

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITROGENO Y DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO EN ALTURA DE PLANTA DEL NARANJO AGRIO (*Citrus aurantium* L.) DE SEGUNDO AÑO DE IMPLANTACIÓN¹

GONZALEZ SANABRIA, C.²
RODRIGUEZ ESPINOLA, H. N.³

ABSTRACT

The petit grain is obtained by the distillation process to vapor of leaves and shots of sour orange tree which is cultivated mainly in the Oriental Region and an item of importance is constituted for the small producers. With the objective of studying the effect of the bovine manure and of the nitrogen on the rate of growth of the orange tree in the second year of installation, was implanted among Julio-November of 2006, a factorial experiment 4 x 4 in randomized blocks with 3 repetitions, and being valued the rate of growth plant height during 60 days. The doses of bovine manure and of nitrogen don't influence in the rate of growth of the sour orange tree in the 60 days after the applicated

KEY WORDS: Orange tree (*Citrus aurantium* L.), bovine manure, nitrogen, rate growth

RESUMEN

El aceite esencial petit grain, es obtenido por el proceso de destilación a vapor de hojas y ramacetes de naranjo agrio el cual es cultivado principalmente en la Región Oriental y se constituye en un rubro de importancia para los pequeños productores. Con el objetivo de estudiar el efecto del estiércol bovino y del nitrógeno sobre la tasa de crecimiento del naranjo de segundo año de implantación, fue implantado entre julio-noviembre de 2006, un experimento factorial 4 x 4 en bloques al azar con 3 repeticiones, evaluándose la tasa de crecimiento en altura de planta durante 60 días. Las dosis de estiércol bovino y de nitrógeno aplicadas no influyen en la tasa de crecimiento del naranjo agrio en los 60 días después de la aplicación.

PALABRAS CLAVE: Naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.), estiércol bovino, nitrógeno, tasa de crecimiento

¹ Parte de la tesis de grado presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

² Ing. Agr. Egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica. Filial San Pedro, FCA-UNA.

³ Prof. Ing. Agr. Docente a Tiempo Completo, Carrera de Ingeniería Agronómica, Filial San Pedro. FCA-UNA.

INTRODUCCIÓN

El aceite esencial petit grain, es obtenido por el proceso de destilación a vapor de hojas y ramacetes de *Citrus aurantium* L., sub especie *aurantium*; esta variedad fue aclimatada y es cultivada en el Paraguay (Gill, 2004). El naranjo agrio cultivado principalmente en la Región Oriental constituye un rubro de importancia para los pequeños productores para el Departamento de San Pedro ya que les permite generar ingresos en periodos en que los cultivos tradicionales no lo generan. El Departamento de San Pedro es el principal productor de la esencia de petit grain del país, destacándose los Distritos de General Aquino con 1474 hectáreas cultivada de naranjo agrio, seguido por 25 de diciembre con 1100 hectáreas, San Estanislao y San Pablo con 700 hectáreas, Choré, 680 hectáreas y Yataity del Norte, 400 hectáreas (Martínez, 2005).

El hecho de utilizar las hojas y ramacetes como fuente para obtener esencia hace que la explotación de este cultivo sea eminentemente extractiva de los nutrientes del suelo, los cuales no son repuestos porque no se realiza aplicación de fertilizantes ni incorporación de materia orgánica. Es necesario, por estas razones y para recuperar estos suelos, hacer prácticas de fertilización y manejo, pues todos los cultivos requieren una exigencia nutritiva, sin los cuales sería imposible obtener una producción óptima.

La incorporación de enmiendas orgánicas y el uso de fertilizantes contribuye al mejoramiento de la estructura del suelo, de la capacidad de intercambio catiónico y de la fertilidad. La enmienda orgánica más empleada es el estiércol bovino y, para el caso del naranjo agrio, el nutriente de mayor importancia es el nitrógeno, existiendo el problema sobre las dosis de estiércol bovino y de nitrógeno a aplicar ya que hay escasez de datos sobre estos temas para este cultivo.

