

FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA. ¿EFECTOS INTERACTIVOS O INDEPENDIENTES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ZANAHORIA?

Bruno Añez y Wilmer Espinoza

Universidad de Los Andes, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.), Mérida-Venezuela

RESUMEN

El trabajo de campo se realizó en un suelo Humitropept típico franco-arenoso de la estación experimental "Santa Rosa" del I.I.A.P.-U.L.A., Mérida, Venezuela, con el objetivo de determinar la porción de nutrientes (N P K) de los requeridos por la zanahoria (*Daucus carota* L. Var. Colmar) y suministrados con fertilizantes químicos que puede ser suplida con fertilizante orgánico (estiércol de gallina – fertipollo), sin bajar significativamente los rendimientos del cultivo. Se probaron cinco niveles de estiércol "E" (0, 5, 10, 15 y 20 t.ha⁻¹) y cuatro dosis de fertilizantes químicos "Q" (0, 50 Kg de N + 16,67 Kg de P₂O₅ + 66,67 Kg de K₂O, 100 Kg de N + 33,33 Kg de P₂O₅ + 133,33 Kg de K₂O y 150 Kg de N + 50 Kg de P₂O₅ + 200 Kg de K₂O.ha⁻¹) en un arreglo de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. El rendimiento de raíces comerciales fue afectado significativamente por la interacción ExQ, evidenciando que los fertilizantes químicos y orgánicos se complementaron para elevar dicho rendimiento. El índice de cosecha y el rendimiento de raíces no – comerciales no fueron significativamente influidos por los tratamientos, en tanto que el rendimiento total de raíces y la producción de biomasa aérea fueron significativa e independientemente afectados por las dosis del fertilizante químico.

Palabras clave: *Daucus carota*, fertilización química, fertilización orgánica, rendimiento.

ABSTRACT

This work was carried out on a Typical Humitropept sandy-loam soil at Santa Rosa experimental station, State of Mérida, Venezuela, with the objective of determining if part of total amount of nutrient (N P K) of carrot (*Daucus carota* L. cv. Colmar) requirements, supplied with chemical fertilizer, could be substituted for organic fertilizer (poultry manure – fertipollo) without decreasing significantly the crop yield. Five levels of poultry manure "E" (0, 5, 10, 15 or 20 t.ha⁻¹) and four doses of chemical fertilizer "Q" (0, 50 Kg de N + 16.67 Kg de P₂O₅ + 66.67 Kg de K₂O, 100 Kg de N + 33.33 Kg de P₂O₅ + 133.33 Kg of K₂O and 150 Kg de N + 50 Kg de P₂O₅ + 200 Kg de K₂O ha⁻¹) were tested using a split - plot arrangement of treatments in a randomized blocks design with four replications. The yield of marketable roots was significantly influenced by ExQ interaction proving that organic and chemical fertilizers complemented their effects to increase such a yield. Total roots yield and biomass of top production were significant and independently affected by the chemical fertilizer doses used.

Key words: *Daucus carota*, organic fertilization, chemical fertilization, yield.

INTRODUCCIÓN

El uso ineficiente de los fertilizantes, traducido como suministro excesivo de elementos químicos a los suelos de cultivo, ha sido señalado a través del tiempo, como contaminante de las áreas de producción agrícola del mundo. Tal situación, es más evidente en regiones de agricultura intensiva como la practicada en la porción andina de Venezuela. La bondad de su clima y el pequeño tamaño de las parcelas, al parecer, se han confabulado para provocar no pocos problemas de contaminación.

