

## FERTILIZACION QUIMICA Y APLICACION DE ESTIERCOL EN ZANAHORIA *Daucus carota* L. EN DOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE PASTO

AYDA DIGNA MONTERO CASTILLO\*  
MILTON EDUARDO NARVAEZ LUNA\*  
BERNARDO GARCIA REALPE\*\*  
MIGUEL VIVEROS ZARAMA\*\*\*

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue medir la respuesta de la zanahoria a diferentes dosis y combinaciones de N, P y estiércol vacuno en dos suelos del municipio de Pasto, Nariño, Colombia. Se utilizó una selección de tratamiento del PP III con espacios de exploración en kg/ha de 0 a 90 de N; 0 a 300 de  $P_2O_5$  y 0 a 10 t/ha de estiércol, más tres tratamientos adicionales, distribuidos en bloques al azar con cuatro replicaciones.

Los resultados indicaron baja respuesta de la zanahoria a N y P y estiércol en suelos donde el principal cultivo de rotación fue papa, como consecuencia del efecto residual de los fertilizantes aplicados en altas dosis. Así en el sitio de Catambuco el testigo absoluto fue diferente estadísticamente de los demás tratamientos, pero no mostró diferencia entre los tratamientos del PP III, en cambio en el sitio San Fernando no hubo diferencia estadística entre los 18 tratamientos. En el sitio Catambuco, se presentó un efecto deprimente en la zanahoria calidad segunda, por la aplicación de estiércol debido muy probablemente a su alto contenido de K.

- 
- \* Ingenieros Agrónomos  
\*\* Ing. Agr., M.Sc. Sección Suelos. Instituto Colombiano Agropecuario, Pasto, Colombia.  
\*\*\* Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

## INTRODUCCION

Las hortalizas constituyen una fuente fundamental en la dieta alimenticia por su alto valor nutricional; igualmente tienen importancia por la posibilidad que ofrecen en los procesos de industrialización para generar divisas al país.

En Colombia las investigaciones sobre hortalizas son relativamente escasas. Los métodos de explotación son de baja tecnología y las producciones no representan altos valores económicos. El mayor impulso se ha dado en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Nariño, que son los más altos productores.

En nuestro medio el consumo de hortalizas es bajo, alrededor de 15 kilogramos per-cápita al año, esto supone un desequilibrio alimenticio de la población, que en parte se soluciona con el aumento de la producción que se logra mediante la incorporación de nuevas áreas de cultivo y el incremento en el rendimiento por unidad de superficie.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el presente trabajo se realizó en suelos de Catambuco y San Fernando, municipio de Pasto, para cumplir con los siguientes objetivos:

Determinar las respuestas de la zanahoria a diferentes dosis y combinaciones de N, P y estiércol en los suelos del municipio de Pasto.

Evasluar desde el punto de vista agronómico y económico las dosis más adecuadas de las combinaciones de N, P y estiércol en dos suelos del municipio de Pasto.

## REVISION DE LITERATURA

La zanahoria es una hortaliza que tiene especial interés; en nuestro país existen zonas considerables dedicadas a este cultivo, entre las cuales se destacan los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y

Nariño como los mayores productores (ICA, s.f.).

En Nariño la zanahoria se cultiva en suelos de mediana a alta fertilidad. En suelos del altiplano de Pasto, como la vereda Catambuco donde se cultivan anualmente más de 40 hectáreas de las cuales el 95% corresponden a pequeñas explotaciones (Van Haeff, 1982).

La zanahoria requiere de temperaturas medias entre 13 y 18°C, por debajo de 13°C la raíz se alarga y por encima de 18°C sucede el fenómeno contrario (ICA, s.f.).

