



Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris L.*) en la Estación Experimental de Patacamaya

Effect of the application of organic fertilizers in the performance of beterraga culture (*Beta vulgaris L.*) in the Patacamaya Experimental Station

Olga Huanca Apaza y Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

RESUMEN: La remolacha es un cultivo de gran importancia especialmente en Europa donde se cultiva para reducir la dependencia del exterior en relación con las necesidades de azúcar, que constituye uno de los elementos básicos de la alimentación humana. El trabajo de investigación pretende diversificar la producción al desarrollar procesos de cultivos hortícolas a partir de insumos locales para este propósito. Y también dar a conocer que esta investigación es totalmente ecológica, sin utilización de tóxicos. La investigación tuvo como objetivo Evaluar el efecto de la aplicación de tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de beterraga (*Beta vulgaris L.*) en la estación experimental de Patacamaya. Para la investigación se utilizó el método experimental bloques completos al azar. Teniendo una variedad, cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, obteniendo así un total de dieciséis unidades experimentales. Durante el desarrollo del cultivo los parámetros que se evaluó fueron diámetro de la raíz, longitud de la raíz, peso de la raíz, rendimiento, análisis económico y para las propiedades de suelo las variables que se tomaron en cuenta fueron la densidad aparente, densidad real, porosidad, pH, porcentaje de nitrógeno y materia orgánica. La variedad que mayor rendimiento presento en combinación con compost con un promedio en rendimiento de 2,06 kg/m², y el menor fue el humus de lombriz de 1.27 kg/m².

PALABRAS CLAVE: Rendimiento, Materia Orgánica, Beterraga.

ABSTRACT: Beet is a crop of great importance especially in Europe where it is grown to reduce dependence on the outside in relation to sugar needs, which is one of the basic elements of human food. The research work aims to diversify production by developing processes of horticultural crops from local inputs for this purpose. And also, to announce that this research is totally ecological, without the use of toxic substances. The objective of the research was to evaluate the effect of the application of three organic fertilizers on the yield of the beterraga crop (*Beta vulgaris L.*) at the Patacamaya Experimental Station. The randomized complete blocks experimental method was used for the investigation. Having a variety, four treatments and four repetitions, thus obtaining a total of sixteen experimental units. During the development of the crop the parameters that were evaluated were root diameter, root length, root weight, yield, economic analysis and for soil properties the variables that were taken into account were apparent density, real density, porosity, pH, percentage of nitrogen and organic matter. The variety that presented the highest yield in combination with compost with an average yield of 2.06 kg/m², and the lowest was the worm humus of 1.27 kg/m².

KEYWORDS: Performance, Organic Matter, Beterraga.

AUTORES: *Olga Huanca Apaza:* Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. olquita5mentarios1@gmail.com

Medardo Wilfredo Blanco Villacorta: Ing. MSc. Docente. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. angorabol@hotmail.com

Recibido: 25/08/19. Aprobado: 15/10/19.

DOI: <https://doi.org/10.53287/awrt1816tg89r>



INTRODUCCION

La producción de esta hortaliza que contenga menor cantidad de residuos tóxicos resulta ser fundamental para la seguridad alimentaria de los consumidores, sean estos los mismos productores o determinados sectores sociales que acceden a dicho producto mediante el mercado. Una agricultura orientada a preservar el medio ambiente y la obtención de productos sin residuos tóxicos es de mucha importancia

para el consumo humano, el ecosistema y medio ambiente. (Duran, 2009)

Las hortalizas, plantas herbáceas llamadas también verduras, están destinadas a la alimentación humana. Su utilización es parcial o total, dependiendo de las partes útiles de la planta; raíz, tallo, hojas, frutos o semillas. Existe una inmensa variedad de hortalizas en Bolivia, adaptadas a los diversos climas, suelos e

indudablemente, gustos y costumbres de una población. (Palomio, et al. 2010)

Una agricultura orientada a preservar el medio ambiente y la obtención de productos sin residuos tóxicos es de mucha importancia para el consumo humano, el ecosistema y medio ambiente.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en predios de la estación experimental Patacamaya que se ubica dentro el Municipio Patacamaya, quina Sección de la provincia Aroma del Departamento de La Paz, situada a 101 kilómetros de la sede del gobierno, por la carretera interdepartamental La Paz – Oruro al sud este de la capital del departamento de La Paz, a una altitud promedio de 3789 m.s.n.m. (PDM, 2011)

Patacamaya, geográficamente está situado entre las coordenadas: 17° 05'' – 17° 20'' de latitud sur, 67° 45'' – 68° 07'' de longitud oeste se encuentra ubicado al centro de la provincia Aroma. (PDM, 2011)

MATERIALES

El material vegetal que se usó en el experimento, fue semilla de beterraga (*Beta vulgaris L.*), de la variedad Detroit Dark. Que según, el INIAF, tiene los siguientes datos:

Tabla 1. Descripción de la semilla por el INIAF – La Paz.