Uno de los principales retos para crear sistemas sostenibles de cultivos hortícolas es obtener productos de alta calidad, con el peso, y contenido

de compuestos dañinos (nitratos) requeridos, sin causar perjuicios al ambiente –contaminación con nitrógeno– (De Tourdonnet, (1999) Neeteson, Booi y Whitmore, (1999) han señalado que una de las definiciones de sostenible (sustainable) se refiere a sistemas de producción "capaces de ser mantenidos a niveles estables sin agotar los recursos naturales o causar daños ecológicos severos". Los productores regularmente aplican grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados para obtener altos rendimientos de productos de buena calidad. Esto puede ser sano desde una perspectiva económica, pero no desde el punto de vista ambiental. A menudo, grandes cantidades de nitrógeno permanecen en el suelo después de la cosecha, las cuales pueden afectar la calidad del

agua del suelo mediante la percolación de nitratos y la calidad de aire por emisión de óxido nítrico.

La medida más importante que puede ser tomada para hacer máximo el uso eficiente de los fertilizantes y minimizar los daños al ambiente, consiste en igualar la suplencia del fertilizante con la demanda del cultivo.

En cuanto a la calidad de las hortalizas, Rosenfeld, (1999), la definió como: “las características integrales de un producto, con las cuales, puede satisfacer una necesidad sentida”. La definición implica un componente objetivo, la naturaleza básica del producto, que engloba una combinación de propiedades biológicas, nutricionales, higiénicas, tecnológicas y una descripción del producto. La “necesidad sentida” es el componente subjetivo básico y puede variar a lo largo de la cadena, desde el productor hasta el consumidor, es influido también, por regulaciones públicas y por consideraciones económicas. La parte subjetiva envuelve también un ángulo de enfoque relativamente nuevo: ¿Cómo y por quién se producen las hortalizas?

Según Titulaer, (1999) las regulaciones gubernamentales tendientes a restringir en Holanda, la cantidad de nitrógeno y fósforo usados en la producción de hortalizas, se basan en el nitrógeno y fosfato sobrantes, estimados usando un sistema de declaración mineral (SDM). Los sobrantes de N y de fosfatos permitidos se calculan por diferencia entre la entrada y salida de los nutrientes en el área total cultivada por el productor.

Los sobrantes de nitrógeno y fosfatos en Kg.ha⁻¹ permitidos en Holanda según el SDM para fincas de hortalizas son:

Año	1998	2000	2005	2008
Nitrogeno	175	150	110	100
Fosfato	40	30	25	20

En Alemania, el umbral de nitratos permitido en hortalizas destinadas a elaborar alimentos para niños es de 250 mg de NO₃ por Kg, de la parte comestible, en base a peso fresco (Gutezeit, 1999).

Sorensen, (1999), reportó que después de la ingestión, los nitratos pueden ser reducidos a nitritos, los cuales, bajo ciertas condiciones, reaccionan con grupos secundarios de aminas para formar compuestos nitrógeno-nitrosos. Esos compuestos han sido señalados como carcinogénicos.

La agricultura sostenible de bajos – insumos (ASBI), se manifiesta en los esfuerzos del hombre por incrementar o mantener rendimientos adecuados de los cultivos, reduciendo los insumos energéticos y adoptando técnicas agrícolas que no dañen el ambiente. Recientemente, la investigación ha enfocado su atención en tecnologías convencionales, tales como: labranza reducida, aplicación de estiércol, rotación de cultivos, etc. (Matsumura y Witjcksono, 1999).

De acuerdo con los datos de la literatura en boga, los beneficios que deriva la agricultura de la aplicación al suelo de compuestos orgánicos (compost, estiércol, etc.) provienen del mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los compuestos orgánicos promueven una forma estabilizada de materia orgánica, la cual mejora las propiedades físicas del suelo al aumentar la porosidad total y la estabilidad de los agregados. Esos cambios reducen la densidad aparente y la dureza del suelo, lo cual significa germinación, desarrollo radical y labranza más fáciles. La capacidad de retención de humedad aumenta, incrementando el agua disponible en suelos livianos.