La zanahoria es exigente en la preparación del terreno; suelos arcillosos, pedregosos y pesados no son los más recomendables, ya que el cultivo prefiere suelos livianos, sueltos y profundos, con buena humedad y drenajes. Suelos que oscilan entre 10 y 30% de limos son los más adecuados; el cultivo requiere un pH que oscile entre 6,0 y 6,5; limitando su crecimiento en suelos muy ácidos (Rodríguez, 1975).

A nivel nacional las recomendaciones sobre fertilización en zanahoria oscilan entre 300 y 600 kg/ha de fertilizante compuesto alto en fósforo, para satisfacer las exigencias de los suelos de la zona hortícola de Nariño, pues se clasifican de mediana a alta fertilidad.

Al comparar los trabajos sobre fertilización de la zanahoria en Colombia, no se encuentra una tendencia similar de respuesta. Así en suelos de Cundinamarca se han encontrado las mayores respuestas desde 200 kg/ha de fertilizante 10-20-20 hasta 600 kg/ha de 10-30-10. En Boyacá los mayores rendimientos se produjeron con 75-150-150 y 75-150-100 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O y en Antioquia con 62-300-75 más 12,5 t/ha de materia orgánica. En Nariño, Ortega (1977) encontró alta respuesta a 70-300-20 más 10 kg/ha de Agriminis. En cambio en otro suelo del mismo departamento no se detectó respuesta a la aplicación de N, P y K (ICA, 1980 y Mejía, 1975).

El efecto benéfico de la materia orgánica sobre la temperatura del suelo se debe a que ésta actúa como reguladora. Aumenta la temperatura dependiendo del contenido de humedad; los residuos de

cosecha como cobertura disminuyen la temperatura del suelo pero a la vez disminuye la evaporación (Gavande, 1972).

La materia orgánica fresca añadida al suelo sufre ataques de microorganismos, siendo mineralizada una parte y humificada el resto; es esencialmente la única base de nitrógeno del suelo; alrededor del 30% está asociado con las proteínas y un 70% se encuentra en el jugo celular, posee del 1 al 2% de potasio (Merchancano y Gómez, 1984).

El estiércol está constituido por deyecciones sólidas y líquidas; aporta al suelo cantidades considerables de fitohormonas y provitaminas. La composición promedio de estiércol es: 0,57% de N, 0,20% de P y 0,70% de K, en una tonelada de estiércol se puede encontrar 20 libras de N, 10 libras de fósforo y 9 libras de K (Higueta, 1970).

Demolón (1965) manifiesta que la productividad es considerable en tierras hortícolas enriquecidas por abundantes aplicaciones de estiércol, donde se observa una gran intensidad de las oxidaciones biológicas. El papel útil de la materia orgánica generadora de humus no sólo radica en la estimulación de la vida microbiana sino también en la relación que existe entre la actividad de los fenómenos biológicos en el suelo y su productividad.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en los suelos de las veredas de Catambuco y San Fernando del municipio de Pasto (Colombia), con alturas de 2710 y 2820 msnm, precipitaciones de lluvia promedio anuales de 627 y 598 mm y temperaturas promedias de 13,3 y 12,7°C respectivamente. Los análisis de suelos mostraron los siguientes niveles en su mismo orden: pH: 5,15 y 5,70; M.O.: 7,36 y 3,64; P (Bray II) 29,4 y 145,0 ppm; Al 0,5 y 0,1 meq/100 g; Ca 5,36 y 7,99 meq/100 g; Mg 0,82 y 1,50 meq/100 g; K 0,99 y 0,92 meq/100 g; Na 0,13 y 0,13 meq/100 g y textura franca en los dos suelos. El estiércol mostró el siguiente análisis químico expresado en materia seca:

N 1,36%; P 0,59%; K 3,23%; Ca 1,63%; Mg 0,3%; Mn 275 ppm; Zn 102 ppm; Cu 46 ppm; Fe 2260 ppm y B 34 ppm. El estiércol se aplicó con humedad ajustada al 25%.

