

EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS MINERAL Y ORGÁNICO SOBRE EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN UN SUELO DEL ALTIPLANO DE PASTO, COLOMBIA¹.

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF MINERAL AND CHEMICAL FERTILIZERS ON ORGANIC FARMING OF CARROT (*Daucus carota* L.) IN A SOIL ALTIPLANO OF PASTO, COLOMBIA¹.

Hemerson Rodriguez Correa.¹, Jhon Fredery Palma Agudelo ², Amanda Silva P ³

RESUMEN

La investigación se realizó en la Granja de la Federación Colombiana de productores de papa-FEDEPAPA, Obonuco, departamento de Nariño, ubicada a una Latitud, 01°11'26.4"N. • Longitud, 078°18'57.6"O y los suelos corresponden a un *Vitric hapludans* (IGAC, 1988). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial, el factor A correspondió a diferentes dosis de 10-30-10 (0, 100, 200 y 300 kg/ha) y el factor B a diferentes dosis de gallinaza de 0, 10, 20 y 30 ton/ha y sus diferentes combinaciones para un arreglo 4 x 4 en 3 repeticiones para un total de 48 unidades experimentales. Se evaluó rendimiento y calidad de primera, segunda y tercera en zanahoria *Daucus carota* var. Chantenay. La combinación de 300 kg/ha de 10-30-10*30 ton/ha de gallinaza ocasionó efectos positivos en el rendimiento y los más bajos se presentaron con el testigo sin 10-30-10 y gallinaza. La aplicación de 10-30-10 en dosis de 300 kg/ha ocasionó los mayores valores de producción en zanahoria de primera calidad. En el rendimiento de segunda y tercera calidad, la aplicación del fertilizante 10-30-10 con dosis de 100 y 200 kg/ha

Palabras claves: fertilización, materia orgánica, fertilización química.

(1) Artículo científico presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, 2010.

(2) Estudiantes de Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E-mail: E-mail:

(3) Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Profesor catedrático. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E.mail: amanda.silvaparra@gmail.com

Ocasionaron los valores más altos y entre el testigo y 300 kg/ha no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) ocasionando un efecto reducido. Se presentó una respuesta positiva con 30 ton/ha de gallinaza en calidad de primera, segunda y tercera; las dosificaciones de 20 y 10 ton/ha ocasionaron un efecto intermedio y con 10 ton/ha se presentó un efecto reducido. En segunda y tercera calidad se lograron los mayores incrementos con 100 kg/ha de 10-30-10*30 ton/ha de gallinaza y los más bajos con 100 kg/ha 10-30-10*0 ton/ha de gallinaza. Se recomienda la alternativa 100 kg/ha de 10-30-10*10 ton/ha de gallinaza por ser viable económica y técnicamente.

ABSTRACT

This research was conducted at the Federación Colombiana de Productores de papa-FEDEPAPA, Obonuco, department of Nariño, located at a latitude, $1^{\circ} 12'52.48''$ N • Longitude $77^{\circ} 16'41.22''$ O and soils corresponds to a *Vitric hapludans* (IGAC, 1988). By using a randomized complete block factorial arrangement, the factor A corresponded to different doses of 10-30-10 (0, 100, 200 and 300 kg/ha) and factor B of gallinaza at different doses of 0, 10, 20 and 30 ton/ha and their different combinations for an array 4 x 4 in 3 repetitions for a total of 48 experimental units. Yield and quality were assessed first, second and third in the carrot *Daucus carota* var. Chantenay. The 10-30-10 with the highest dose of 300 kg/ha resulted in the highest values on the yield and quality variables. In the performance of second and third as the 10-30-10 with the doses of 100 and 200 kg/ha resulted in the highest values and between the control and 300 kg/ha there were no statistically significant differences ($p < 0.01$) causing a reduced effect. There was a positive response from the application of 30 ton/ha of gallinaza on yield and quality of first, second and third, the dosages of 20 and 10 ton/ha caused an intermediate effect with 10 ton/ha was made a small impact. The 10-30-10 combination of gallinaza caused positive effects on performance with 300 kg/ha *30 ton/ha respectively and the lowest with the control without manure and 10-30-10. Quality at second and third largest increases were achieved with 100 kg/ha 10-30-10*30 ton/ha gallinaza and the lowest with 100 kg/ha 10-30-10*0 ton/ha gallinaza.

Keywords: fertilization, organic matter, chemical fertilization.

INTRODUCCIÓN

La superficie sembrada de zanahoria para el semestre A/2008 a nivel nacional fue de 6292 has, con una producción de 181.214 toneladas y un rendimiento promedio de 30 ton/ha. El departamento de Nariño cuenta con 1461 hectáreas y una producción de 40.825 ton/ha y un rendimiento promedio de 40 ton/ha, las cuales se siembran principalmente en zonas del altiplano de Pasto, entre ellas en Catambuco, Obonuco y San Fernando se siembran 881 has (Secretaría de Agricultura, 2008).

La fertilización en zanahoría es una práctica indispensable para obtener buenos rendimientos (Castro, 1998). Según Caicedo (1972) una cosecha de 40 ton/ha de zanahoría extrae del suelo 125 kg/ha de N, 55 kg/ha de P_2O_5 , 200 kg/ha de K_2O y 150 kg/ha de CaO. Guerrero (1998) afirma que la recomendación de fertilizante químico mineral completo 10-30-10 para zanahoría se encuentra en el orden de 300 a 600 kg/ha.