Dado que la materia orgánica suministrada al suelo, contiene cantidades considerables de nutrientes, parte de ellos, disponibles de inmediato (K) y el resto, será mineralizado para estar disponible posteriormente, puede perfectamente suplementar la nutrición de las plantas. Además, el aumento de la disponibilidad del sustrato orgánico para los microorganismos del suelo se refleja; en un incremento de su actividad, acelerando la circulación de nutrientes y de la humedad del suelo, en un aumento de la actividad enzimática, la cual promueve el crecimiento de las raíces de las plantas y acelera la tasa de mineralización de N y P. La capacidad de ciertos suelos para fijar fósforo, ha sido reducida significativamente aplicándoles compuestos orgánicos. Otro efecto indirecto de importancia nutricional, es el crecimiento estable de la capacidad de intercambio catiónico. La materia orgánica puede también suprimir microorganismos patógenos de las plantas, que viven en el suelo, principalmente mediante la actividad de microorganismos antagonistas. Estas modificaciones de las propiedades del suelo pueden aumentar la eficiencia de los fertilizantes, especialmente bajo condiciones de alta precipitación o bajo riego (Kolota y Biesada, 1999; Raviv, 1998).

Matsumara y Witjackson, (1999), demostraron que sin importar el método de labranza usado, la

aplicación combinada de estiércol y fertilizante químico, produjo rendimientos mayores de avena, trigo y maíz, que los tratamientos con estiércol o fertilizante químico por separado. Esto puede deberse a que los nutrimentos de los fertilizantes químicos fueron usados eficientemente en los primeros estadios de crecimiento y en los estadios posteriores, los nutrientes provenientes del estiércol completaron los requerimientos de los cultivos.

En Finlandia, en zanahoria cultivada en campo, el promedio de N total aplicado ha sido de $80+19 \text{ Kg.ha}^{-1}$ (media + D.E.), tal cantidad no fue afectada por el contenido de materia orgánica del suelo ni por el cultivo precedente. El P promedió $35+15 \text{ Kg.ha}^{-1}$ y el K $135+45 \text{ Kg.ha}^{-1}$. El suministro de fósforo ha sido reducido cuando los valores de P en el suelo fueron altos –40 a 60 mg/l – (ppm), el potasio no fue ajustado por diferencias en el contenido del elemento en el suelo. Los resultados mostraron que, cambios en la suplencia de N, P y K, no afectaron los rendimientos del cultivo, cuyo promedio fue de $49+15 \text{ t.ha}^{-1}$, muy cerca del promedio nacional (Salo, Raisio y Tiilikola, 1999).

Se ha señalado que un aumento en la suplencia de N disminuye la concentración de materia seca, potasio, sacarosa, vitamina C y fibra dietética en los cultivos hortícolas de hojas y aumenta la concentración de nitrógeno, nitratos y caroteno.

Mucha de la vitamina A se deriva de los carotenos de las hortalizas y frutas. La zanahoria en particular es importante como fuente de provitamina A (carotenoides), b caroteno representa aproximadamente la mitad del caroteno de la zanahoria.

La zanahoria cultivada en suelos arenosos aumentó sus rendimientos con el incremento en las dosis de nitrógeno, obteniéndose su máximo con 120 a 240 Kg N.ha⁻¹. Por encima de ese nivel, el rendimiento disminuyó. En suelos fértiles franco-arenosos, el rendimiento, cuyo promedio fue de 85 t.ha^{-1} no fue influido por la suplencia de nitrógeno (Sorensen, 1999).

Al comparar el rendimiento y el valor nutritivo de varios cultivos tratados con compuestos orgánicos y fertilizantes químicos, Warman, (1998), concluyó que el rendimiento, usando estiércol fue considerablemente más bajo que con fertilizante químico; sin embargo, el incremento en proteína, fósforo, potasio, hierro y vitamina C compensó los bajos rendimientos. Además, los niveles de sodio y nitritos fueron menores en los productos obtenidos con estiércol.

Los cultivos con menores requerimientos de N (tomate, zanahoria) rindieron mejor con fertilizantes orgánicos que con químicos. Para zanahoria, el rendimiento comercial –un porcentaje del rendimiento total– fue 76% con estiércol comparada con 67% con fertilización convencional.