Se utilizó semilla de zanahoria variedad Chantenay; como fuentes, úrea del 46% de N, superfosfato triple del 46% de  $P_2O_5$ , cloruro de potasio del 60% de  $K_2O$ , además se utilizó fertilizante 13-26-6 a razón de 350 kg/ha como testigo del agricultor y como materia orgánica se empleó estiércol de bovino descompuesto durante tres meses.

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con selección de tratamientos mediante la matriz Plan Puebla III (ppIII), con espacios de exploración de 0 a 90 kg/ha de N, 0 a 300 kg/ha de  $P_2O_5$  y estiércol de 0 a 10 t/ha. Se incluyeron 18 tratamientos, 15 del Plan Puebla, dos testigos, el absoluto y el del agricultor más otro tratamiento con 25 kg/ha de  $K_2O$  y 5 t/ha de estiércol.

Se instalaron cuatro repeticiones, se descartó una por daños mecánicos en el sitio de Catambuco. La unidad experimental estuvo conformada por tres eras de 1,20 m de ancho por 3,33 de largo; en el momento de la cosecha, se descartó 0,30 m de borde en los extremos de las eras, quedando una área útil de 9.828 m<sup>2</sup>; la siembra de la semilla se hizo al voleo. Se aplicaron los controles requeridos para plagas, enfermedades y malezas.

En la cosecha se clasificó en calidades primera y segunda con base en el diámetro, longitud, partiduras y color; los análisis estadísticos se efectuaron por calidades primera, segunda y rendimiento total.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos de zanahoria con calidades primera y segunda se muestran en la Tabla 1. En la Tabla 2, se observa que no hubo diferencias estadísticas para los rendimientos totales entre los 15 tratamientos del PP III.

En la Tabla 3 se muestran las ecuaciones de regresión que indican la

calidad primera, alguna tendencia de respuesta a N, si bien en el análisis de variancia de la regresión es significativa, el R-cuadrado es bajo que indica falta de ajuste de la función.

De igual manera se puede considerar que existe una baja tendencia de respuesta a P en la producción total pero en condiciones similares de significancia del N.

Los suelos donde se ubicaron los experimentos han sido tradicionalmente dedicados al cultivo de papa, por tanto existe un efecto residual de N y P, esta residualidad se ha observado en otros cultivos como trigo y cebada en el departamento de Nariño (ICA, 1980), al no obtener respuestas a N y P en barbechos de papa, cereales que en rotaciones diferentes han presentado respuesta a dosis de 45 a 70 kg/ha de N y hasta 150 kg/ha de  $P_2O_5$  (Muñoz *et al.*, Navia y Soto, 1968).

Al observar el valor de F del análisis de variancia de los 18 tratamientos (Tabla 3) tampoco hubo diferencias estadísticas; pero al comparar el testigo absoluto (tratamiento 16) con los demás, si mostró diferencias estadísticas significativas lo cual indica que hubo una tendencia de respuesta a bajas dosis de los factores utilizados la cual está relacionada con las ecuaciones de regresión para N y P (Tabla 4) respuestas similares se encontraron en dos suelos del departamento de Nariño (ICA, 1987).

Los análisis de variancia de los rendimientos calidad primera, tanto de los tratamientos PP III, como al incluir los adicionales no mostraron diferencias estadísticas significativas, pero sí el contraste ortogonal del testigo absoluto vs los demás tratamientos que muestran una tendencia de respuesta a bajas dosis de N, P y estiércol.