El uso de fertilizantes químicos incrementa el rendimiento de los cultivos, pero al mismo tiempo se produce incrementos considerables en la extracción de todos los nutrientes esenciales que no son aplicados con los fertilizantes; esto con el tiempo contribuye al agotamiento de nutrientes con la consecuente pérdida de la fertilidad de los suelos; a esto se suma que la productividad de los suelos, en los últimos años, ha disminuido a causa de la erosión, la influencia climática y el mal uso de los fertilizantes (Guerrero, 1998).

Por esta razón, es necesario disminuir el uso excesivo de fertilizantes químicos aplicados al cultivo de zanahoría, reemplazándolos con nuevas alternativas, o la combinación de la fertilización química mineral con la orgánica a fin de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Guerrero, 1998).

Prieto (1982), explica que los fertilizantes orgánicos en combinación con químicos presentan aumento del contenido de carbono orgánico y de la relación C/N, mejorando algunas propiedades físicas de los suelos.

Montero y Narváez (1989), explican que los fertilizantes orgánicos en comparación con los fertilizantes químicos son de bajo grado, de ahí que se apliquen en cantidades de 50 a 100 veces mayor que los fertilizantes químicos. Las mayores producciones en términos de producción total como comercial se consiguieron combinando dosis moderadas de gallinaza (30 m³/ha) y un abono mineral con N, P y K, también se lograron buenas producciones con la misma dosis de gallinaza y un abono mineral que no llevaba N en papa (García et al, 2001).

Guerra et al (1995), atribuye a la materia orgánica que aumenta la eficiencia de los fertilizantes minerales. Los sustratos orgánicos por acción de los microorganismos influyen directamente en la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre de vital importancia para el mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad y productividad del suelo (Burbano, 1989). Fonseca y Flor (1997), obtuvieron incrementos en el crecimiento de las plantas y en los rendimientos de la remolacha *Beta vulgaris* L. cuando aplicaron gallinaza con fertilizante mineral.

El objetivo general de ésta investigación fue evaluar la respuesta del cultivo de zanahoria *Daucus carota* var. Chantenay a la aplicación de diferentes dosis de gallinaza y 10-30-10 sobre el rendimiento y calidad de la zanahoria y evaluación del análisis económico de las diferentes alternativas de la fertilización mineral y orgánica.

METODOLOGIA

El estudio se llevó a cabo en la Granja de la Federación Colombiana de productores de papa-FEDEPAPA, ubicada en Obonuco, departamento de Nariño, con una temperatura promedio de 12°C, humedad relativa de 70%, altura sobre el nivel del mar de 2710 msnm. Coordenadas geográficas de Latitud, 01°11'26.4"N. • Longitud, 078°18'57.6"O y corresponde a un *Vitric hapludans* (IGAC, 2004). El análisis de suelo presentó una textura Franco arcillo arenosa, pH de 5.5, con 10,7% de materia orgánica, 37,7 mg/kg de fósforo disponible, CIC de 23,9 cmolcarga/kg, contenidos de bases en cmolcarga/kg de calcio de 12,6, magnesio de 3,02, potasio de 1,45 y contenidos de elementos menores en mg/kg de

hierro de 625, manganeso de 10,5, cobre de 2,95, boro de 0,57, nitrógeno total 0,43% y C-orgánico de 6,21%, azufre disponible 23,65 mg/kg.

Se utilizo un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial, donde el factor A correspondió a diferentes dosificaciones de fertilizante químico mineral (0, 100, 200 y 300 kg/ha) y el factor B a diferentes dosificaciones de gallinaza en dosis de 0, 10, 20 y 30 ton/ha y sus diferentes combinaciones para un arreglo 4 x 4 en 3 repeticiones para un total de 48 unidades experimentales.

Tabla 1. Tratamientos de diferentes dosificaciones de 10-30-10 y gallinaza en zanahoria *Daucus carota* var. Chantenay, Obonuco, 2010.

FACTOR A 10-30-10 (kg/há)	FACTOR B GALLINAZA (ton/ha)	DEFINICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
0 (DQM ₁)	0 (DQO ₁)	T1=0DQM ₁ x 0DQO ₁
	10(DQO ₂)	T2=0DQM ₁ x 10DQO ₂
	20 (DQO ₃)	T3=0DQM ₁ x 20DQO ₃
	30 (DQO ₄)	T4=0DQM ₁ x 30DQO ₄
100 (DQM ₂)	0 (DQO ₁)	T5=100DQM ₂ x 0DQO ₁
	10(DQO ₂)	T6=100DQM ₂ x 10DQO ₂
	20 (DQO ₃)	T7=100DQM ₂ x 20DQO ₃
	30 (DQO ₄)	T8=100DQM ₂ x 30DQO ₄
200 (DQM ₃)	0 (DQO ₁)	T9=200DQM ₃ x 0DQO ₁
	10(DQO ₂)	T10=200DQM ₃ x 10DQO ₂
	20 (DQO ₃)	T11=200DQM ₃ x 20DQO ₃
	30 (DQO ₄)	T12=200DQM ₃ x 30DQO ₄
300 (DQM ₄)	0 (DQO ₁)	T13=300DQM ₄ x 0DQO ₁
	10(DQO ₂)	T14=300DQM ₄ x 10DQO ₂
	20 (DQO ₃)	T15=300DQM ₄ x 20DQO ₃
	30 (DQO ₄)	T16=300DQM ₄ x 30DQO ₄
DQM = Dosificación química mineral DQO = Dosificación química orgánica		

Cada unidad experimental presentó un área de 1.5 m x 1.5 m para un total de 2.25 m², dejando entre bloques 1 m y entre parcelas 0.50 m y hacia los lados 1 m, la dimensión de cada bloque fue de 88 m² y el área total del ensayo 264 m². Los tratamientos se dispusieron al azar en cada uno de los bloques y el área útil fue de 2.25 m².