El incremento de la aplicación de fertilizantes orgánicos en zanahoria no ha tenido una influencia muy marcada en la calidad, pero el aumento en el uso de fertilizantes minerales generalmente han reducido la calidad. Los sitios de cultivo y otros factores ambientales son más influyentes en la calidad de la zanahoria que el tipo de fertilizante usado. En Rusia, la incidencia de enfermedades fue menor en zanahoria fertilizada con 60 Kg de P + 150 Kg de K/ha ó 90 Kg de N + 60 Kg de P + 90 Kg de K/ha. Los rendimientos fueron de 60 t.ha^{-1} (Rosenfeld, 1999).

En un estudio realizado en la misma zona del presente, Añez (1) consiguió que el efecto del suministro de N sobre los rendimientos de zanahoria se detectó a partir de los 50 Kg.ha^{-1} , no se revelaron diferencias significativas entre las dosis de 50, 100 y 150 Kg.ha^{-1} . El potasio fue el nutrimento que ejerció mayor influencia en los rendimientos de zanahoria, el cultivo respondió al elemento, a pesar de su contenido en el suelo (90 a 305 ppm de K disponible), no hubo sin embargo, diferencias significativas entre los niveles de 50, 100 y 150 Kg.ha^{-1} . No hubo respuestas de la zanahoria a las aplicaciones de fósforo, el contenido del suelo (28 a 48 ppm – Olsen -) fue suficiente para satisfacer los requerimientos del cultivo. La materia orgánica tuvo efectos positivos sobre los rendimientos, no se detectaron diferencias significativas entre el suministro de 50 y $100 \text{ m}^3\text{.ha}^{-1}$ de estiércol de gallina ($d=0,47 \text{ t.m}^{-3}$).

La tendencia de los productores a aumentar el suministro de fertilizantes químicos para incrementar los rendimientos y el efecto deletéreo que sobre la calidad de la zanahoria y del ambiente, tienen el uso de insumos energéticos nos indujo a emprender este estudio cuyo objetivo fue, determinar la porción de nutrientes (NPK) de los requeridos por la zanahoria y suministrados con fertilizantes químicos, que puede ser suplida con fertilizante orgánico (estiércol de gallina –fertipollo–) sin bajar significativamente los rendimientos del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la estación experimental Santa Rosa, del I.I.A.P.–U.L.A., en Mérida, Venezuela (08° 35' 30" N, 71° 08' 30" W), altitud 1.940 msnm, la precipitación y evaporación totales y la temperatura media durante el ciclo (siembra – cosecha) del cultivo, entre el 17-11-99 y 15-03-2000, fueron 554,80mm, 478,20mm y 16,47 °C respectivamente. El suelo de textura franco–arenosa, fue clasificado según el Soil Taxonomy, (1975) como Humitropept típico. En el Cuadro 1, se señalan sus características principales, determinadas de una muestra compuesta del horizonte superficial (0,0 – 0,2 m).

En el estudio se usó una población de alrededor de 555.555 plantas.ha⁻¹ (0,30 m entre hileras x 0,06 m entre plantas dentro de las hileras), de la variedad “colmar”. La preparación del suelo se hizo con tractor, las parcelas se emparejaron y se terminaron

Cuadro 1. Análisis de suelo del sitio del ensayo

CLASE TEXTURAL	pH 1:2	C.O %	N. total %	P.Olsen (ppm)	K. aprov. Meq.100g ⁻¹	Mg.aprov. Meq.100g ⁻¹	Ca.aprov. Meq.100g ⁻¹
Fa	5,17	4,76	0,23	74	0,96	1,57	9,66

de acondicionar con escardilla. El abono orgánico (estiércol de gallina –fertipollo–) cuya composición determinada mediante análisis de laboratorio fue: pH : 8,45; carbón orgánico : 20,14%; N total : 2,05%; C/N : 9,92; P soluble : 410 ppm; K soluble : 4945 ppm; Mg soluble: 2050 ppm y Ca soluble: 2145 ppm, fue esparcido e incorporado al suelo antes de sembrar. La siembra se efectuó el 17-11-99, sobre parcelas individuales de 4,5 m², donde establecimos 10 hileras de 1,5 m de largo cada una.