En este trabajo se estudió el efecto de la aplicación de nitrógeno y de estiércol bovino sobre la tasa de crecimiento en altura de planta del naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) de segundo año de implantación, de manera a obtener el nivel de fertilización nitrogenada óptima y la cantidad adecuada de estiércol bovino a aplicar en este cultivo y que sirva como referencia para recomendaciones técnicas a los productores de San Pedro de Ycuamandyyú.

Los cítricos son árboles originarios de Oriente y fueron introducidos en algunos países occidentales como árboles de adornos (Biblioteca Práctica de Agricultura y Ganadería, 1999).

Tanto el naranjo dulce y agrio muy pronto se dispersaron de los cultivos y mediante las favorables condiciones de clima y suelo se propagaron en forma silvestre

y semi silvestre en grandes zonas del territorio nacional (Markley, 1957).

El naranjo agrio pertenece a la familia botánica Rutáceas, sub. Familia Aurantioidae y su nombre científico es *Citrus aurantium* L.; posee muchos nombres comunes como: naranjo amargo, naranjo agrio, naranja amarga, azahar; la palabra latín «*citrus*» significa cítricos y «*aurantium*» dorado (Murayama, 1991).

Las plantas son arbustos espinosos con una altura de 3 a 5m, con la capa compacta, frondosa, globosa y el tronco de corteza lisa y color verde grisáceo; sus hojas son persistentes (perennifolio), verde oscuras, brillantes, elípticas, lanceoladas y olorosas; flores de color blanca y muy aromáticas (flor azahar) de unos 2 cm de diámetro y florece al principio en primavera; sus frutos son globosos de unos 7 – 8 cm de diámetro, de superficie algo rugosa y de color naranja intenso en madurez, la pulpa del fruto es ácida y amarga y fructifica en otoño – invierno y permanece todo el año (FAO,2006)

El aceite esencial petit grain es obtenido por el proceso de destilación a vapor de hojas y ramacetes de *Citrus aurantium* L., sub especie *aurantium* (Gill, 2004). En Paraguay dos variedades de planta de naranjo agrio cuyas hojas son utilizadas para la elaboración de la esencia de petit grain y ambas son del tipo silvestre: Apepú jhai y Apepú jhe'e.

Los usos de petit grain son especialmente en las industrias de perfumes y jabón. Las mejores calidades se reservan para las perfumerías finas, luego las lociones de perfumes y diferente lociones, y a la vez los productos conexos, líneas para los hombres, productos de cosméticos, etc., las calidades medianas con frecuencia se asignan a la industria jabonera, mientras que las calidades más corrientes son absorbidas por los detergentes y diferentes productos para la casa (SGO, 1978).

Para la producción de esencia, conforme a lo publicado por Markley (1957), la cosecha de hojas y ramacetes de naranjo agrio se debe realizar al tercer año después del trasplante, cuando las plantas tengan buena cantidad de hojas para cosechar, cortándose con machetes de manera a dejar solamente el esqueleto de la planta.

Los meses más productivos son de septiembre a abril. El tiempo en que la esencia de petit grain de mejor calidad que llega a Asunción es de junio y julio (Markley, 1957)

La materia orgánica del suelo, es de fundamental importancia para la fertilidad del suelo, siendo responsable por la mayoría de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Mello et. al., 1985; Gavande 1987)

Bear (1963), menciona que la cantidad de materia orgánica contenida en cualquier tipo de suelo cultivado depende de la naturaleza física del suelo, del ambiente climático existente, de las condiciones de drenaje y del sistema de tratamiento del suelo que este siendo empleado.

Según Buckman & Brady (1991), el contenido de materia orgánica del suelo es pequeño, sólo alrededor del 3 al 5% en peso en caso de un suelo típico, en su capa superficial. La influencia sobre las propiedades del suelo, y por lo tanto, en el crecimiento de las plantas. En primer lugar la materia orgánica funciona como un «granulador» de las partículas minerales, siendo responsable en gran parte del desmenuzamiento de los suelos productivos.

Buckman & Brady (1991) indican que el estiércol constituye el excremento de los animales de la finca. Esto se refiere exactamente a los estiércoles de caballo, cerdos, carnero, animales vacunos y aves.

Según Bear (1963), el estiércol animal es el tipo más valioso de materia orgánica que puede añadirse al suelo para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Hay una tendencia del aumento del tenor de materia orgánica, cuando se aplican excrementos de animales al suelo (Boareto & Neptuno, 1981).