La preparación del lote se realizó en forma convencional con tractor mediante dos aradas y dos rastrilladas. Se levantaron camas y se realizó el trazado de las parcelas, posteriormente se aplicó el fertilizante 10-30-10 en dosificaciones de 100, 200 y 300 kg/ha, correspondieron dosificaciones de 25, 45 y 67,5 gramos respectivamente por parcela y para las dosificaciones de 10, 20 y 30 ton/ha correspondieron dosificaciones de 2.25 kg, 4.5 kg y 6.75 kg por unidad experimental. La composición garantizada del fertilizante 10-30-10 corresponde a 10% de nitrógeno total, 6,3% de nitrógeno amoniacal, 3,7% de nitrógeno nítrico, fósforo asimilable (P₂O₅) de 30%, potasio soluble de 10%, licencia del ICA 1857, es un compuesto granulado para aplicación al suelo, alto en fósforo, especial para fertilización de arranque (Guerrero, 1998). El análisis bromatológico de la gallinaza utilizada indica una humedad del 25 al 35%, N-total 2%, fósforo 1.5%, potasio 1%, carbono orgánico 17,4%, hierro 1,5%, R C/N 7,4, pH 6,0, calcio 0,5%, magnesio 0,2%, azufre 0,005% y zinc 0,3%.

Los fertilizantes se aplicaron al momento de la siembra, al voleo e incorporados, posteriormente se aplicó la semilla de zanahoria var. Chantenay en dosis de 6 libras/ha, igualmente al voleo y se tapo.

Se aplicó riego continuo en los primeros 15 días después de la siembra que garantizará una buena germinación y uniformidad en la germinación de plántulas, cuando las plantas alcanzaron el estado de 3 hojas verdaderas se hizo la aplicación de Sencor en dosis de 0.8 kg/ha para control de malezas de hoja ancha, se aplicó a los 22 días Lorsban en dosis de 1 lt/ha para el control de tierreros. La cosecha se efectuó a los 145 días aflojando el suelo, sacando las zanahorias manualmente.

VARIABLES A EVALUAR

Para determinar el rendimiento total se cosechó el área total de cada parcela experimental a los 145 días después de la siembra, se pesó la producción en una balanza de precisión y posteriormente se transformó el rendimiento obtenido en la parcela a producción por hectárea.

Para la determinación de zanahoria de primera, segunda y tercera calidad se hizo una clasificación de acuerdo a sanidad y tamaño en grande (> 5 cm), mediana (4-5 cm) y pequeñas (< 4 cm) separándola por grupos en el campo, y pesando por separado en una balanza, los datos se expresaron en ton/ha (ICONTEC, 2006). Se realizó un análisis económico de los tratamientos evaluados siguiendo la metodología del presupuesto parcial descrita por Perrin et al (1974).

Análisis estadístico

Cada una de las variables se evaluaron mediante análisis de varianza y cuando se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las diferentes dosificaciones de 10-30-10 y gallinaza se realizó la prueba de comparación de medias con el test (LSD) Diferencia mínima significativa ($p < 0.01$), los datos se corrieron en el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

En la tabla 2 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento de zanahoria *Daucus carota* var. Chantenay. Se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en los efectos simples con las aplicaciones del fertilizante 10-30-10 y gallinaza y en la interacción aplicación de los fertilizantes 10-30-10*gallinaza ($p < 0.01$).

Tabla 2. Cuadrados medios para la producción de zanahoria *Daucus carota* var. Chantenay (ton/ha) bajo diferentes dosificaciones de 10-30-10 y gallinaza, Fedepapa, Obonuco, 2010.

FUENTES DE VARIACION	g.l.	CUADRADOS MEDIOS
MODELO	17	105.761244
BLOQUE	2	20.4141146
DOSIS 10-30-10	3	149.9618806**
DOSIS GALLINAZA	3	319.7649361**
10-30-10*GALLINAZA	9	38.6591639**
ERROR	30	24.027948
TOTAL	47	0.713814
R ²		21.95136
CV		

** Diferencias altamente significativas (p<0.01)
ns no significativo

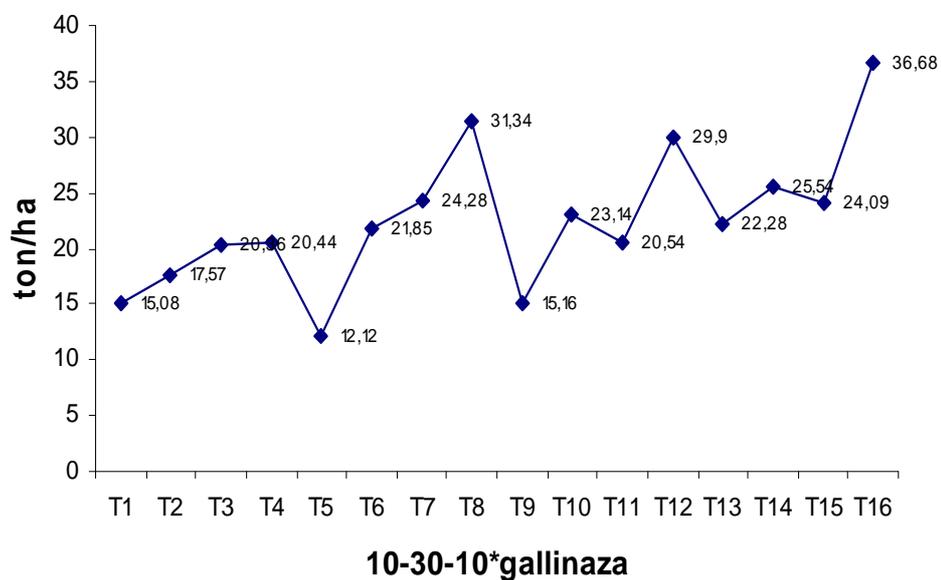


Figura 1. Efecto de diferentes dosificaciones de 10-30-10*gallinaza sobre el rendimiento (ton/ha) de *Daucus carota* var. Chantenay, Fedepapa, Obonuco, 2010