En cuanto al rendimiento de calidad segunda, los análisis de variancia señalaron respuesta estadística significativa, que de acuerdo con la prueba de Tukey fueron diferentes los tratamientos 9 y 15 con efecto deprimiente de la materia orgánica la cual se refleja según la Tabla 4 en la siguiente función.

$$Y = 19,28 - 1,057 M.O.$$

$$(P = 90; N = 63)$$

Si consideramos que el estiércol utilizado tuvo 3,23 de K en materia seca, equivale al 2,24% con 25% de humedad, al hacer aplicaciones entre 5 y 10 t/ha equivale a fertilizar con 145 a 129 kg/ha de  $K_2O$  que pueden ser depresivos para este cultivo, este efecto deprimiente ha sido observado en algunos suelos de Nariño en Trigo (Muñoz *et al.*, 1977), cebada y en papa; otro defecto depresivo por considerar es el del N, efectos depresivos por la aplicación de N y  $P_2O_5$  son reportados en remolacha (Ortega, 1975; Mejía; Muñoz *et al.*, 1977; Navia y Soto, 1968).

El coeficiente de variación de los rendimientos totales fue del 22% (Tabla 2) sin embargo, al hacer la separación en calidad primera y segunda se observa coeficientes del 36 al 27% respectivamente, este incremento se debe a que al ponderar la calidad de las raíces se tienen en cuenta aspectos como forma, longitur, partiduras y color que no todos son efectos de la fertilización, además hay otros factores como malezas, desuniformidad en la germinación, afloramiento de las raíces, cambios bruscos de la temperatura y humedad del suelo que influyen en las características de la clasificación.

En el rendimiento de zanahoria en San Fernando los análisis de variancia totales, primera y segunda, tanto de los tratamientos del PP III como al incluir los tratamientos adicionales, mostraron que no hubo diferencias estadísticas (Tablas 2 y 3) o sea que los niveles de los factores no tuvieron efecto sobre los rendimientos de zanahoria, al igual que en el sitio experimental Catambuco donde se lograron respuestas similares, éstas se explican por los niveles de nutrientes en el suelo y la residualidad de fertilizantes aplicados a la papa.

Con el fin de definir tendencias de respuestas a N, P y estiércol, mediante el uso de la computadora se corrieron en total 83 modelos, en primer lugar con la entrada independiente de cada factor, luego cada factor a niveles de los otros dos factores.

Ninguna función mostró una tendencia con alta significancia (Tablas 4 y 5) en Catambuco merecen la atención las tendencias de respuestas

a P en los rendimientos total, primera y segunda, especialmente en la respuesta a estiércol en los rendimientos de segunda. En San Fernando merecen alguna consideración las tendencias de respuesta a N y estiércol en los rendimientos de segunda (Tabla 5).

Los análisis económicos por presupuestos parciales indicaron que en Catambuco el tratamiento 14, con 27 kg de N, 90 kg de  $P_2O_5$ ; 25 kg de  $K_2O$  y 0,5 toneladas de estiércol por hectárea, presentó los mayores beneficios netos y a la vez con bajos costos variables, con una tasa de retorno marginal de 1,072% o sea que por cada peso invertido en los insumos del tratamiento 14, se obtuvieron \$10,72 adicionales, esta tasa es suficientemente alta para asumir riesgos de descenso de precios en el mercado.

En el sitio San Fernando, no se efectuó el análisis económico en razón de que los diferentes análisis de varianza no mostraron diferencias estadísticas.

### CONCLUSIONES

La zanahoria presenta una baja respuesta a N, P, K y estiércol en suelos donde el principal cultivo de rotación es papa, como consecuencia del efecto residual de los fertilizantes aplicados en altas dosis a este cultivo.

En Catambuco la zanahoria calidad segunda presentó respuesta a la fertilización, pero desde el punto de vista económico ésta no tiene importancia para el agricultor.

En Catambuco, el estiércol mostró una tendencia negativa sobre los rendimientos de zanahoria calidad segunda.

Como generalmente la zanahoria se cultiva en suelos de mediana a alta fertilidad, además es frecuente la rotación con papa, la fertilización no es un factor limitante en la producción de los sitios de experimentación por lo cual es conveniente adelantar estudios relacionados con el mejoramiento de la calidad del producto más que en el aumento de los rendimientos.