De acuerdo a Hull (1950), para la descomposición de estiércol debe tenerse en cuenta algunos factores especialmente los que hacen referencia a su descomposición es conveniente dejar que el estiércol del animal se descomponga por completo antes de aplicarlo pues en estado fresco ejerce efectos perjudiciales, provocando quemaduras a las plantas debido a la forma de nitrógeno que presenta en ese momento.

Hull (1950) dice que el estiércol no contiene un porcentaje tan alto de elemento de nutrición vegetal como los fertilizantes comerciales, pero es mejor que éstos para enriquecer el suelo, mantenerlos en buenas condiciones y aumentar su facultad de absorber y retener la humedad.

El nitrógeno es uno de los fertilizantes comerciales aplicados que tiene mayor y más rápido efecto, favorece el crecimiento vegetativo e imparte el color verde a las hojas. Con los cereales aumenta la corpulencia de los granos y su porcentaje en proteína. En todas las plantas el nitrógeno es un regulador que gobierna en considerable grado el uso de potasio, fósforo y otros constituyentes (Buckman & Brady, 1991).

Filgueira (1981) menciona que el nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo, aumentando el número y el tamaño de las hojas y por lo tanto, el área foliar del cultivo. Con el aumento de la superficie verde, capaz de realizar la fotosíntesis, aumenta la capacidad productiva de cultivo. También se conoce la correlación posi-

va que hay entre el peso de la parte aérea y la productividad, en hortalizas, frutos y tubérculos, dentro de ciertos límites, siendo que un mejor desenvolvimiento vegetativo puede aumentar la productividad.

Gran parte del nitrógeno añadido al suelo sufre transformaciones antes de estar disponible para las plantas. El nitrógeno en condición orgánica se convierte en varios productos de descomposición y finalmente, parte aparece en forma de nitrato (Primavesi, 1984; Buckman & Brady, 1991).

Una parte de este nitrógeno se pierde por drenaje y otra por volatilización, debido a la movilidad notable del nitrógeno (Buckman & Brady, 1991).

Según Buckman & Brady (1991) la cantidad de nitrógeno en el suelo es pequeña, mientras que lo consumido anualmente por los cultivos es comparativamente grande.

De acuerdo a Fassbender & Bornemisza (1987) para aplicar es necesario considerar, las características del suelo (contenido y disponibilidad del elemento nutritivo a utilizar pH y textura), las condiciones climáticas (temperatura, cantidad y distribución de la precipitación pluvial), las características de las plantas necesarias, sistema radicular, rotación de cultivos, sistema de explotación y de producción) y es fertilización nitrogenada es la que más complicación ofrece y la que requiere más experiencias de campo para determinar dosis óptimas.

La tasa de crecimiento o velocidad de crecimiento es la variación de medida que presenta un carácter de crecimiento (altura, diámetro, masa seca, masa fresca, etc) por unidad de tiempo (Rojas & Rovalo, 1985; Barceló et al., 1992; Azcon-Bieto & Talon, 1993; Rojas, 1993; Pérez García & Martínez-Laborde, 1994). Indica la eficiencia de una planta o de un órgano para desarrollar una característica determinada o utilizar alguna sustancia o elemento dentro ella (Taiz & Zeiger, 1991).

Marcelis, et. al., (1998) indican que la tasa de crecimiento es una función del estadio de desarrollo de la planta, y se halla regulada por la fuerza de dreno de los órganos y por la vía de transporte.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue implantado en la Compañía Zolabarrieta, distrito de San Pedro de Ycuamandyyú, Departamento de San Pedro, Paraguay (latitud: 24° 04' S, longitud 57° 05' W, y altura: 90 m s.n.m.), coordenadas 492.877 E y 7.337.090 N; en el período comprendido entre septiembre-diciembre del 2006.

Fue utilizado *Citrus aurantium* L., subespecie *aurantium* var *Apepù jhai* de segundo año de implantación, en un espaciamento 0,80 m x 2,10 m. Los tratamientos con-

sistieron en la combinación de dos variables: dosis de estiércol bovino y dosis de nitrógeno, en un sistema factorial 4x4, distribuidos en un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones (Tabla 1). La unidad experimental (UE) consistió en parcelas de 8,4 m², con una hilera de 5 plantas.