La figura 1 muestra la siguiente tendencia: Con el testigo (0 kg/ha de 10-30-10) e incrementos de gallinaza de 0 hasta 30 ton/ha se presentaron ligeros incrementos, los menores valores obtenidos en el experimento de 15.0 hasta 20.44 ton/ha. Con 100 kg/ha de 10-30-10 la tendencia fue directamente proporcional y significativa con el incremento de gallinaza de 0 hasta 30 ton/ha ocasionando valores superiores a la aplicación de 200 kg/ha de 10-30-10 con 20 y 30 ton/ha de gallinaza (24,31 y 31,34 ton/ha y 20,54 y 24,9 ton/ha respectivamente) pero no con 0 y 10 ton/ha de gallinaza (12,12 y 21,05 ton/ha). Varios autores reportan la importancia de la materia orgánica en los suelos (ICA, 1989; Orozco, 1984; Burbano, 1989; Menjivar, 1994). Los anteriores resultados concuerda con un estudio realizado en suelos Andepts de Antioquia en papa, donde se encontraron diferencias altamente significativas con las aplicaciones de 0, 500, 1000 y 1500 kg/ha de 10-30-10 en presencia y ausencia de 10 ton/ha de gallinaza, se lograron rendimientos de 6,5, 12,3, 12,1 y 14 ton/ha sin gallinaza y de 19,5, 16,3, 19,7 y 22,1 con gallinaza respectivamente (Rodríguez y Lobo, 1979).

Con la aplicación de 300 kg/ha de 10-30-10 e incrementos graduales de gallinaza de 0 hasta 30 ton/ha se encontraron valores muy superiores a los incrementos obtenidos con 0, 100 y 200 kg/ha de 10-30-10 con 0 y 10 ton/ha de gallinaza con rendimientos de 22,21 y 25,54 ton/ha, con 20 ton/ha de gallinaza similares a los obtenidos con la aplicación de 100 y 200 ton/ha (24,09 ton/ha) e incrementos muy significativos con la aplicación de 300 kg/ha de 10-30-10 y 30 ton/ha de gallinaza (34,6 ton/ha). Los fertilizantes químicos minerales permiten un rápido aprovechamiento de sus elementos nutricionales en la época en que son aplicados al suelo y puede incrementarse con la adición de fertilizantes orgánicos (Hanke, 1975 y Prieto, 1982), afirmaciones que coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación. Los suelos de clima frío responden positivamente a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, principalmente en andisoles donde hay una baja

mineralización de la materia orgánica (Guerrero, 1983; Espinosa, 1994; ICA, 1978; Castillo y Amezquita, 2003).

Silva, Coral, y Menjivar, 2006 encontraron que con dosificaciones mayores de fertilizantes químicos minerales sin importar la fuente nitrogenada utilizada (nitrato de potasio, sulfato de amonio y un fertilizante completo 27-10-6-5-6) se incremento el número de bacterias/g de suelo seco y la respiración del suelo y este comportamiento presentó una estrecha relación con el rendimiento en avena forrajera en un andisol.

El trabajo realizado por Martínez y Pérez (1994) indica que con la utilización de 2,5 ton/ha de gallinaza + 250 kg/ha de 10-20-20 los rendimientos fueron mayores (50.69 ton/ha) que con 5 ton/ha de gallinaza + 250 kg/ha (37.85 ton/ha). Pero cuando el 10-20-20 se aplicó solo los rendimientos fueron mucho menores a los anteriores (36.48 ton/ha). Los resultados encontrados ponen de manifiesto que la adición de fertilizantes químicos y orgánicos en zanahoria ejercen un efecto positivo sobre el tamaño y peso de la raíz (Mejía y Lobo, 1983), mejoran la disponibilidad de macro y micronutrientes porque se elevan las poblaciones de microorganismos que posibilitan los procesos de mineralización de la materia orgánica (Orozco, 1999, Orozco, 1984, Less, 1985 y Burbano, 1989).

Muñoz (1983) reporta altos rendimientos en cebolla de bulbo en Norte de Santander con la utilización de 10 ton/ha de abono orgánico, dosis superiores tendieron a disminuir el rendimiento, resultado que difiere de los obtenidos en esta investigación.

Tabla 3. Cuadrados medios para las variables zanahoría de primera, segunda y tercera calidad (ton/ha), Fedepapa, Obonuco, 2010.

Fuente de variación	G.L.	CM Primera calidad	CM Segunda calidad	CM Tercera calidad
MODELO	17	80.974577	2.99436115	0.07665565
BLOQUE	2	17.4351521	0.22055833	0.00564629
10-30-10	3	166.7547278**	2.98822431**	0.07649854*
GALLINAZA	3	201.7389944**	10.10226875**	0.25861808**
10-30-10*GALLINAZA	9	26.2462602ns	1.24350486**	0.0383372**
ERROR	30	17.762232	0.52382194	0.01340984
R ²	47	0.72	88.1	0.76
CV		21.86	20.3	27.46

** Diferencias altamente significativas (p<0.01)
ns no significativo

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para zanahoría de primera, segunda y tercera calidad por efecto de las aplicaciones separadas de 10-30-10 y gallinaza y en los efectos dobles o la interacción 10-30-10*gallinaza para zanahoria de segunda y tercera calidad (Tabla 3).

