolacha y lechuga. Se logró establecer que los medios elaborados con compost vitivinícolas generaron igual rendimiento que los medios a base de suelo ecológico y un mayor aporte de nutrientes en el cultivo, y que los compost de residuos vitivinícolas son una alternativa de abonamiento y enmienda de suelos en la agricultura ecológica y convencional.

Palabras clave: Compostaje, horticultura, agricultura ecológica, producción vegetal, nutrición mineral.

Abstract

Six culture media in horticultural species were evaluated in this study, four of them were based on wine-waste composting, and two were based on soil from ecological production systems with 10 years of process. This process was carried out in order to quantify their impact on the biomass production and the supply of nutrients in chard, beet and lettuce. It was found out that the media made of wine compost generated a similar performance than those based on ecological soil and a greater supply of nutrients in the culture, and that the wine-waste compost is an alternative of soil fertilizing and amendment in the ecological and conventional agriculture.

Keywords: Composting, horticulture, organic farming, vegetal production, mineral nutrition

¹ Ingeniero Agrícola M.Sc. Agroecología y Desarrollo Rural. Instructor del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano.
Autor para correspondencia:
E-mail: chavesparra1@yahoo.com

Introducción

Existe una tendencia creciente en el sector agrario español hacia sistemas productivos menos contaminantes y concretamente hacia la Agricultura Ecológica (AE), hecho que se demuestra por el crecimiento en área sembrada de 42.350.000m² en 1991, a 13.177.520.000m² en el 2008, de estos, 361.160.900m² están ubicados en la Comunidad Valenciana, según el Ministerio de Ambiente, Medio Rural y Marino (2008); lo cual lleva a plantear cuestiones técnicas que ayuden a documentar y estandarizar procedimientos en todos los ámbitos, especialmente en temas tan complejos como la fertilización de los cultivos.

La normativa que rige la producción de productos ecológicos certificados es el reglamento 834/2007, en el cual se estipula que los residuos y los subproductos de origen vegetal y animal deben reciclarse mediante la reposición de nutrientes en la tierra, y además, debe contribuir a mantener y aumentar la fertilidad del suelo así como a la prevención de la erosión del mismo. Las plantas deben nutrirse preferiblemente a través del ecosistema edáfico en lugar de hacerlo mediante fertilizantes solubles añadidos al suelo Unión Europea (2007).

Una agroindustria importante en España es la vinícola que en 2004 según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2006) produjo más de 48 millones de hectolitros de vino, con una producción acumulada entre los años 2000 y 2004, de más de 220 millones de hectolitros. De acuerdo con Seoánez et al. (2000); Vogt et al. (1986); y KEPOS (2000) por cada hectolitro de vino producido se calculan subproductos y desechos a razón de: 20 kg de cascara y semillas de la uva (orujos), 7,1 kg de material vegetal contenido en el racimo de uva (raspón), 8,6 kg de residuos del filtrado del mosto (lías), y 0,6m³ aguas residuales; es de suponer que entre el año 2000 y el 2004 se produjeron unos 44 x 108 Kg de orujos, 1.562 x 106 kg de raspón, 1.892 x 106 kg de lías, y unos 132 x 106m³ de aguas residuales, lo que pone de manifiesto un gran potencial como materiales orgánicos para la restitución de algunos elementos minerales y como acondicionadores de suelo después de un adecuado manejo como el compostaje.

El compostaje, según Zucconi y de Bertoldi, (1987) se define como un proceso bio-oxidativo controlado, que se desarrolla sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido por la acción de los microorganismos. Implica el paso a través de una etapa termofílica y una producción temporal de fitotoxinas, generándose como resultado de la biodegradación, dióxido de carbono, agua, minerales y un producto final, llamado compost, con una materia orgánica estabilizada, libre de com-

puestos fito-tóxicos y patógenos con ciertas características húmicas. De acuerdo con Chen e Inbar (1993), el proceso de compostaje debe pasar por cuatro fases, cada una caracterizada por la actividad de diferentes grupos de microorganismos: fase mesofílica, termofílica, de enfriamiento y maduración.