Los efectos de los tratamientos fueron evaluados midiendo la altura de la planta en el tallo principal a los 0, 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). También fue calculada la tasa de crecimiento entre cada fecha de determinación.

TABLA 1. Factores y niveles de cada factor utilizados en el experimento. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2006.

Factor	Concepto	Descripción	Símbolo
Factor 1	Dosis de estiércol bovino (1)	0	E ₁
		20	E ₂
		40	E ₃
		60	E ₄
Factor 2	Dosis nitrógeno (2)	0	N ₁
		10	N ₂
		20	N ₃
		30	N ₄

1 Dosis de estiércol bovino, en tn.ha⁻¹, calculado a partir de la dosis de 40 tn.ha⁻¹ dada por DOMÍNGUEZ, A. (1997).

2 Dosis de nitrógeno, en kg.ha⁻¹, calculado a partir de la dosis de 60 kg.ha⁻¹ dada por ARMADANS (2003), y fraccionada en 3 aplicaciones, siendo la cantidad presentada la correspondiente a la primera fracción.

La altura de la planta corresponde a la distancia vertical desde el cuello hasta el punto de inserción de la última hoja del tallo principal, medida mediante una regla y expresándose en cm.pl⁻¹, siendo medidas 5 plantas por UE.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza mediante el Test F al 5 % y las medias fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 5 % de probabilidad, utilizándose el paquete estadístico ESTAT de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Estadual de São Paulo (Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinarias, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 contiene las medias de la tasa de crecimiento de Naranja agrio de segundo año de implantación en altura de planta (cm.pl⁻¹.d⁻¹) para los factores en estudio en forma individual, así como los resultados de Test de Tukey al 5% efectuado. El análisis de varianza (Test de Fisher al 5 %) no detectó efecto de los factores por separado ni de la interacción estiércol bovino:nitrógeno sobre la tasa de crecimiento en altura de planta para todos los períodos evaluados.

Al ser analizados el efecto de los factores por separado (Tabla 2), y tomando en primer lugar el factor estiércol bovino, las cuatro dosis empleadas produjeron tasa de crecimiento en altura de planta estadísticamente iguales entre los 0-15 DDA, con una media de 0,24 cm.pl⁻¹.d⁻¹ para TC₁. Entre 15 a 30 DDA, correspondiente a TC₂, tampoco hubo efecto de las dosis aplicadas, siendo la tasa de crecimiento igual a 0,36 cm.pl⁻¹.d⁻¹

De igual forma, entre 30-45 DDA (TC₃) no se evidenció efecto significativo del estiércol bovino, a pesar de ello se puede apreciar que las dosis aplicadas indujeron una mayor tasa de crecimiento en altura de planta que el testigo, aunque sin ser suficiente para marcar diferencia estadística: el testigo presentó 0,11 cm.pl⁻¹.d⁻¹ y las dosis de estiércol bovino produjeron una media de 0,15 cm.pl⁻¹.d⁻¹.

TABLA 2. Tasa de crecimiento de naranja agrio de segundo año de implantación en altura de planta (cm.pl⁻¹.d⁻¹) por efecto de los factores por separado. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2006.

Factor	Concepto	Nivel	TC ₁ (1)	TT (2)	TC ₂ (1)	TT (2)	TC ₃ (1)	TT (2)	TC ₄ (1)	TT (2)
1	Estiércol bovino (3)	20	0,31	A	0,39	A	0,11	A	0,27	A
		40	0,24	A	0,35	A	0,23	A	0,32	A
		60	0,23	A	0,32	A	0,12	A	0,37	A
		0	0,19	A	0,39	A	0,11	A	0,32	A
2	Nitrógeno (3)	20	0,33	a	0,41	a	0,15	a	0,26	a
		0	0,27	a	0,35	a	0,16	a	0,40	a
		10	0,19	a	0,33	a	0,16	a	0,32	a
		30	0,17	a	0,37	a	0,11	a	0,31	a
DMS Tukey para Estiércol bovino				0,18		0,18		0,13		0,24
DMS Tukey para Nitrógeno					0,18		0,18		0,13	0,24

1 TC1: Tasa de crecimiento entre 0-15 DDA

TC2: Tasa de crecimiento entre 15-30 DDA

TC3: Tasa de crecimiento entre 30-45 DDA

TC4: Tasa de crecimiento entre 45-60 DDA

2 TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra mayúscula para estiércol bovino y minúscula para nitrógeno no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5 %.