Se presentó efecto positivo por la aplicación de 300 kg/ha de 10-30-10 sobre calidad de primera alcanzándose valores de 24,65 ton/ha y este valor fue estadísticamente diferente ($p < 0.01$) de las aplicaciones de 100, 200 y 0 kg/ha, las cuales estadísticamente fueron similares ocasionando rendimientos de 18,64; 17,68 y 16,14 ton/ha respectivamente. En de segunda y tercera calidad cuando se aplicaron 100 kg/ha de 10-30-10 igualó estadísticamente a 200 kg/ha con resultados de 3.24 y 2.83 ton/ha y 0.51 y 0.45 ton/ha respectivamente y éste último estadísticamente fue similar al testigo sin aplicación con 2.30 y 0.36 ton/ha, quien igualó a 300 ton/ha con 2.1567 y 0.34 ton/ha respectivamente (Figura 3).

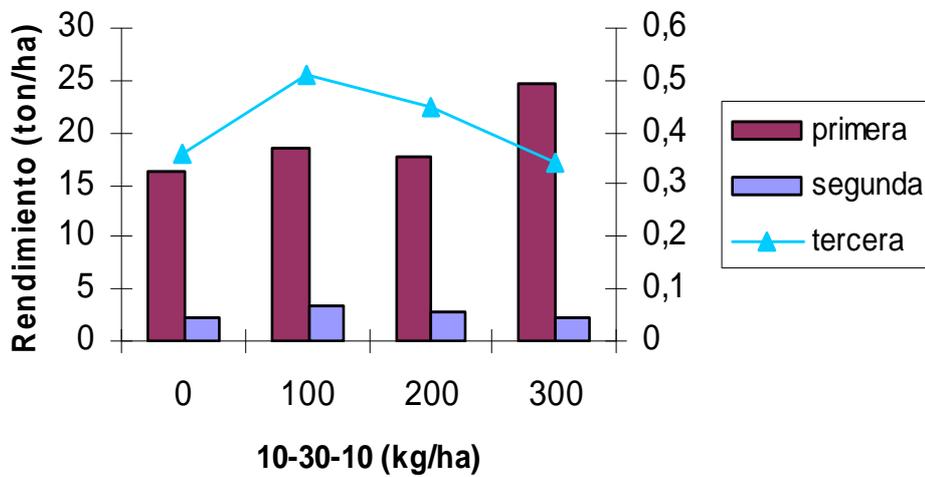


Figura 2. Efecto de diferentes dosificaciones de 10-30-10 sobre el rendimiento de primera, segunda y tercera calidad en (ton/ha) de *Daucus carota* var. Chantenay, Fedepapa, Obonuco, 2010

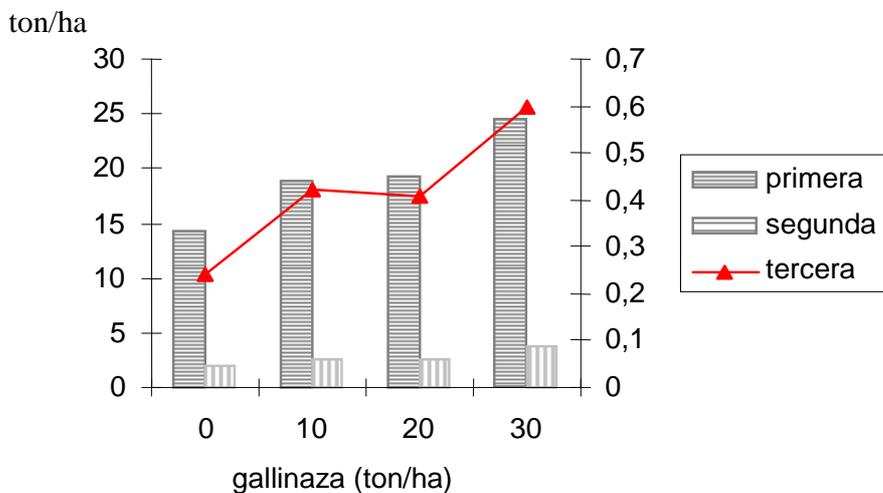


Figura 3. Efecto de diferentes dosificaciones de gallinaza sobre el rendimiento de primera, segunda y tercera calidad en (ton/ha) de *Daucus carota* var. Chantenay, Fedepapa, Obonuco, 2010

El comportamiento de los rendimientos para las calidades de segunda y tercera calidad fueron más altos con 30 ton/ha de gallinaza con valores de 24.42, 3.79 y 0.6 ton/ha

respectivamente, entre 10 y 20 ton/ha el comportamiento fue estadísticamente similar con valores de 10.97, 2.63 y 0.42 ton/ha para 10 ton/ha y de 19.35, 2.56 y 0.41 con 20 ton/ha; se presentaron menores rendimientos sin la aplicación de gallinaza con promedios de 14.38, 2.04 y 0.24 ton/ha (Figura 4).