Una de las actividades que demandan mayor cantidad de compost de alta calidad es la horticultura ecológica, por su alta densidad de siembra, los cortos ciclos de cultivos y la alta demanda de nutrientes; de allí el objetivo de esta investigación en determinar el contenido de nutrientes de compost a base de residuos vitivinícolas, su incidencia en el desarrollo vegetativo, la producción de biomasa y el aporte de nutrientes en plantas de acelga, remolacha y lechuga, en comparación con un suelo gestionado con técnicas de agricultura ecológica.

Metodología

Localización

El montaje experimental se realizó en Aspe Alicante España, en la finca de Producción Ecológica ECOIRIS ubicada a 38°20'28" N y 0°45'16" a una altura de 248 msnm, durante la investigación se registró una temperatura promedio de 13°C y un promedio de humedad relativa de 65%. Se contó con el apoyo de los laboratorios en la Universidad Miguel Hernández de Elche, Escuela Politécnica Superior de Orihuela - España.

Tratamientos

Los tratamientos fueron cuatro correspondientes a:

T1: Suelo ecológico 100%: suelo utilizado 10 años para la producción hortícola ecológica.

T2: Suelo ecológico 50% y turba rubia Bioland 50%.

C35: Compost elaborado con cascara y semillas de la uva (orujos desalcoholizados) 25%, residuos procedentes de la industria de elaboración de zumo de naranja 15%, y cáscara de almendra 50%.

C36: Compost elaborado con los mismos materiales que en compost C35 con aditivo a base de óxidos metálicos a partir de rocas naturales, mayoritariamente de Fe y Mn.

C37: Compost elaborado con orujos desalcoholizados 33%, y residuos de la industria de elaboración del zumo de naranja 33% y estiércol vacuno 33%.

C38: Compost elaborado con orujos desalcoholizados 25%, residuos de la industria de elaboración del zumo de naranja 25% y estiércol vacuno 25%, y residuo de cáscara de almendra 25%.

Cada compost se mezcló en proporción 1:1 Con Turba rubia Marca BIOLAND; y las proporciones de las materias primas están dadas en volumen.

Especies hortícolas

Los medios se evaluaron en: acelga *Beta vulgaris* Var. Cicla. Nombre comercial Blonde®; remolacha *Beta vulgaris*. Var. Vulgaris. Nombre comercial Ronde Detroit ®; y lechuga *Lactuca sativa* L. Var. Simpson Nombre comercial Maravilla de Verano®.

Preparación de mezclas

Se utilizaron contenedores individuales (macetas) con capacidad para 1,5 l, que se llenaron con las mezclas de compost a evaluar, se distribuyeron al azar en 9 filas, cada una con 10 contenedores distribuidos de manera equidistante en un espacio de 3 x 3 m. Se combinaron 6 tratamientos, 3 especies y 5 réplicas (6x3x5=90) de lo que se obtuvo 90 unidades experimentales, 30 plantas de acelga, 30 plantas de lechuga, y 30 plantas de remolacha.

Muestreos y recolección

Se analizaron los sustratos al inicio del experimento antes de realizar las mezclas con la turba, con el fin de establecer el contenido de nutrientes al inicio del cultivo y tener elementos para inferir su transferencia a las plantas.

La cosecha de las plantas se realizó el día 60, se pesó la producción de biomasa individual, y se llevó al laboratorio el mismo día de su recolección.

En el laboratorio se pesaron individualmente y se tomó una muestra con dos repeticiones para la determinación del % de materia seca y los análisis posteriores. A continuación se secaron en estufa de aire forzado a 60°C hasta su completo secado (2-3 días). Las muestras fueron molidas, se secaron en estufa y se pasaron por el desecador para ser analizadas.

Preparación de la muestra

Se realizó con base en los protocolos analíticos del Grupo de Investigación Aplicada en Agroquímica y Medio Ambiente de la Universidad Miguel Hernández de Elche, Escuela Politécnica Superior de Orihuela.