3 Estiércol bovino: tn.ha⁻¹ - Nitrógeno: kg.ha⁻¹

A los 45-60 DDA, TC₄, las tasas de crecimiento en altura de planta fueron estadísticamente iguales: pero la dosis de 60 tn.ha⁻¹ fue superior a las demás dosis, con un promedio 0,37 cm.pl⁻¹.d⁻¹. Con 0 y 40 tn.ha⁻¹ se obtuvo un promedio 0,32 cm.pl⁻¹.d⁻¹, mientras que con 20 tn.ha⁻¹, 0,27 cm.pl⁻¹.d⁻¹.

Para el factor nitrógeno; al ser analizado el efecto de las cuatro dosis aplicadas produjeron tasa de crecimiento en altura de planta estadísticamente iguales; a los 0-15 DDA con una media de 0,24 cm.pl⁻¹.d⁻¹, para TC₁. Entre 15 a 30 DDA, correspondiente a TC₂, tampoco hubo efecto de las dosis aplicadas, siendo la tasa de crecimiento igual a 0,36 cm.pl⁻¹.d⁻¹

También a los 30-45 DDA (TC₃) no se detectó efecto significativo del nitrógeno: el testigo presentó 0,16 cm.pl⁻¹.d⁻¹ y las dosis de nitrógeno produjeron una media de 0,14 cm.pl⁻¹.d⁻¹.

Entre los 45-60 DDA, TC₂ las tasas de crecimiento fueron estadísticamente iguales: el testigo produjo una tasa de crecimiento superior a las demás dosis, con un promedio 0,40 cm.pl⁻¹.d⁻¹ y con las dosis de nitrógeno se obtuvo una media de 0,29cm.pl⁻¹.d⁻¹

Los resultados obtenidos indican que las tasas de crecimiento de naranjo agrio estudiados en los 60 días de evaluación no presentaron efecto significativo por efecto de la aplicación de nitrógeno como del estiércol bovino, tanto en forma individual ni por efecto de la interacción.

En cuanto a la falta de resultado positivo a la aplicación de estiércol en el naranjo agrio no coincide con lo indicado por Grimms & Clarck citados por Primavesi (1984) quienes señalan que la aplicación de 6 tn.ha⁻¹.año⁻¹, durante 6 años, de estiércol vacuno indujo un aumento de rendimiento de 49 % en maíz, 55 % en sorgo, 52 % en mandioca y 110 % en batata, lo cual se explica por el hecho de que en el presente trabajo se ha aplicado una sola vez y en un tiempo reducido.

Tampoco está de acuerdo con la acción positiva del estiércol en caracteres de producción del maíz en experiencias realizadas en Minas Gerais (Brasil) por Chateaubriand et al. (1989) quienes indicaron que las necesidades de nutrientes del maíz pueden ser en parte cubiertos por la aplicación de estiércol suino.

De igual forma no coincide con lo señalado por Tellez (2003) y Arani (2005) para el cultivo de cedrón Paraguay: la aplicación de estiércol bovino aumentó la masa seca de hojas del cedrón Paraguay.

La falta de efecto positivo de la aplicación de estiércol bovino en los 60 días de evaluación se puede explicar por el hecho de que la liberación de N, K y Ps a la solución del suelo y su incorporación a los procesos físicos – químicos del sistema suelo planta no es inmediato ya que exige previa mineralización de materia orgánica. Así, sólo se liberara en el primer año la sexta parte de los elementos indicados y el resto a lo largo de los 5 a 6 años siguientes (Alonso, 1997).

También la aplicación de nitrógeno no produjo efectos significativos, en contraposición con los buenos resultados en el aumento de la producción registrados para otros cultivos, como ser pimiento (Misayaka, et al., 1963; Guss & Dohereiner, 1972; Acosta, 2001; Caballero, 2004); lechuga (Ibarra, 2001); maíz (Ma & Dwyer, 1998), entre otros.