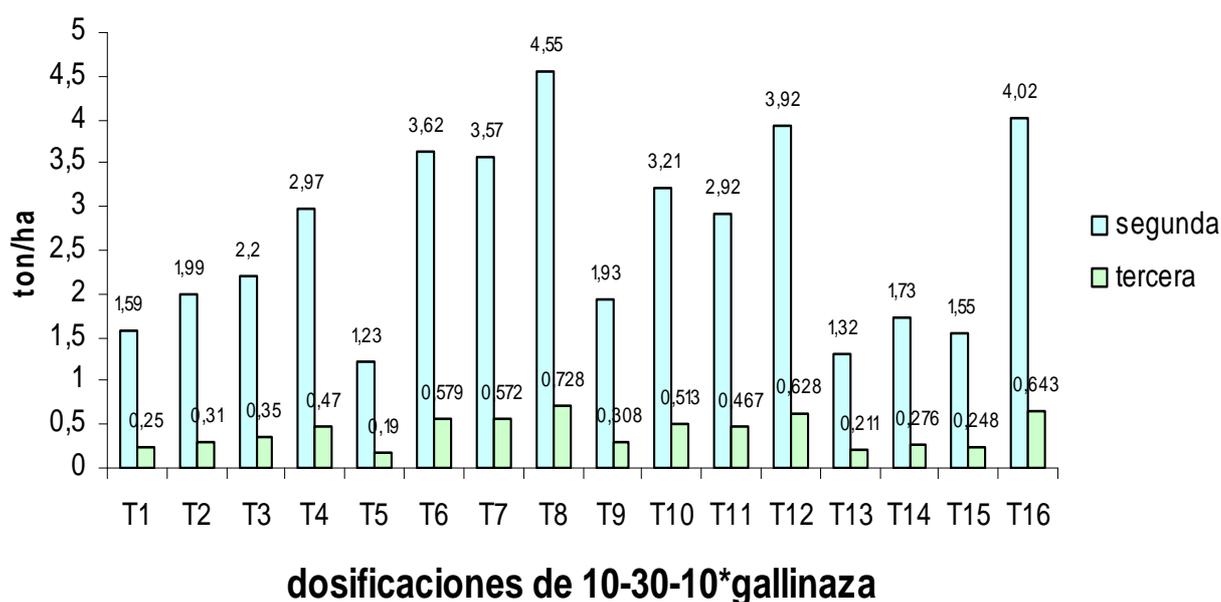


Figura 5. Efecto de diferentes dosificaciones de 10-30-10*gallinaza sobre el rendimiento de primera, segunda y tercera calidad en (ton/ha) de *Daucus carota* var. Chantenay, Fedepapa, Obonuco, 2010

Al graficar los datos de rendimientos se observaron diferentes tendencias, los mayores rendimientos en zanahoría de segunda y tercera calidad se presentaron cuando se aplicó el tratamiento 8 con 4,55 y 0,728 ton/ha por efecto de la aplicación de 100 kg/ha de 10-30-10 y 30 ton/ha de gallinaza, lo cual permite evaluar la posibilidad de su utilización con menores costos si se compara seguidamente con el tratamiento 16, aplicación de 300 kg/ha de 10-30-10 y 30 ton/ha de gallinaza que aunque ocasionó rendimientos altos pero inferiores a la anterior alternativa económicamente es más costoso, los valores más bajos se presentaron cuando se aplicaron dosificaciones de 300 kg/ha de 10-30-10 acompañado

de 0, 10 y 20 ton/ha de gallinaza con valores de 1.32; 1.73 y 1.55 ton/ha para segunda calidad y 0.21, 0.27 y 0.24 ton/ha para tercera calidad, tratamientos que comparados con la variable rendimiento presentaron un comportamiento no similar (Figura 5).

La aplicación de 0 kg/ha de 10-30-10 generó incrementos directamente proporcionales pero no muy significativos de 0 hasta 30 ton/ha de gallinaza; cuando la dosis de fertilización química se mantuvo en 100 y 200 ton/ha de 10-30-10, el rendimiento aumento significativamente al incrementar la dosis de gallinaza de 0 a 10 ton/ha y descendió con la utilización de 20 ton/ha, posteriormente aumentando con la utilización de 30 ton/ha (se alcanzaron valores máximos en el experimento), las respuestas anteriores indican que la gallinaza puede tener efecto sinérgico con el 10-30-10 cuando la dosis de aquella es máxima en 30 y mínima en 10 y que el efecto es mínimo cuando la gallinaza no es aplicada, estos resultados coinciden con varios autores quienes obtuvieron los máximos rendimientos en diferentes cultivos al combinar fertilizantes químicos con abonos orgánicos (Martínez y Pérez, 1994; Montero y Narváez, 1989).

Al mantener dosis constantes de 300 kg/ha de 10-30-10 y al aumentar la proporción de gallinaza, se observó que al pasar de 0 a 20 ton/ha de gallinaza en la mezcla se produjo un descenso en rendimiento (se alcanzaron valores mínimos en el experimento), y al aumentar la dosis de gallinaza hasta 30 ton/ha la producción aumento. Esto último sugiere un efecto negativo de la aplicación de 300 kg/ha de 10-30-10 en mezcla con 0 hasta 20 ton/ha de gallinaza probablemente debido a que cantidades altas del fertilizante químico acompañada de dosificaciones muy bajas de gallinaza ocasionaron algún tipo de descenso en las poblaciones de microorganismos afectando la disponibilidad de nutrientes e incrementándose posteriormente con dosis más altas de gallinaza (30 ton/ha). Mientras la fertilización química se presenta en forma de sales altamente solubles y es de fácil absorción por las plantas, la disponibilidad y absorción de los fertilizantes orgánicos están ligadas a la actividad biológica del suelo (Burbano, 1989 y Orozco, 1999).