Técnicas analíticas por indicador y/o nutriente

Se realizaron pruebas para determinar la composición química y física de los medios de cultivo y se determinaron las siguientes propiedades (tabla 1)

Tabla 1. Métodos analíticos empleados por cada indicador.

Indicador	Método
pH (1:5) (v:v)	pH metro, 1:10 solido liquido
Conductividad eléctrica (1:5) (v:v)	Conductímetro, suspensión acuosa.
Textura	Bouyucos
Humedad	Gravimetría
Carbono orgánico total	Navarro et al, 1991
Carbono orgánico oxidable	Yeomans y Bremner, 1989
Materia orgánica total	Walkley y Black
CaCo3 total eq.	Calcímetro
N	Kjeldahl
P	Espectrofotometría, Kitson y Mellon, 1944
Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn	Espectroscopia de absorción atómica
Na y K	Espectroscopia de emisión atómica
Ni,Cd,Pb	Digestión nítrico perclórica
Índice de Germinación	Zucconi et al, 1987

Análisis estadísticos

Para el análisis se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores correspondientes al tipo de sustrato y el tipo de cultivo. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en el software SPSS, para determinar efecto de los tratamientos y una prueba posterior de Tukey ($p < 0,05$) para determinar diferencias entre los tratamientos.

Resultados y discusión

Caracterización del suelo ecológico

El suelo ecológico presentó las siguientes características: pH 8,21, conductividad eléctrica 680 $\mu\text{S}/\text{cm}$, textura Franco-Arcillosa, CaCO_3 36,1 %, y contenido de elementos en g/Kg de: C orgánico oxidable 10,5 - N 1,60 - P 0,037 - K 0,49 - Ca 3,52 - Mg 0,65 - Na 0,33 y contenido en mg/Kg de: Fe 4,3 - Cu 1,4 - Mn 6,1 - Zn 1,2. De estos nutrientes cabe resaltar la cantidad de C orgánico que puede deberse a los aportes constantes de materia orgánica y la actividad biológica de los organismos del suelo que favorecen la fijación de carbono Labrador (2008)

Caracterización de la Turba

La turba utilizada presentó una humedad del 1,3 %, pH de 6,45, conductividad eléctrica de 0,34 dS/m, ma-

teria orgánica al 90,4 %, carbono orgánico total 49,4 %, N 1,3 %, relación C/N 36,9; un contenido de nutrientes en g/Kg de: K 2,9 – Na 0,30 – Ca 21,8 – Mg 8,1 – P 0,62; micronutrientes en mg/Kg de: Fe 702 – Mn 40 – Cu 17 – Zn 36

Caracterización de los compost utilizados

En la tabla 2 se muestran los resultados de los análisis de los compostajes evaluados.

Tabla 2. Caracterización físico-química de los compost utilizados.

Indicador	Unidad	C35	C36	C37	C38
pH	-	7,17	7,00	8,24	7,05
Conductividad eléctrica	(dS/m)	2,17	2,30	4,85	2,13
Materia orgánica Total	(%)	83,1	80,2	71,2	83,2
Carbono Organico Total	(%)	46,2	46,0	40,9	48,7
N	(%)	2,81	2,82	3,21	2,71
Relación C/N	-	16,5	16,3	12,7	17,9
P	(g/kg)	2,50	2,31	9,19	8,87
Na	(g/kg)	0,42	0,48	4,12	3,84
K	(g/kg)	5,04	5,08	15,0	13,1
Ca	(g/kg)	32,0	29,3	40,2	39,0
Mg	(g/kg)	1,47	1,51	6,35	5,78
Fe	(mg/kg)	625	8843	876	1066
Mn	(mg/kg)	48,9	6878	80,1	61,9
Cu	(mg/kg)	9,31	18,6	28,5	24,6
Zn	(mg/kg)	131	249	178	139
Cr	(mg/kg)	11,5	32,8	10,2	12,9
Ni	(mg/kg)	3,79	10,8	8,55	7,92
Cd	(mg/kg)	0,03	0,13	0,12	0,11
Pb	(mg/kg)	3,94	3,23	1,36	2,93
Índice de germinación	(%)	93,7	72,8	79,8	84,6