Semillería:	AGROTECNICA
Variedad:	Detroit Dark Red
Categoría:	Semilla Importada
Humedad:	6,5%
Germinación:	85%
Cultivo:	Beterraga
Origen:	U.S.A.

Los abonos orgánicos, es el compost que fue proporcionado por la Facultad de Agronomía de cátedra de fertilidad de suelos, del PhD.

Eduardo Chilón; el Bocashi y Humus de lombriz fue proporcionada por el MSc. Wilfredo Blanco.

La remolacha se fertilizó con compostajes muy bien procesados.

El material de campo que se usó son: las estacas, cinta métrica. marbetes, picota, pala, palitas de jardinería, rastrillo, flexo metro, vernier, balanza digital, cámara fotográfica, computadora, libreta de campo, yutes, carretilla, manguera, sogá.

Metodología experimental

Para el análisis del suelo se tomó una muestra del área, previa siembra del cultivo, el análisis físico del suelo demuestra que el suelo del área experimental es franco arcilloso arenoso, ya que presenta 53% de arena, 24% de arcilla y 23% de limo, la conductividad eléctrica es de 0.262 dS/m y el pH 7.44. El porcentaje de materia orgánica es de 2,34 %. (IBTEN, 2017)

Tabla 2. Análisis del suelo de la parcela en investigación.

Lugar	Estación Experimental de Patacamaya
Profundidad	30 cm
Arena	53%
Arcilla	24%
Limo	23%
Grava	0%
Clase Textural	FYA

En la tabla 2, muestra que el suelo pertenece a la clase textural franco arcilloso arenoso, entonces se puede decir que el suelo no cumplió con el requerimiento que exigía el cultivo de beterraga.

Características químicas del suelo

En el análisis químico de suelos que se realizó en el laboratorio IBTEN, se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla 3. Análisis químico del suelo.

Parámetro	Resultado	Unidades
pH en agua	7,44	-
Conductividad eléctrica en agua	0,262	dS/m
Potasio intercambiable	1,94	Meq/100 g
Capacidad de intercambio catiónico	13,74	Meq/100 g
Materia orgánica	2,34	%
Nitrógeno total	0,12	%
Fosforo asimilable	41,91	Ppm

Diseño experimental

El diseño experimental que fue utilizado en el presente trabajo de investigación fue de bloques completamente al azar (DBA). Los cuales fueron sorteados al azar, con la finalidad de hacer la distribución de los tratamientos, obteniendo cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales.

Modelo estadístico

Se utiliza un diseño de bloques completamente al azar, con un arreglo matemático.

$$X_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- X_{ij} = Cualquier observación.
- μ = Media aritmética poblacional.
- β_j = Efecto j – ésimo del bloque.
- α_i = Efecto i – ésimo de tratamiento.
- ε_{ijk} = Error experimental.

Tratamientos

Se utilizó los siguientes tratamientos:

- T1= Testigo (abono de oveja 12 kg/m²)
- T2= Humus de Lombriz (12 kg /m²)
- T3= Bocashi (12 Kg/m²)
- T4= Compost (12 kg /m²)

Tabla 4. Superficie del área experimental.

Largo parcela (m)	13 m
Ancho de la parcela (m)	5 m
Superficie total (m ²)	65 m ²
Superficie de cada unidad experimental (m ²)	3 m * 1 m
Total de unidades experimentales (n)	16

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de la planta

En la tabla, se muestra la relación de altura de planta con el tipo de abono aplicado a cada tratamiento. Se observa que los resultados son similares, sin embargo el T4 compost presenta el promedio más alto respecto a la altura de la planta con 14,35 cm y también observamos que el que menor obtuvo altura fue el T2 humus de lombriz alcanzando 9,87 cm de altura.

Tabla 5. Altura de planta en cm.