Se usó el diseño experimental de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones y los tratamientos siguientes:

Para las parcelas principales (dosis de estiércol -E-)

E00 t.ha-1 de estiércol (sin aplicación)
E15 t.ha-1 de estiércol
E210 t.ha-1 de estiércol
E315 t.ha-1 de estiércol
E420 t.ha-1 de estiércol

Para las subparcelas (dosis de fertilización química -Q-)

Q0 Sin fertilización química

Q1 50 Kg de N + 16,67 Kg de P₂O₅ + 66,67 Kg de K₂O . ha⁻¹

Q2 100 Kg de N + 33,33 Kg de P₂O₅ + 133,33 Kg de K₂O . ha⁻¹

Q3 150 Kg de N + 50,00 Kg de P₂O₅ + 200,00 Kg de K₂O . ha⁻¹

La fertilización química se realizó el 07-12-99; 20 días después de la siembra. El abono se suministro en bandas, 5 cm al lado y un poco por debajo del nivel del cuello de las plántulas.

Durante el ciclo del cultivo, se hizo control de malezas con escardilla, se usó riego por aspersión para complementar el aporte de las precipitaciones y suplir los requerimientos hídricos de la zanahoria. Se mantuvo la protección del cultivo mediante asper-

siones de fungicidas y la aplicación de insecticidas cuando se observó la presencia de algún insecto plaga.

La cosecha se efectuó el 15-03-2000 sobre un área de 1,2 m² (un metro de las cuatro hileras centrales de cada subparcela), se registraron los datos siguientes: rendimiento en Kg.(1,2 m²)⁻¹ de raíces comerciales, no–comerciales, de la biomasa aérea. Además de estos datos, el rendimiento total de raíces y el índice de cosecha (total de raíces/total de raíces + biomasa aérea) se analizaron estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de las raíces comerciales de zanahoria (raíces > 50 g) fue significativamente influido por los tratamientos (Cuadro 2).

La significancia de la interacción E x Q, evidencia que los efectos de la fertilización orgánica y de la química, no fueron independientes y que de alguna manera se complementaron para elevar los rendimientos de raíces comerciales de la zanahoria,

Cuadro 2. Análisis de variancia del rendimiento de raíces comerciales en Kg.(1,2 m²)⁻¹ de zanahoria bajo diferentes niveles de estiércol y fertilizantes químicos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F. Calculadas
Subparcelas	79	67,0872	
Parc. Principal	19	20,5328	
Repeticiones	3	11,2281	16,3866 **
Estiércol (E)	4	6,5636	7,1843 **
Error (a)	12	2,7411	
Fert. Química (Q)	3	26,3048	37,296 **
E x Q	12	9,6682	3,4271 **
Error (b)	45	10,5814	
Y = 3,4519 Kg.(1,2 m ²)-1; ** Altamente significativa (P< 0,01) Cva = 13,8449% ; Cvb = 14,0465%			

esto concuerda con los hallazgos de Matsumura y Witjaksono, (1999), quienes determinaron que la aplicación combinada de estiércol y fertilizante químico, afectó los rendimientos en avena (*Avena sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y maíz (*Zea mays* L.), siendo superiores a los obtenidos con estiércol o fertilizante químico, usados por separado, y con Warman, (1998), quien consiguió mayores porcentajes de rendimientos comerciales de zanahoria, con estiércol que con fertilización convencional.

La prueba de medias de los tratamientos en las subparcelas (Q) para los diferentes tratamientos en las parcelas principales (E) se muestran en el Cuadro 3.

Las medias seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Tukey, (Snedecor, 1966).

A los fines de contribuir con la comprensión de estos resultados, señalamos los rendimientos medios en Kg.(1,2 m)⁻¹ de raíces comerciales de zanahoria tanto bajo los diferentes niveles de estiércol (E) como en las distintas dosis de fertilización química (Q). E2 (3,8125) > E4 (3,7219) > E3 (3,3625) > E0 (3,3448) > E1 (3,019) y Q2 (4,11) > Q3 (3,815) > Q1 (3,285) > Q0 (2,60).