Incidencia de los compostajes en el crecimiento de los cultivos

En la lechuga se encontraron diferencias significativas para la altura de las plantas, el testigo 2 (suelo ecológico – turba 1:1) presentó el día 60, la mayor altura

con 22,9 cm, y el que menos influyó fue el compost 37; esta variable está relacionada con la condición morfo-fisiológica. De acuerdo con Tarigo et al (2004) en la fase de roseta la relación largo/ancho de las láminas foliares empieza a disminuir, y esto hace que la planta tome un aspecto deseable a nivel comercial. En la altura final de la acelga se encontraron diferencias significativas, el compost 37 incidió en mayor medida con 31,3 cm, y el testigo 2 obtuvo la menor altura con 25,3 cm, la altura en la acelga es importante económica y agronómicamente, ya que ésta es directamente proporcional al área fotosintética, y a la producción de biomasa comercializable, las hojas y las pencas constituyen la parte comestible García (2013). En la remolacha la mayor incidencia en la altura final fue del compost 35 con 33,4 cm el día 60, y el compost 36 reportó la menor incidencia con 24,6 cm.

Incidencia de los compostajes en el rendimiento vegetal

La producción de biomasa fresca en la acelga estuvo más influenciada por el compost 38 y el T1 (figura 1), al igual que en la producción de materia seca (figura 2), esta transferencia puede deberse al contenido de coloides minerales u orgánicos de estos dos sustratos, que incrementan la CIC y su posterior transferencia a la solución del suelo Duran (2013).

Figura 1: producción de biomasa fresca de acelga var. Cicla (g/planta)

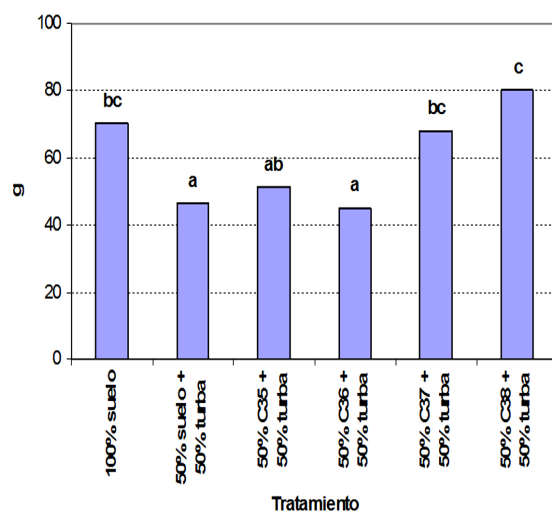
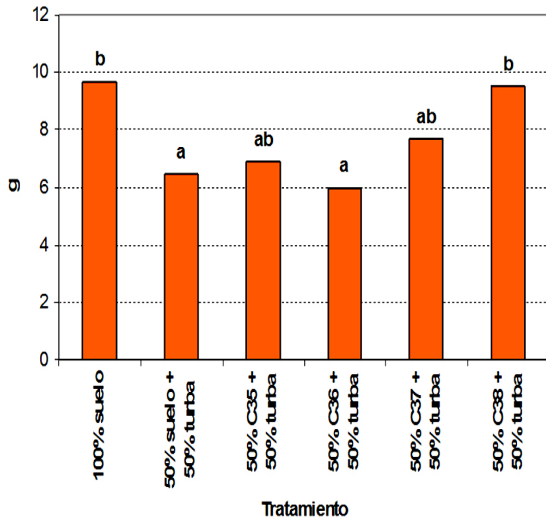


Figura 2: biomasa seca de acelga var. cicla (g/planta)



En el cultivo de lechuga la mayor incidencia en la producción de biomasa fresca fue del compost 35 (figura 3) al igual que en la producción de biomasa seca (figura 4), similar al testigo 2 (50% turba – 50% suelo) tanto en producción de biomasa fresca, como materia seca, la similitud entre el compost 35 y el suelo ecológico utilizado en la evaluación puede deberse a lo que García (2005) menciona como la extracción que realizan las plantas en suelos orgánicos de aminoácidos, proteínas, vitaminas, etc; y las convierten en estructuras vegetales como celulosa, hemicelulosa, ligninas, quitinas, etc, que hacen parte constituyente de la biomasa.