### BIBLIOGRAFIA

- DEMOLON, A. Principios de Agronomía; dinámica de suelos. Trad. del francés por José Pérez. Barcelona, Omega, 1965. Tomo I. 495 p.
- GAVANDE, S. A. Física de suelos; principios y aplicaciones. México, Centro Regional de Investigación de Ayudas Técnicas, 1972. 351 p.
- HIGUITA, F. Hortalizas. Tibaitatá, Manual de Asistencia Técnica no. 5. 1970. pp. 10-18.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Hortalizas. Tibaitatá, Manual de Asistencia técnica no. 28. s.f. pp. 481-495.
- \_\_\_\_\_. Fertilización química y orgánica en varias hortalizas de clima frío en Nariño. Pasto, Colombia, CRI - Obonuco, 1987. 17 p.
- \_\_\_\_\_. Programas de suelos. Informe anual de labores. Centro Regional de Investigación. Tibaitatá, 1980. pp. 133-135.
- MEJIA, V. Respuesta de la zanahoria a la fertilización química y orgánica en los suelos andosoles de Antioquia. Revista ICA, 26: 97-99. 1975.
- MERCHANCANO, D. y GOMEZ, H. Efecto de la aplicación de estiércol y N, P, K en la producción de papa *Solanum tuberosum* L. y en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo del altiplano de Pasto. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1984. 25 p.

MUÑOZ, R., WIECZORECK, A., MELO, M. y LEON, L. Fertilización en trigo *Triticum aestivum* L. en suelos influenciados por cenizas volcánicas del departamento de Nariño. In Curso sobre suelos y fertilizantes. Pasto, Colombia, 1977. pp. 32-51.

NAVIA, R., Soto, A. C. Influencia de la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada en tres variedades de cebada. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1968. 69 p.

ORTEGA, J. Fertilización de algunas hortalizas en Colombia. Informe anual del progreso, Bogotá, ICA, 1975. pp. 99-100.

RODRIGUEZ, E. A. El cultivo de la zanahoria. Esso Agrícola (Colombia) 21 (4): 12-13. 1975.

VAN HAEFF, J. Diagnóstico y evaluación de la producción de hortalizas en el municipio de Pasto. Pasto, Nariño, Convenio Colombo-Holandés. 1982. pp. 1-2.

TABLA 1. Producción de zanahoria variedad Chantenay por efecto de N, P, K y estiércol.

No. Trat.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	ESTIER-COL t/ha	CATAMBUCO		SAN FERNANDO	
					1a.	2a.	1a.	2a.
1	27	90	25	3,0	31,02	21,37	13,92	14,31
2	27	90	25	7,0	29,76	14,75	18,25	13,65
3	27	210	25	3,0	35,86	16,03	14,31	16,72
4	27	210	25	7,0	33,92	21,11	19,59	14,31
5	63	90	25	3,0	34,42	19,67	15,58	14,88
6	63	90	25	7,0	30,19	12,55	18,95	11,38
7	63	210	25	3,0	42,39	14,07	19,01	13,55
8	63	210	25	7,0	41,45	15,77	17,36	15,45
9	45	150	25	5,0	35,19	28,32	13,22	14,12
10	4,5	90	25	3,0	39,34	13,56	15,83	15,29
11	85,5	210	25	7,0	35,69	12,72	17,05	12,78
12	27	15	25	3,0	25,10	20,44	16,09	13,04
13	63	285	25	7,0	44,09	18,06	19,39	12,78
14	27	90	25	0,5	40,78	17,98	15,13	15,38
15	63	210	25	9,5	37,82	10,43	15,83	17,65
16	00	00	00	0,0	10,60	21,96	12,59	11,89
17	46	91	21	0,0	21,45	20,69	15,58	13,36
18	00	00	25	5,0	27,72	17,64	16,34	15,45

Catambuco: Promedio de tres replicaciones

San Fernando: Promedio de cuatro replicaciones

TABLA 2. Valores de F y coeficientes de variación de los análisis de varianza de los rendimientos de zanahoria. Tratamientos PP III.