Tratamiento	Promedio Altura de la planta (cm)	Prueba de Duncan
Humus	9,87	A
Bocashi	13,4	A
Testigo	13,8	A
Compost	14,35	A

Bonanza (2005), afirma que la beterraga en sus variedades de características redondas puede alcanzar a tener una altura de planta de 30 a 40 cm, entonces los datos obtenidos no son similares que el autor menciona, el ambiente las temperaturas no favorecieron a el crecimiento de la planta.

Diámetro de la raíz

De acuerdo a los datos obtenidos se observa el promedio del diámetro de la raíz, entre los abonamientos aplicados en el estudio se observa que teniendo en cuenta el mayor promedio la tuvo el (T4) compost con 4,412 cm.,

y el menor valor alcanzo el (T2) humus de lombriz con 4,143 cm de diámetro de raíz, posiblemente los nutrientes no estaban disponibles para la raíz.

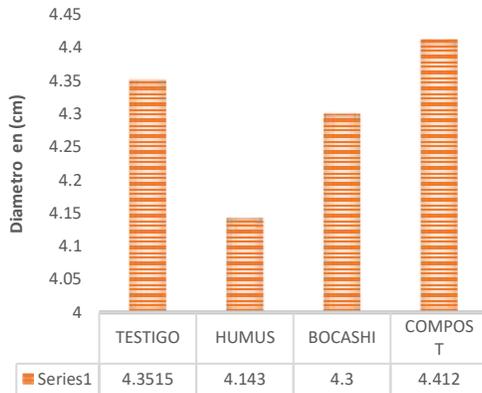


Figura 1. Promedio del diámetro de la raíz (cm).

Longitud de raíz

Los promedios de la longitud de la raíz, logrados con los diferentes tipos de abonamiento se ven en la figura 2.

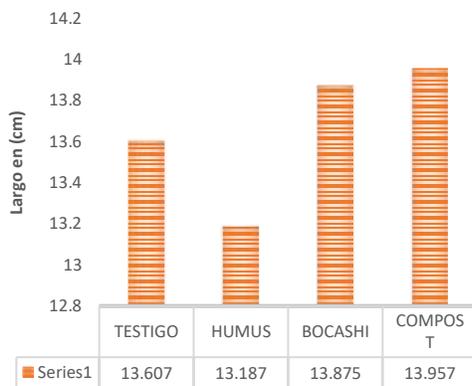


Figura 2. Promedio de la longitud de la raíz.

Los promedios de longitud de la raíz entre los abonamientos aplicados en el estudio, son similares es por tal motivo que en el análisis de varianza los resultados mostraron no tener significancia, sin embargo el mayor promedio de largo de la raíz fue el (T4) compost con un valor de 13,957 cm, y el de menor valor fue el (T1) testigo con 13,607 de largo de la raíz. Para la variable largo de la raíz el tratamiento compost (T4) obtuvo el mejor resultado, sin embargo

estadísticamente similar a los otros tratamientos, por lo tanto no hubo diferencia significativa es esta variable, lo cual indica que el efecto de los abonos orgánicos no mejoro el crecimiento del largo de la raíz.

Peso de la raíz

El peso de la raíz se pudo evidenciar que el tratamiento (T4) compost con 66,75 gr lo cual obtuvo el mejor resultado, indica que el compost apporto mayores nutrientes, y el peor resultado el menor peso de raíz es el (T3) humus de lombriz, posiblemente los nutrientes aun no estaban disponibles para la raíz.

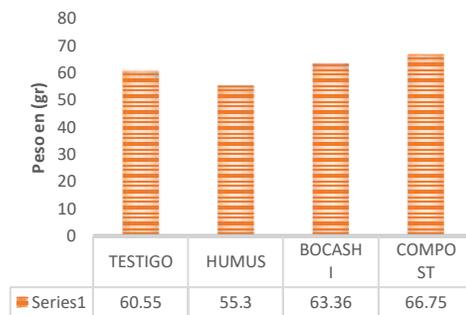


Figura 3. Promedio del peso de raíz.

Las diferencias de peso de la raíz probablemente se deban, a que, la beterraga absorbió más nutrientes en el compost, mientras que en el abono humus de lombriz necesariamente es para cultivos de ciclos más cortos, ya que la investigación tuvo un ciclo de 6 meses.