Figura 3: Producción de biomasa fresca de lechuga (g/planta)

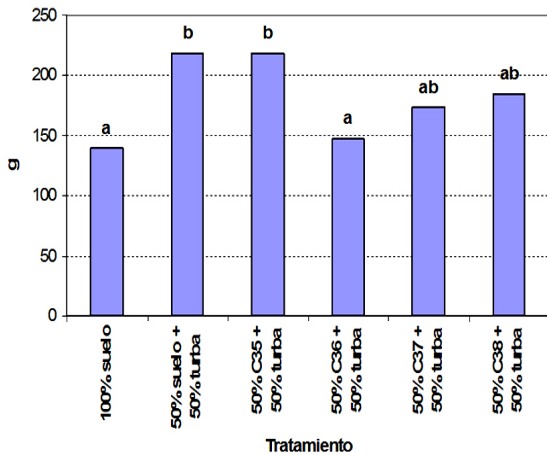
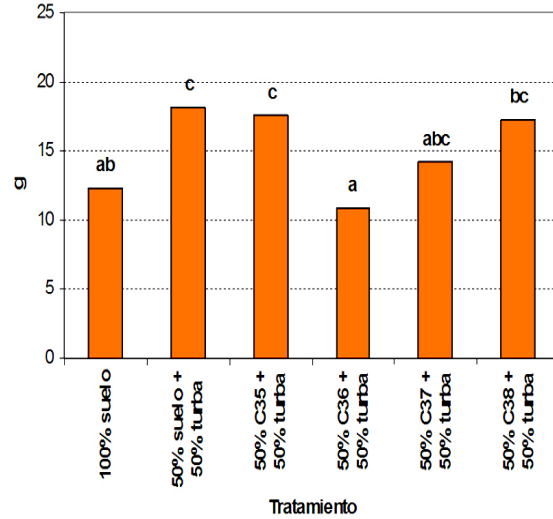


Figura 4: biomasa seca de lechuga (gms/planta)



La producción de biomasa fresca de remolacha estuvo influenciada en mayor medida por el compost 38 (figura 5) y se muestra una diferencia estadísticamente significativa con el resto de tratamientos; al igual que en la producción de biomasa seca (figura 6). Esta superioridad del C38 con respecto a los demás puede deberse al alto contenido de nutrientes iniciales y su posible correspondencia con los requerimientos nutricionales de la remolacha.

Figura 5: producción de biomasa fresca de remolacha (g/planta)

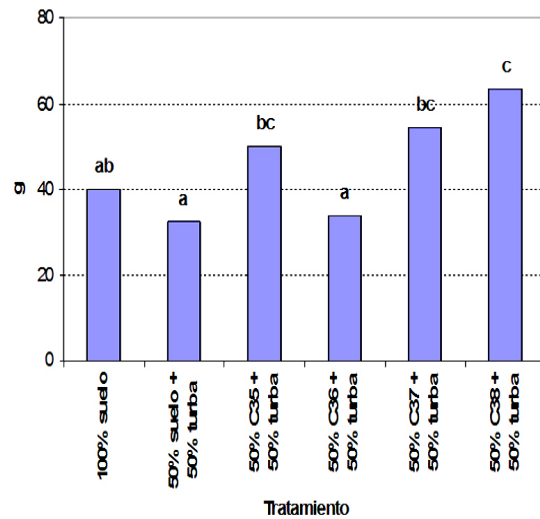
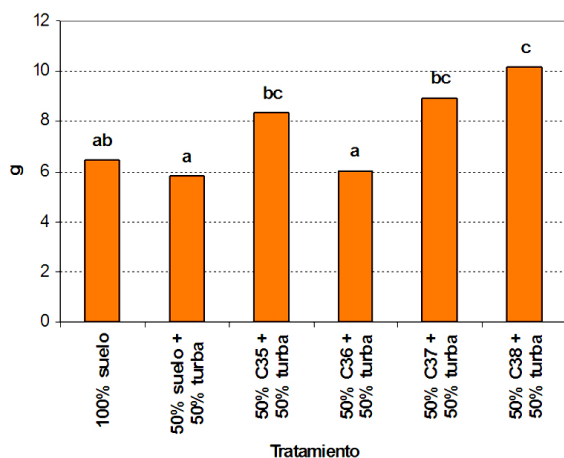