En estos datos, apreciamos que el de mayor valor independiente es el Q2 (4,11), correspondiente a la dosis de 100 Kg de N + 33,33 Kg de P₂O₅ + 133,33 Kg de K₂O. ha⁻¹, vale decir 2/3 de la dosis máxima probada, y en el cuadro 3, los valores más altos 5,025 y 4,50 corresponden a combinaciones de estiércol con la misma dosis de fertilizantes químicos Q2, con lo cual, el objetivo de sustituir con abono orgánico, parte de los requerimientos nutricionales de la zanahoria sin bajar significativamente los rendimientos ha sido alcanzado.

En el Cuadro 4, se muestra que el rendimiento total de raíces de zanahoria en Kg.(1,2 m²)⁻¹, fue significativa e independientemente afectado por los diferente niveles de fertilizante químico suministrado.

La ecuación de regresión cuadrática, permitió determinar con un 98,68% de fidelidad, la variación provocada en los rendimientos totales de raíces de zanahoria por cada unidad de cambio ocurrida en la dosis de fertilizante químico suministrada (Figura 1).

El cálculo de la cantidad de fertilizante químico, que bajo las condiciones del estudio, es necesario suplir para lograr el máximo rendimiento de raíces de zanahoria es de 0,7176; en otras palabras, con sólo el

Cuadro 3. Valores medios de rendimiento de raíces comerciales de Zanahoria en Kg.(1,2 m²)⁻¹ bajo diferentes niveles de estiércol (E) y de fertilizantes químicos (Q).

TRATAM	E4Q2	E3Q2	E2Q3	E4Q3	E2Q2	E1Q3	E0Q1	E0Q3	E2Q4	E0Q2	E4Q4	E1Q2	E2Q0	E3Q3	E3Q0	E1Q1	E3Q1	E0Q0	E4Q0	E1Q0
MEDIAS	5,025	4,50	4,34	4,00	3,975	3,80	3,75	3,7125	3,66	3,64	3,575	3,40	3,275	3,225	2,90	2,86	2,825	2,525	2,29	2,013
CLASIFIC	a	ab	abc	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	bcd	cd	cd	d

Cuadro 4. Análisis de variancia del rendimiento total de raíces de zanahoria en Kg.(1,2 m²)⁻¹ bajo diferentes niveles de estiércol (E) y de fertilizantes químicos (Q).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F. Calculadas
Subparcelas	79		
Parc. Principal	19		
Repeticiones	3	20,3881	8,4950 **
Estiércol (E)	4	5,0768	1,5718 NS
Error (a)	12	9,6905	
Fert. Quim. (Q)	(3)	(37,4884)	16,3797 **
Reg. Lineal Q	1	25,1753	32,9995 **
Reg. Cuadrat. Q	1	11,8195	15,4329 **
Desv. Reg. Cuad. Q	1	0,4936	0,6413 NS
E x Q	12	7,3077	0,7983 NS
Error (b)	45	34,332	
y = 5,7394 Kg.(1,2 m ²)-1 ; NS. No Significativa; ** Altamente Significativa (P< 0,01); Cva= 15,6569% ; Cvb= 15,2183%			

71,76% de la cantidad máxima de fertilizante químico suministrado, se podría obtener 6,3837 Kg.(1,2 m²)⁻¹ de raíces de zanahoria.

La producción de biomasa aérea de zanahoria a la cosecha fue significativamente influida por los tratamientos (Cuadro 5).

La significancia de la fertilización química solamente, implica que la respuesta de la producción de biomasa aérea de la zanahoria, fue independiente de los niveles de estiércol aplicados.

Mediante la Figura 2, se expresa la variación de biomasa aérea provocada por las diferentes dosis de

fertilizantes químicos suministradas.