Rendimiento

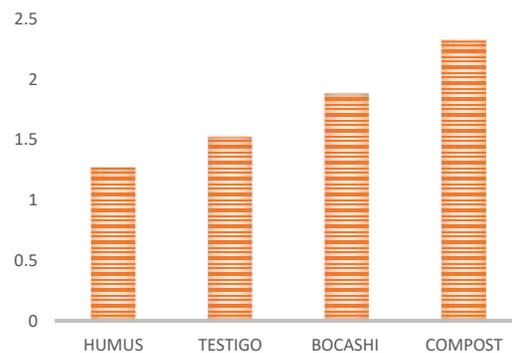


Figura 4. Promedio del rendimiento. (kg/m²)

Tabla 5. Prueba de Duncan.

Tratamiento	Medias	N	EE	Duncan 5%
Humus	1,27	4	0,22	A
Testigo	1,52	4	0,22	A
Bocashi	1,82	4	0,22	AB
Compost	2,32	4	0,22	B

Realizando la prueba de Duncan (tabla 5) se puede notar que para los tipos de abonamiento con relación al rendimiento el Compost (T4), con 2,32 kg/m² es superior estadísticamente al Testigo (T1), con 1,52 kg/m², el Bocashi (T3), con 1,82 kg/m² y el Humus de lombriz con 1,27 kg/m².

La razón por el cual el compost alcanzo un rendimiento elevado fue porque tuvo un proceso aeróbico, esto ayudo a que la planta tenga una asimilación más directa de los nutrientes ofrecidos por este abono orgánico, tal como lo asevera Benzing (2001).

Efecto de los abonos orgánicos sobre las propiedades del suelo

Densidad aparente

La Densidad Aparente de la variedad Detroit el T4 (compost) alcanzo valores mayores a uno al igual que él (T1) testigo, se puede observar también que el suelo con el abonamiento de Bocashi (T3) y el humus de lombriz (T2) son los que llegaron a tener resultados de densidad aparente inferiores a 1, lo que evidencia que estos abonos se descomponen más rápidamente generando una disminución de la Densidad aparente. Así también se observa que el compost se descompone lentamente.

Tabla 5. Densidad aparente del suelo (gr/cc).

Tratamientos	Densidad Aparente gr/cc
T1 - Testigo	1,041
T2 - Humus de Lombriz	0,902
T3 – Bocashi	0,914
T4 - Compost	1,047

Densidad real

Los valores de densidad para la variedad y para los tratamientos en experimentación se encuentran dentro de 2,036 g/cm². Morales (1987) afirma que la densidad real por lo general está comprendida entre los valores de 2,6 y 2,7 g/cc, esto debido a que gran parte del volumen del suelo está compuesto de cuarzo, feldespato y arcillas silicatadas que contienen pesos específicos próximos a los valores indicados.

Tabla 6. Densidad real (g/cm³).

Tratamiento	Densidad Real g/cm ³
T1 - Testigo	2.036
T2 - Humus De Lombriz	2.143
T3 – Bocashi	2.206
T4 – Compost	2.136

Porosidad

El espacio poroso del suelo en cada uno de los tratamientos es mayor a 40% de porosidad, observando que en el tratamiento de testigo es bajo con 48,65 %, en comparación a los espacios porosos de os tratamientos con la aplicación de abonos orgánicos que superan al tratamiento testigo, demostrando así el efecto benéfico que tiene al incorporar abonos orgánicos al suelo.

Tabla 7. Porosidad del suelo (%).

Tratamiento	% Porosidad
T1 - Testigo	48.65
T2 - Humus De Lombriz	57.81
T3 – Bocashi	58.34
T4 – Compost	50.97

pH

El pH para la variedad de beterraga es mayor a 8. Yuste (1997) menciona que valores de pH que estén dentro de 8 a 8.5 se los denomina suelos moderadamente alcalinos, y de 8.5 y 9.0 se los denomina fuertemente alcalino como es el

caso de tratamiento empleado con el Bocashi en la experimentación.

Tabla 8. pH del suelo.

Tratamiento	Antes	Después	Denominación
T1- Testigo		7,49	Débilmente Alcalino
T2-Humus de lombriz	de 7,44	8,31	Moderadamente Alcalino
T3-Bocashi		8,56	Fuertemente Alcalino
T4-Compost		8,27	Moderadamente Alcalino

Antes de implementar el cultivo y los tratamientos se realizó un análisis de pH del suelo en laboratorio (IBTEN) el cual tuvo un resultado de 7.44 y después de haber implementado el cultivo con los tratamientos en estudio se observa en el cuadro 19 que el nivel de pH tuvo una variación. Los tratamientos con abonos orgánicos y el testigo presentan valores mayores.