Figura 6: biomasa seca de remolacha (g/planta)

Contenido de nutrientes

En la acelga, los tratamientos que aportaron mayor cantidad de macronutrientes fueron C37 y C38 y el T1 aportó mayor cantidad de nutrientes secundarios (figura 7) para el caso del C el T2 aportó 390,13 g/kg ms pueden haber aportado más nutrientes con respecto a los demás compost por su contenido de estiércol vacuno que incrementa la actividad biológica y el balance microbiano que ayuda al mejoramiento físico-químico del sustrato Ramírez (1999); el gran contenido de K aportado por el C38 pudo estar determinado por la alta movilidad del elemento Sánchez (2007).

Conclusiones

Los compost elaborados a partir de residuos vitivinícolas contienen cantidades considerables de nutrientes mayores y menores, y los ponen a disposición de la acelga, lechuga y remolacha; sin embargo, esta disponibilidad podría ser incrementada con una mayor disponibilidad de elementos minerales del tamaño de la arcilla (Coloides $\leq 2 \mu$) que además de su aporte gradual en la nutrición vegetal, aumenten la Capacidad de Intercambio de Cationes.

Los suelos gestionados durante 10 años en la agricultura ecológica, muestran una gran capacidad de transferir nutrientes aunque su contenido sea bajo; y este atributo puede deberse a la actividad biológica, los procesos desencadenados de ésta y los productos como enzimas, proteínas, vitaminas, entre otros, que participan en los complejos procesos nutricionales de las plantas.

Los compost de residuos vitivinícolas presentan una alternativa de abonamiento en sistemas de producción hortícola ecológica, y de acondicionadores de suelos en sistemas de producción convencional.

Literatura citada

Acevedo Osorio, A. 2004. Agricultura sustentable. Ed. La silueta. Mariquita Tolima Colombia p.294

Abrisqueta, C. y Romero, M. 1969. Digestión húmeda rápida de suelos y materiales orgánicos. Anal. Edafol. Agrobiol., pp. 855-867.

Altieri, M. 1999. Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan Comunidad. Montevideo Uruguay. pp. 294.

Ministerio de medio ambiente, y medio rural y marino. 2008. Estadísticas Agricultura Ecológica España. (En línea). Madrid España. Secretaría general de medio rural. Consultado el 15 enero de 2009. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/2008_tcm7-8087.pdf

Castro Franco, H E. 1998. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Tunja Boyacá Colombia. p.360.

Cegarra, J.; Reverte, L.; Lax, A. y Costa, F. 1974. Factores que influyen en la extracción y fraccionamiento de la materia orgánica del suelo. Anal. Edafol. Agrobiol., 575-590.

Cegarra, J. 1978. Fraccionamiento de fertilizantes orgánicos y de sus productos de humificación. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Ed. CEBAS, Murcia.

Chen, Y. e Inbar, Y. 1993. Chemical and spectroscopical analyses of organic matter transformations during composting in relation to compost maturity. En: Science and engineering of composting: design, environmental, microbiological and utilization aspects. Ed.: H.A.J. Hoitink y H.M. Keener. Renaissance Publications. Ohio. pp. 551-600.

Christensen, B. 1992. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. Advances in Soil Science, 20. 314p.

Costa, F; Garcia, C; Hernandez, T. y Polo, A. 1991. Residuos Orgánicos Urbanos. Manejo y Utilización. Editorial. CSIC – CEBAS. Murcia España.