La ecuación de regresión cuadrática, nos permitió calcular la cantidad de fertilizante químico necesaria par obtener la producción máxima de biomasa aérea de zanahoria, bajo las condiciones del estudio. Las cifras fueron: 0,6191 ó 61,91% del total de fertilizante aplicado para una producción máxima de biomasa aérea de 2,2142 Kg.(1,2 m²)⁻¹.

El índice de cosecha y el rendimiento de raíces no comerciales de zanahoria (raíces < 50 g) no fueron significativamente afectados por los tratamientos.

Cuadro 5. Análisis de variancia de la producción a la cosecha de la Biomasa aérea en Kg. (1,2 m²)⁻¹ zanahoria sometida a diferentes niveles de estiércol (E) y distintas dosis de fertilizantes químicos (Q).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F. Calculadas
Subparcelas	79	97,1949	
Parc. Principales	19	65,6413	
Repeticiones	3	42,3915	8,2789 **
Estiércol (E)	4	2,7682	0,4055 NS
Error (a)	12	20,4816	
Fert. Quim. (Q)	(3)	(4,9816)	3,5534 *
Reg. Lineal Q	1	1,3427	2,8733 NS
Reg. Cuadrat. Q	1	2,1044	4,5033 *
Desv. Reg. Cuad. Q	1	1,5345	3,2838 NS
E x Q	12	5,5440	0,9887 NS
Error (b)	45	21,0280	
y = 2,1416 Kg.(1,2 m ²)-1 ; NS. No Significativa; * Significativa ** Altamente Significativa (P< 0,01); Cva= 61% ; Cvb= 31,92%			

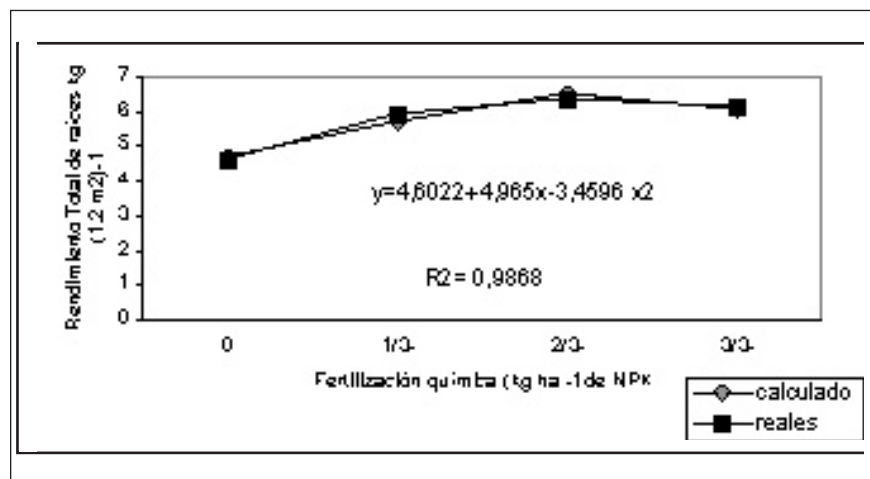


Figura 1. Interacción de los rendimientos de apio andino sin reabono y con reabono de 276 kg de N.ha⁻¹.