ANÁLISIS ECONÓMICO

El presupuesto parcial muestra como el mayor ingreso neto se presentó con la utilización de 300 kg/ha de 10-30-10 y 30 ton/ha de gallinaza, por otra parte el menor ingreso neto se dio con la utilización de 100 kg/ha de 10-30-10 y 0 kg/ha de gallinaza (Tabla 4).

Tabla 4. Presupuesto parcial de diferentes niveles de fertilización química y orgánica en zanahoria, Obonuco, Fedepapa, 2010.

Tratamiento	Rendimientos ton/ha	Ingreso bruto (\$)	Costo Variable fertilizante (\$)	Ingreso Neto (\$)
t1=0DQM ₁ x 0DQO ₁	15.08	15.080.000	0	15.080.000
t2=0DQM ₁ x 10DQO ₂	17.57	17.570.000	2000000	15.570.000
t3=0DQM ₁ x 20DQO ₃ t4=0DQM ₁ x 30DQO ₄ t5=100DQM ₂ x 0DQO ₁	20.36	20.360.000	4000000	16.360.000
t6=100DQM ₂ x 10DQO ₂ t7=100DQM ₂ x 20DQO ₃ t8=100DQM ₂ x 30DQO ₄	20.44	20.440.000	6000000	14.440.000
t12=200DQM ₃ x 0DQO ₁ t10=200DQM ₃ x 10DQO ₂ t11=200DQM ₃ x 20DQO ₃	12.12	12.120.000	180000	11.940.000
t9=200DQM ₃ x 0DQO ₁ t10=200DQM ₃ x 10DQO ₂ t11=200DQM ₃ x 20DQO ₃	21.85	21.850.000	2180000	19.670.000
t12=200DQM ₃ x 30DQO ₄	24.28	24.280.000	4180000	20.100.000
t13=300DQM ₄ x 0DQO ₁	31.34	31.340.000	6180000	25.160.000
t14=300DQM ₄ x 10DQO ₂	15.16	15.160.000	360000	14.800.000
t15=300DQM ₄ x 20DQO ₃	23.14	23.140.000	2360000	20.780.000
t16=300DQM ₄ x 30DQO ₄	20.54	20.540.000	4360000	16.180.000
	29.90	29.900.000	6360000	23.540.000
	22.28	22.280.000	540000	21.740.000
	25.54	25.540.000	2540000	23.000.000
	24.09	24.090.000	4540000	19.550.000
	36.68	36.680.000	6540000	30.140.000
Costo kilo 10-30-10 \$1800 incluido transporte Costo kilo gallinaza \$200 incluido transporte				

Tabla 5. Análisis de dominancia de diferentes niveles de fertilización química y orgánica en zanahoria, Fedepapa, Obonuco, 2010.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO (\$)	COSTO VARIABLE (\$)
T16	30.140.000	6'540.000
T8	25.160.000	6'180.000*
T12	23.540.000	6'360.000*
T14	23.000.000	2'540.000*
T13	21.740.000	540.000
T10	20.780.000	2'360.000
T7	20.100.000	4'180.000*
T6	19.670.000	2'180.000
T15	19.550.000	4'540.000*
T3	16.360.000	4'000.000*
T11	16.180.000	4'360.000*
T2	15.570.000	2'000.000
T1	15.080.000	0
T4	14.440.000	6'000.000*
T5	11.940.000	180.000**
T9	11.560.000	360.000**

* Tratamientos dominados

El análisis de dominancia (Tabla 5) mostró que los tratamientos 8, 12, 14, 7, 15, 3, 11, 4, 5 y 9 fueron dominados lo cual permiten descartarlos desde el punto de vista económico por presentar un menor beneficio neto y un mayor costo variable.

Tabla 6. Análisis marginal de diferentes niveles de fertilización química y orgánica en fríjol, Fedepapa, Obonuco, 2010

TRATAMIENTOS	INGRESO NETO (\$)	COSTOS VARIABLES (\$)	INCREMENTO MARGINAL EN \$		TASA DE RETORNO MARGINAL (%)
			IN	CV	
T16	30'140.000	6'540.000	8.400.000	6.000.000	140
T13	21'740.000	540.000	960.000	1.820.000	52,74
T10	20'780.000	2'360.000	1.110.000	180.000	616,6
T6	19'670.000	2'180.000	4.100.000	180.000	2277,7
T2	15'570.000	2'000.000	490.000	2'000.000	24,5
T1	15.080.000	0			

De acuerdo al análisis marginal el pasar de la alternativa 2 (0 kg/ha de 10-30-10+10 ton/ha de gallinaza) a la alternativa 6 (100 kg/ha de 10-30-10 + 10 ton/ha de gallinaza) se genera una rentabilidad de 2277%, por cada \$100 que se inviertan en esta alternativa de fertilización se generarían \$2277, 7 de ganancias para el productor y que si bien se comparan con los resultados de producción obtenidos de otras alternativas de la fertilización 10-30-10*gallinaza ofrece rendimientos de 21,85 ton/ha y de 3,62 y 0,57 ton/ha para segunda y tercera calidad, siendo atractivas para los productores de Nariño y cercanos a los promedios generales de producción de zanahoria en suelos alofánicos (23 ton/ha) (Osorio, 1983).

CONCLUSIONES

La combinación de 10-30-10*gallinaza ocasionó efectos positivos en el rendimiento de zanahoria con 300 kg/ha+ 30 ton/ha respectivamente y los más bajos con el testigo sin 10-30-10 y gallinaza.