- de Boodt, M. 1975. Caracteres physiques et disponibilité en eau des substrats. Annales de Gembloux, pp. 59-72.
- Duran Ramírez, F. 2013. Rehabilitación del suelo agrícola con compostaje. Ed. Grupo Latino Editores S.A.S. 359 p.
- FAO Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 2006. FAOSTAT database. Consultado el 12 de febrero de 2009. Disponible en: <http://www.fao.org>.
- Foth, H D. 1985. Fundamentos de la ciencia del suelo. Compañía editorial continental, S.A. San Juan Tlihuahca, México. p. 433.
- García Molano, J F. 2005. Principios generales de agricultura orgánica. Editorial Juan de Castellanos, Tunja Boyacá Colombia. p. 180.
- García Zumel, M. 2013. Cultivos herbáceos intensivos (en línea). Palencia. Universidad de Valladolid. 2013. Disponible en: https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento.pdf
- KEPOS 2000. Impactos ambientales en la bodega. Fundación Caja Rioja. Logroño. p.24.
- Kitson, R.E., y Mellon, M.G., 1944. Colorimetric determination of P as molibdo vanado phosphoric acid. Eng. Chem. Anal. Ed., pp. 379-383.
- Labrador, J. 2008. Manejo del suelo en los sistemas agrícolas de producción ecológica. Sociedad Española de Agricultura Ecológica SEAE. Citarroja España. 47p.
- Lax, A.; Roig, A. y Costa, F. 1986. A method for determining the cation-exchange capacity of organic materials. Plant Soil, pp. 349-355.
- Martínez, F.X. 1992. Propuesta de metodología para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos. Actas de Horticultura, pp. 55-66.
- Moral Herrero, R.; Paredes Gil, C. y Perez Espinosa, A. 2008. Materia Orgánica en el suelo. Funciones y potencialidades. Documento de trabajo. Universidad Miguel Hernández de Elche. Orihuela, España.
- Navarro, A.F.; Cegarra, J.; Roig, A. y Bernal, M.P. 1991. An automatic microanalysis method for the determination of organic carbon in wastes. Commun. Soil Sci. Plant Anal. pp. 2137-2144.
- Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales. Numero XI, 1999, San José Costa Rica, 1999. Calidad y su control en compostas orgánicas. Ramírez, C. San José, Costa Rica. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_069.pdf
- Sánchez-Monedero; Roig, A; Cegarra, J; Bernal, M.P; Noguera, P; Abad, M, y Antón, A. 2004. Composts as media constituents for begetable trasplant production. Compost science and utilitation. pp. 161,168.
- Sánchez, j. 2007. fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas (en línea) Perú. Consultado 2014. Fertitec S.A. Disponible en: <http://www.agronegociosperu.org/downloads/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>
- Seóanez, M.; Bellas, E.; Ladaira, P. y Seóanez, P. 2000. Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos. Mundi-Prensa, Madrid España, pp.605.
- Tarigo, A.; Repetto, C.; Acosta, D. 2004. Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (*lactuca sativa*) a campo. Ingeniería Agronómica. Montevideo Uruguay. Universidad de la República. 169 p.
- Unión Europea. 2007. Reglamento 834/2007. Sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) no 2092/91. Diario Oficial de la Unión Europea.
- Vogt, E.; Jakob, L.; Lemperle, E. y Weiss, E. 1986. El vino: obtención, elaboración y análisis. Ed. Acribia S.A., Zaragoza España. p. 294.
- Yeomans, J. y Bremner, J.M. 1989. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, pp. 1467-1476.
- Zucconi, F. y De Bertoldi, M. 1987. Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. En: Compost: Production, Quality and Use. Ed. M., de Bertoldi; M.P., Ferranti; P., L' Hermite y F., Zucconi. Elsevier. Barking, pp. 30-50.
- Zucconi, F.; Monaco, A. y Forte, M. 1985. Phytotoxins during the stabilization of organic matter. En: Composting of Agricultural and Other Wastes. Ed.: J.K.R. Gasser. Elsevier. Barking. pp. 73-85.