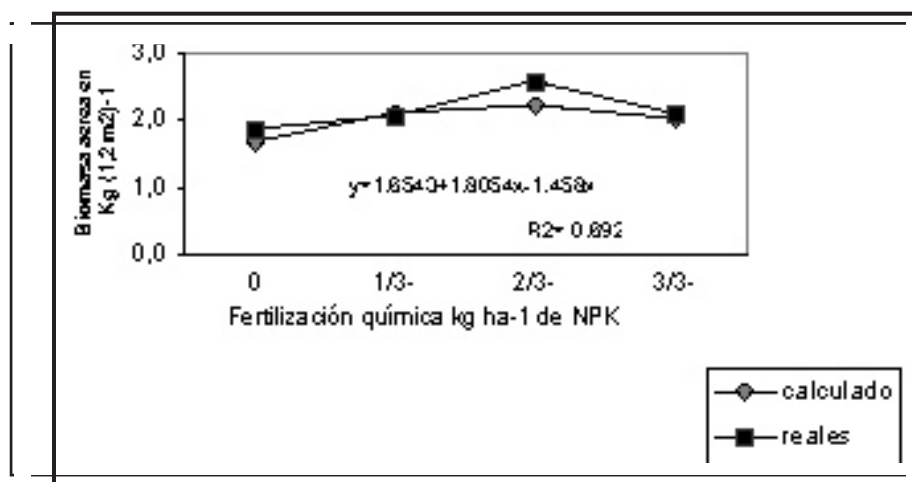


Figura 2. Rendimiento de raíces comerciales de apio criollo bajo diferentes dosis de fertilizante.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, dentro de los límites y condiciones del estudio se puede concluir lo siguiente:

1. El suministro de estiércol y fertilizantes químicos interactuaron para elevar los rendimientos de las raíces comerciales de zanahoria.
2. Se pudo sustituir con estiércol, hasta 1/3 de la máxima fertilización suministrada, sin bajar significativamente los rendimientos de raíces comerciales del cultivo.
3. La biomasa aérea y el rendimiento total de raíces de zanahoria fueron significativa e independientemente afectados por la fertilización química, sus valores más altos se alcanzaron con 61,91% y

71,76% respectivamente, de la máxima cantidad de fertilizantes químicos suministrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÑEZ, B. 1980. Fertilización química y orgánica en zanahoria (*Daucus carota* L.). Trabajo de ascenso Prof. Asociado. Univ. de Los Andes, Fac. de Ciencias Forestales, I.I.A.P., Mérida, Venezuela. 61 p.
- DE TOURDONNET, S. 1999. Impact of winter lettuce crop management on nitrate pollution and quality. Diagnosis and modelling approach. *Acta Horticulturae*, 506: 179-185.
- GUTEZEIT, B. 1999. Yield and nitrate content of carrot (*Daucus carota* L.) as affected by nitrogen supply. *Acta Horticulturae*, 506: 87-97.

- KOLOTA, E., and A. BIESIADA. 1999. Suitability of municipal solid waste compost at different stages of maturity in vegetable crops production. *Acta Horticulturae*, 506: 187-192.
- MATSUMURA, S., and G. WITJCKSONO. 1999. Tillage method and fertilization effects on crop yield and nitrate leaching. *Acta Horticulturae*, 506: 193-198.
- NEETESON, J.J., R. BOOIJ, and A.P. WHITMORE. 1999. A review on sustainable nitrogen management in intensive production systems. *Acta Horticulturae*, 506: 17-26.
- RAVIV, M. 1998. Horticultural uses of composted material. *Acta Horticulturae*, 469: 225-234.
- ROSENFELD, H.J. 1999. Quality improvement of vegetables by cultural practices. A literature review. *Acta Horticulturae*, 483: 57-67.
- SALO, T., R. R. RAISIO, and K. TIILIKKALA. 1999. Effectiveness of fertilizer recommendations in Finnish carrot and pea production. *Acta Horticulturae*, 506: 37-70.
- SNEDECOR, G. W. 1966. *Métodos estadísticos. Aplicados a la investigación agrícola y biológica*. Segunda reimpresión en español por el Ing. Angel Reynosa Fuller. Compañía Editorial Continental, S.A. México, D.F.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. Soil taxonomy. *Agric. handbook* 436, SCS. USDA, 754 p.
- SORENSEN, J.N. 1999. Nitrogen effects on vegetable crops production and chemical composition. *Acta Horticulturae*, 506: 41-49.
- TITULAER, H. 1999. How to manage nitrogen fertilization for vegetable crops in accordance with government regulations in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, 506: 161-165.
- WARMAN, P. R. 1998. Results of the long-term vegetable crops production trials: conventional vs compost-amended soils. *Acta Horticulturae*, 469: 333-341.