Se concluye que en relación con el rendimiento de primera calidad se lograron incrementos significativos con la dosis de 300 kg/ha de 10-30-10 y para segunda y tercera calidad se presento un efecto positivo con la aplicación de 100 kg/ha de 10-30-10.

Se presentó una respuesta positiva en la producción de primera, segunda y tercera calidad con la aplicación de 30 ton/ha de gallinaza, las dosificaciones de 20 y 10 ton/ha ocasionaron un efecto intermedio y con 10 ton/ha se presentó un efecto reducido.

En zanahoria de segunda y tercera calidad se lograron las mayores producciones con 100 kg/ha*30 ton/ha de gallinaza y las más bajas con 100 kg/ha 10-30-10*0 ton/ha gallinaza.

La fertilización de zanahoria con 100 kg/ha de 10-30-10*10 ton/ha de gallinaza se convierte en una alternativa atractiva para el productor desde el punto de vista técnico y económico, ya que iguala en rendimiento a 300 kg/ha de 10-30-10*30 ton/ha de gallinaza y ocasiona menores costos variables.

BIBLIOGRAFIA

BURBANO, H. 1989. El suelo: Una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño. 447 p.

CAICEDO, L. 1972. Curso de horticultura. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 287 p.

CASTRO, H. 1998. Producción y fertilización de hortalizas en Colombia. In: Fertilización de cultivos en clima frío. Santafé de Bogotá, Monómeros Colombo Venezolanos S.A. Pp 193-217.

CASTILLO, J y AMEZQUITA, E. Erosión hídrica y degradación de suelos en laderas andinas. Revista de Ciencias Agrícolas. Volumen XX-Número I-II, 2003. Pp. 80-81.

ESPINOSA, J. 1994. Acidez y encalado de los suelos. **In:** Fertilidad de suelos: Diagnóstico y control. Publicación de la sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Santafé de Bogotá, Colombia, pp113-129.

FONSECA, G y FLOR, J. 1997. Efecto de la gallinaza y fertilizante químico complejo en el cultivo de la remolacha (*Beta vulgaris* L). Resúmenes RUMIPAMBA, Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad del Ecuador. Pág. 40-41.

GARCIA, Q; MIGUEZ, M; DIAZ-RAVIÑA, M; GARCIA, L. 2002. Influencia del tipo de fertilización en la producción y la aptitud tecnológica de la patata para industria en las condiciones de A Limia (Ourense, España). España, Universidad de Vigo.

GUERRERO, R. 1998. Fertilización de cultivos en clima frío. Santafé de Bogotá, MONOMEROS. Pp. 193-217.

GUERRA, A; LOPEZ, P. y MONTES DE OCA, F. 1995. Fertilización órgano-mineral en un suelo de baja fertilidad. Resúmenes I Taller Nacional sobre desertificación. Guantánamo. P. 58.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS-ICONTEC. 2006. Norma de calidad de zanahoria. Bogotá, ICONTEC.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1978. Programa Nacional de Suelos. Informe de progreso. 1976-1986.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI-IGAC. 2004. Suelos y bosques de Colombia. Bogotá: Sub. Agrológica. Bogotá.

LESS, C. 1985. Aprovechamiento del estiércol. Agricultura de las Américas. 1985. pp 27 a 28.

MARTINEZ, O y PEREZ, I. 1984. Respuesta de la zanahoria (*Daucus carota*) a la fertilización química y orgánica en suelo del Altiplano de Pasto, Nariño. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Nariño. 50 p.

MENJIVAR, F. 1994. "Evaluación de la calidad de cuatro lombricompostos" En: Colombia. 1994. *Evento: VII Congreso colombiano de la ciencia del suelo Ponencia: Libro: , p. - , v. <, fasc.*

MONTERO, C. y NARVAEZ, L. 1989. Fertilización química y aplicación de estiércol en la zanahoria (*Daucus carota* L.) en dos suelos del municipio de Pasto. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Agrícolas. Tesis de Ing. Agr. P. 68

MUÑOZ, R. Uso de residuos de origen animal en la producción de cultivos. Suelos ecuatoriales (Colombia) 13 (1): 94-104. 1983.

OROZCO, F. 1999. Biología del nitrógeno: Conceptos básicos sobre sus transformaciones biológicas. Tomo I. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrícolas. Medellín, 231 p.

OROZCO, F. 1984. La materia orgánica de los suelos y su relación con los abonos orgánicos. In Curso de Fertilización Racional del Suelo. SCCS. Medellín. Pp. 339-367.

PERRIN, R.; WILKELMAN, D; MOSCARDI, E. y ANDERSON, J. 1974. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. Méjico, CIMMYT, 1974. 54 p.

PRIETO, M. 1982. Manejo de suelos; el estiércol como abonos orgánicos. Revista ANASAC. V. 7, No. 34 enero-febrero.

RODRIGUEZ, J. y LOBO, A. 1979. Fertilización de hortalizas en suelos volcánicos de Antioquia y Caldas. Revista ICA, 7 (3). Pp. 229-232.

SECRETARIA DE AGRICULTURA DE NARIÑO. Consolidado agropecuario. Semestre A/2008. Pasto, Gobernación de Nariño.

SILVA, A, CORAL, E y MENJIVAR, J. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de avena forrajera en un suelo andisol del departamento de Nariño, Colombia. Acta Agronómica. Volumen 55. Número 1. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 55 p.

Mail: Hem_rc@hotmail.com HEMERSON RODRIGUEZ CORREA
Paljhon27@hotmail.com JHON FREDY PALMA AGUDELO