La falta de efecto del nitrógeno puede ser explicada por la baja oferta del nutriente en el medio, ya sea porque las dosis aplicadas no fueron suficientemente elevadas para señalar diferencias entre las plantas pues de acuerdo con Burns, et al., (1997), la tasa de crecimiento depende de la concentración de nutrientes en el medio externo a la planta o de las reservas internas de un nutriente en particular que es más limitante.

El uso de la tasa de crecimiento como parámetro para evaluar efectos de variables en plantas perennes debe ser objeto de mayores estudios, realizándose algunas correcciones basándose en los resultados de este trabajo. Entre estos se encuentran el aumentar el tiempo de evaluación, estudiar otros parámetros como ser número de hojas, área foliar, concentración interna de nutrientes mediante muestreo de hojas, entre otros.

Además se puede aumentar el tiempo de evaluación y reducir el período entre las determinaciones.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo y las condiciones en que fue desarrollado el experimento permiten concluir lo siguiente:

- Las dosis de nitrógeno y de estiércol bovino aplicadas no presentan influencia sobre la tasa de crecimiento en altura de planta del naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) de segundo año de implantación hasta los 60 DDA.
- No se observó efecto de la interacción de los factores fertilización nitrogenada: estiércol bovino sobre la tasa de crecimiento del naranjo agrio en el segundo año de implantación hasta los 60 DDA

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, A. 2001. Efecto de la cobertura de suelo en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annum* L.), con fertilización nitrogenada. Estudio de Caso (Ing. Agr.). San Pedro de Ycuamandyyú, PY: FCA-SP/UNA. 34 p.
- ALONSO, D. V. 1997. Tratado de fertilización. 3ra. ed. Madrid, ES: Mundi Prensa 613 p.
- ARMADANS, A, 2003. Cultivo de los cítricos. San Lorenzo, PY: FCA/UNA. 76 p.
- ARANI CONTRERA, M. 2005 Influencia de la densidad de plantas y aplicación de enmiendas orgánicas al suelo en el cultivo de cedrón Paraguay (*Lippia citriodora* L.) en el primer año. Tesis (Ing. Agr.) San Pedro de Ycuamandyyú; PY: FCA-SP/UNA.46 p.
- AZCON – BIETO, J, TALON, M. (1993) Fisiología y Bioquímica Vegetal 1ra. Ed.. Interamericana. MC. Graw-Hill. 581p.
- BEAR, F. E. 1963. Suelos y fertilización. 2da ed. Barcelona, ES: Omega. 443 p.
- BIBLIOTECA PRÁCTICA AGRÍCOLA Y GANADERA. 1999. Frutales y bosques Barcelona, ES: Océano. 204 p. v2.