Porcentaje de nitrógeno

El porcentaje de nitrógeno en el suelo son diferentes en todos los tratamientos en evaluación para la variedad detroit experimentación. Observándose que el porcentaje de nitrógeno más alto se presentó en el T3 (Bocashi).

Tabla 9. Contenido de nitrógeno.

Tratamiento	Antes	Después	Denominación
T1- Testigo		0,28	Alto
T2-Humus de lombriz	0,12	0,28	Alto
T3-Bocashi	Bajo	0,3	Alto
T4-Compost		0,29	Alto

El porcentaje de nitrógeno en el suelo es comparación al análisis inicial es bajo su valor porcentual, pero aun así los que se muestran se consideran de valoración de porcentaje de nitrógeno en el suelo “Alto”, según Servagro (2006).

Porcentaje de Materia orgánica

Observamos que el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de materia orgánica fue el T4 compost con un valor de 2.806 se puede ver también que el tratamiento de testigo tuvo un valor bajo a diferencia de los demás. Esto debido a que no se puso al suelo ningún tipo de abono orgánico.

Tabla 10. Porcentaje de Materia orgánica (%).

Tratamiento	Antes	Después	Denominación
T1- Testigo		2,348	Normal
T2-Humus de lombriz	2,34	2,364	Normal
T3-Bocashi	Normal	2,465	Alto
T4-Compost		2,806	Alto

El porcentaje de materia orgánica en el suelo está clasificado con un valor alto para el humus de lombriz y compost según Servagro (2006).

Análisis beneficio costo

El rendimiento obtenido en campo se ajustó a un 10% ya que CIMMYT (1988), recomienda ajustar el rendimiento de raíces a 10% de decremento con el objetivo de eliminar la sobrestimación del ensayo.

Respecto al beneficio / costo obtenido en campo, todos los tratamientos del ensayo tuvieron un buen retorno económico ya que los resultados de B/C son mayores a 1, observamos que el tratamiento con compost (T4) obtuvo un valor de B/C= 4,3 el cual nos indica que con una inversión de una unidad monetaria se tiene un retorno de 4, entonces podemos decir que tiene la más alta rentabilidad en comparación a los demás tratamientos. Por otro lado es necesario tomar en cuenta que la producción de remolacha encuentra mayor rendimiento en raíz comercial en los tratamientos a los cuales se les aplico compost.

Si la relación B/C hubiese sido menor a 1 no mostraría un retorno económico, más al contrario se generaría perdida. Observamos en el cuadro 32 que ninguno de los tratamientos en

experimentación muestra una relación de B/C menores a uno.

CONCLUSIONES

Para la altura de la planta, el factor climatológico fue muy importante ya que las temperaturas fueron muy bajas, por lo tanto se observó que no hubo significancia, pero el tratamiento con mayor altura fue el compost (T4) con 14,35 cm de altura y el menor fue el humus de lombriz (T3) con 9,87 cm.

Para el diámetro de la raíz obtuvieron valores muy similares en experimentación y con la combinación de los abonamientos aplicados, el compost (T4) con 4,41, alcanzó el mayor diámetro a diferencia del humus (T3) con 4,14, el cual mostrándose así del desarrollo de la raíz.

En cuanto al peso de la raíz al aplicar los abonos orgánicos se comportaron de la misma manera, pero el compost mostro su mayor peso 66,65 gr, seguida del Bocashi con 63,36 gr, el menor peso de la raíz la obtuvo el humus de lombriz con 55,30 gr.

En cuanto a la longitud de la raíz obtuvieron valores muy similares, y con respecto a los abonamientos aplicados tuvieron comportamientos diferentes, ya que con la aplicación del compost obtuvieron mayor diámetro de raíz con 13,96 cm., seguida del Bocashi con 13,88 cm. y testigo con 13,61 cm., y la que menor longitud obtuvo fue el tratamiento de humus de lombriz con 13,19cm.