	CATAMBUCO		SAN FERNANDO	
	F	CV%	F	CV%
Calidad Primera	0,52 NS	36	1,17NS	23
Calidad Segunda	2,83**	28	0,74NS	26
Rendimiento Total	0,83 NS	22	0,64NS	15

\*\* Significativo al 1%

NS No significativo

TABLA 3. Valores de F y coeficientes de variación de los análisis de varianza de los rendimientos de zanahoria con los tratamientos PP III y adicionales.

	CATAMBUCO	SAN FERNANDO
<b>CALIDAD PRIMERA</b>		
Tratamientos	1,47 NS	1,35 NS
Contrastes ortogonales		
16 vs los demás tratamientos	11,42 **	4,52 *
17 vs los demás tratamientos	3,08 NS	0,18 NS
18 vs los demás tratamientos	0,66 NS	0,00 NS
Coefficiente de variación	36	22
<b>CALIDAD SEGUNDA</b>		
Tratamientos	2,48 *	0,77 NS
Contrastes ortogonales		
16 vs los demás tratamientos	2,58 NS	1,70 NS
17 vs los demás tratamientos	1,29 NS	0,23 NS
18 vs los demás tratamientos	0,00 NS	0,47 NS
Coefficiente de variación	27	26
<b>CALIDAD TERCERA</b>		
Tratamientos	1,5 NS	1,06 NS
Contrastes ortogonales		
16 vs los demás tratamientos	8,82 **	7,54 **
17 vs los demás tratamientos	1,98 NS	0,54 NS
18 vs los demás tratamientos	0,78 NS	0,31 NS
Coefficiente de variación	22	15

Significancias: \* al 5%; \*\* al 1%

NS: No significativo

TABLA 4. Funciones de respuesta de la zanahoria a nitrógeno, fósforo y estiércol, vereda Catambuco, municipio de Pasto.

CALIDAD	FUNCION	T/SIGNIFICANCIA DEL PARAMETRO	F DEL ANAVA DE LA REGRESION	R <sup>2</sup>
1a	$Y = 26,26 + 0,184 N$	N: 2,93/1%	8,56**	0,14
2a	$Y = 19,91 - 0,061 N$	N: 2,10/5%	4,39*	0,08
1a + 2a	$Y = 46,17 + 0,123 N$	N: 2,01/5%	4,06*	0,07
1a	$Y = 24,13 + 0,072 P$	P: 4,08/1%	16,61**	0,24
1a + 2a	$Y = 43,60 + 0,057 P$	P: 3,33/1%	11,10*	0,18
2a	$Y = 19,28 - 1,057 M.O.$ (P=90) (N=63)	M.O. 2,90/5%	4,22*	0,28
2a	$Y = 15,02 - 0,017 P$	P: 2,09/1%	4,38*	0,19

TABLA 5. Funciones de respuesta de la zanahoria a nitrógeno, fósforo y estiércol. Vereda San Fernando, municipio de Pasto.

CALIDAD	FUNCION	T/SIGNIFICANCIA DEL PARAMETRO	F DEL ANAVA DE LA REGRESION	R <sup>2</sup>
1a	$Y = 15,02 + 0,011 P$	P: 1,96/5%	3,86**	0,05
1a + 2a	$Y = 28,87 + 0,014 P$	P: 2,11/5%	4,46*	0,06
1a	$Y = 14,46 + 0,425 M.O.$	M.O. 2,51/1%	6,31**	0,08
2a	$Y = 18,70 + 0,067 N$	P: 3,33/1%	11,10*	0,18
2a	$Y = 19,28 - 1,057 M.O.$ (P=210)	N: 2,51/1%	6,30**	0,14
2a	$Y = 17,46 - 0,061 M.O.$	M.O. 2,13/5%	4,54*	0,10