- BURNS, I. G.; WALKER, R. L.; MOORBY, J. 1997. How do nutrients drive growth?. *Plant and Soil* (NE). 196: 321-325.
- BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. 1991. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. 4ta. ed. México, MX: Limusa. 540 p.
- BARCELÓ COLL, J.; NICOLAS RODRIGO, G.; SABATER GARCÍA, B.; SÁNCHEZ TAMÉS, R. 1992. *Fisiología vegetal*. 6ª ed. Madrid, ES: Pirámide. 662 p.
- BOARETO, A. E.; NEPTUNO A. M. L. 1981. Influencia do pastejo intensivo de bovinos sobre a fertilidade de um Latosol, vermelho-escuro-fase arenoso II. Matéria orgânica, capacidade de troca catiônica; pH, hidrogenio e alumínio. *Científica* (Br) 9 (2):221-222.
- CABALLERO MENDOZA, A. 2004. Efecto de la fertilización nitrogenada en el pimiento (*Capsicum annuum* L) cultivado en dos ambientes Tesis (Ing. Agr.) San Pedro de Ycuamandyyú; PY: FCA-SP/UNA. 50 p.
- CHATEAUBRIAND, A. D.; LOUREIRO, B. T.; CAIXETA, T. J.; LOURES, E. G. 1989. Efeito de dejetos de suínos, aplicados em irrigação por sulco, na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Ceres* (Br). 36(205):264-277.
- DOMÍNGUEZ, A. (1997). *Tratado de Fertilización*. Madrid, ES: Mundi Prensa. 613 p.
- FACULDADE DE CIENCIAS AGRARIAS E VETERINARIAS, Br.. 1996. *ESTAT: Sistema para analises estatísticas: versão 2.0*. São Paulo, BR: FCAV-UNESP.
- FAO. 2006. Naranja agria, naranja amarga (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado. 19 Julio 2006. Disponible en http://www.inforjardin.com/árboles/citrus_aurantium.
- FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. 1987. *Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina*. 2a. ed. San José, C. R.: IICA, 420p.
- FILGUEIRA, F. A. R. 1981. *Manual de Olericultura. Cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo, BR..Ceres. 338 p. v1.
- GAVANDE; S. A. 1987. *Física de suelos: principios*. México, MX: Limusa. 351 p.
- GILL, E. E. 2004. Caracterización del sistema de producción y comercialización de hojas de naranja agria y de esencia de petit grain en el Departamento de San Pedro. San Pedro de Ycuamandyyú; PY: FCA-SP/UNA. p 11.
- GUSS, A.; DOBEREINER, J. 1972. Efeito da adubação nitrogenada e da temperatura do solo na fixação do nitrogenio em feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* (Bra). 7:87-92.
- HULL, W. 1950. *Manual de conservación de suelos* Washington, D.C., EEUU: DEA. 531p.
- IBARRA, N. O. 2001. Determinación del punto de máxima eficiencia técnica para el nitrógeno en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivar GRAND RAPIDS a campo abierto. Estudio de Caso (Ing. Agr.). San Pedro de Ycuamandyyú; PY: FCA-SP/UNA.46p.
- MA, B. L.; DWYER, L. M. 1998. Nitrogen uptake and of two contrasting maize hybrids differing in leaf senescence. *Plant and soil* (NE). 199: 283-291.
- MARCELIS, L. F. M.; HEUVELINK, E.; GOUDRIAAN, J. 1998. Modelling biomass production and yield of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae* (NE). 74: 83-111.
- MARKLEY, KS(ED) 1957. *Métodos de extracción de aceites volátiles*. Asunción; PY: MAG/STICA. 38 p.
- MARTINEZ, O, 2005. Informe sobre producción de esencia de Petit Grain en el Departamento de San Pedro. San Pedro de Ycuamandyyú, PY: DCEA-MAG. 4 p.
- MELLO, F. A. F. de; SOBINO, M; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R; NETTO, A; KIEHL, J. 1985. *Fertilidade do solo*. 3ra. ed. San Paulo, BR: Ceres. 400 p.
- MISAYAKA, S.; FREISE, E. S.; MASCARENHAS, H. S. 1963. Modo e época de aplicação de nitrogenio na cultura do feijoeiro. *Bragantia* (Bra). 22: 511-519 p.
- MURAYAMA, S J., 1991. *Fruticultura*. Campinas, BR: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola. 428 p.
- PÉREZ GARCÍA, F; MARTINEZ- LABORDE, J. 1994. *Introducción a la Fisiología vegetal*. Madrid, ES: Mundi-Prensa. 218 p.
- PRIMAVESI, A. 1984. *Manejo ecológico del suelo*. Buenos Aires, Ar: El Ateneo. 499 p.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, M. 1993. *Fisiología vegetal aplicada*. 4a. ed. México D.F.: Interamerican - McGraw-Hill. 275 p.

ROJAS GARCIDUEÑAS, M.; ROVALO, M. 1985. Fisiología vegetal aplicada. México D.F.: McGraw-Hill. 302 p.

SGO (Secretaria General Organizacional, USA). 1978. Estudio del mercado internacional de esencia de menta y petit grain. Washington, EEUU: SGO. 350 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 1991. Plant physiology. California (USA): Benjamín/Cummings. 565 p.

TÉLLEZ ALONZO, H. O. 2003. Influencia de la densidad de plantas y aplicación de enmiendas orgánicas al suelo en el cultivo de cédrón Paraguay (*Lippia citriodora* L.) en el primer año. Tesis (Ing. Agr.) San Pedro de Ycuamandyyú; PY: FCA-SP/UNA 37 p.