Para el comportamiento respecto al rendimiento mostraron diferencias significativas entre los abonos orgánicos aplicados al experimento. Sin embargo, el análisis estadístico nos mostró que el cultivo de beterraga en combinación con el compost se comporta mejor que los abonos de humus de lombriz y Bocashi, ya que con este abono orgánico el cultivo de beterraga obtuvo el mayor valor en cuanto a rendimiento se refiere.

En la evaluación económica preliminar que se realizó para la producción de Beterraga para una superficie de 1000m² se concluye que todos los tratamientos del ensayo tuvieron buen retorno económico, pero el que mayor beneficio económico, se encuentra en los tratamientos a los cuales se le aplico el compost, Bocashi tomando en cuenta que el mayor rendimiento en raíz comercial se encuentra en el tratamiento de compost.

Respecto al efecto de los tratamientos con los abonos orgánicos sobre las propiedades físicas y químicas de suelo, en ambas variedades los tratamientos no mostraron gran diferencia respecto a los valores iniciales de las propiedades físicas y químicas del suelo, esto debido a que el estudio que se realizó con el cultivo de beterraga fue un ciclo de 5 meses de investigación, por tal motivo las propiedades físicas y químicas del suelo no tienden cambiar en un tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carvajal, M. Uriarte, J. (2005). Producción de hortalizas orgánicas. La Paz- Centro de Investigación y Promoción del Campesinado "CIPCA"
- Capistran, et al. (2004). Métodos estadísticos para la investigación. Tercera edición. Editorial jurídico S.A. Lima, Perú .
- Chilón, E. (2011), Compostaje alto andino, seguridad alimentaria y cambio climático, reporte investigación cinagro Vol. 2, (261-268), julio 2011.
- CIMMYT, (1998). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, manual metodológico de evaluación económica. México. DF.
- Diagnostico Comunal. (2011). Ajuste PDM Patacamaya/ 2007-2011.
- Domínguez, A. (1997). Tratado de fertilización. Ed. Mundi prensa. Pág. 613p País. XZ

- Duran, F. (2009). Seguridad alimentaria cultivando hortalizas. Edición Grupo Latino Editoriales S.A.S
- FAO. (2005). Seguridad y soberanía Alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- Huerres, Perez, Consuelo. (1998). Horticultura. Edición Pueblo y Educación, Habana Cuba
- Holdridge, (1987). Manual de enseñanza práctica de la producción de Hortalizas, IICA. San Jose, Costa Rica.
- INIAF – LA PAZ. (2011). Evaluación de calidad de semillas, análisis 0.27
- Jaramillo, V; et al. (1999). Hortalizas (Manual de Asistencia técnica (N ° 28). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
- Japón quintero, J. (2001). Cultivo extensivo de la remolacha de mesa. Ed. España Ministerio de Agricultura. Pág. 16p. País. ES
- La agricultura. (1997). Biblioteca especializada. Técnicas agrícolas en cultivos Extensivos. Horticultura. Ingreso España.
- Mainardi. (1998). Horticultura Tropical y Subtropical. Edición Pax. México
- Maroto. J.V. (1989). Horticultura Herbácea Especial. Cuarta edición. Mundi Prensa. Madrid España.
- Moreno. J. (2006). Horticultura Herbácea Especial. Ed. Mundo Prensa. Pág. 745p. país. BO
- Morales, Juan, (2005). Suelos y agroquímicos. Ed. Pueblo y educación. Habana Cuba.
- Palomio, S.; (2010). Cultivo ecológico de hortalizas/ hogares juveniles campesinos. Ed. 635 cd 21. CEP- Banco de la Republica- Biblioteca Luis Ángel
- Ramírez, A. (1992). Cultivo de remolacha. Lugar de Edición La Paz, Editorial AUMM.; Paginas 20p. País, Bolivia
- Sánchez, A. (2005). Abonado de la Remolacha Azucarera, lugar de edición; Madrid. Edición; servicio de extensión agraria. Paginas 24p
- Sobrino. I.V. (2001). Horticultura Herbácea III. Editorial Aedos o Barcelona.
- Tiscomia, J.R. (2002). Cultivos de Hortalizas terrestres. Editorial Albatros Buenos Aires. Argentina.
- Valadez, L.A. (1993). Producción de Hortalizas. Grupo Noriega editores. Editorial Limusa S.A. México. www.servagro/fertilizacion/sueloagricola
- Yuste, P y Paz, M. (1997). Biblioteca de la agricultura. Ed. Lexus. Pág. 768. País. XZ.