

Evaluación de la fertilización nitrogenada en rosas (*Rosa sp.* var. *Classy*) usando nitrógeno 15 como trazador

Basantes, Emilio ^{a*} - Pazmiño, Diego ^b - Avalos, Rodrigo ^a
Sangurima, Claudia ^b - Urquiaga, Segundo ^c

^a Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Av. Progreso S/N, Sangolquí, Ecuador

^b Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito, Ecuador

^c Embrapa Agrobiología. Seropédica, Río de Janeiro, Brasil

Recibido: 08/12/2014

Revisado: 23/02/2015

Aceptado: 11/03/2015

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la fertilización nitrogenada en la producción de rosas, a través del uso del isótopo nitrógeno 15 como trazador. El uso de isótopos estables en la agricultura es una técnica directa muy útil para estudios de absorción y eficiencia de uso de los fertilizantes. En esta investigación se empleó nitrato de amonio marcado con nitrógeno 15 y fue aplicado en las micro parcelas de los tratamientos en estudio, siguiendo las mismas condiciones de manejo de la finca. Las aplicaciones se hicieron cada semana de acuerdo a la frecuencia de fertilización que realizó la finca. Durante el estudio se evaluó el crecimiento y producción de masa vegetativa, contenido de nitrógeno en el suelo y recuperación del nitrógeno por la planta. Los muestreos se realizaron a los 0, 30, 60 y 90 días del crecimiento del tallo floral. El contenido de nitrógeno fue determinado por el método de micro Kjeldahl y espectrofotómetro de emisión óptica, este último para el nitrógeno 15. Los resultados permitieron evaluar la cantidad del nitrógeno proveniente del fertilizante, la cantidad que quedó en el suelo y la eficiencia de uso del fertilizante. Se concluyó que el contenido de nitrógeno recuperado del fertilizante en el suelo y planta, varió alrededor de 108.6 kilogramos de nitrógeno por hectárea, lo que demuestra que el suelo tiene una capacidad relativamente estable de retener el nutriente, por lo que, cualquier dosis de fertilizante aplicado, superior a la capacidad de retención del suelo estará sujeto a pérdidas de alrededor del 25.4 a 57.2 por ciento, además que los excesos de nitrógeno aplicado tuvieron efecto en el rendimiento y salinidad.

Palabras clave: Nitrógeno 15, isótopos, recuperación de nitrógeno en rosas.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate nitrogen fertilization in the production of roses (var. *Classy*), through the use of the isotope nitrogen 15 as a tracer. The use of stable isotopes in agriculture is a direct technique useful for studies of absorption and efficiency of use of fertilizers. Ammonium nitrate labeled 15 was

used in this research and was applied in micro plots of treatments in study, following the same conditions of farm management. Applications were made every week according to the frequency of fertilization that made the farm. During the study assessed growth and vegetative mass production, content of nitrogen in the soil and recovery of nitrogen by plant. The samples were taken at 0, 30, 60 and 90 days of the flowering stem growth. The nitrogen content was determined by micro Kjeldahl method and optical emission spectrophotometer, this last for 15 nitrogen. The results allowed to evaluate the amount of nitrogen from the fertilizer, the amount that was left in the soil and fertilizer use efficiency. It was concluded that the content of nitrogen recovered from the fertilizer into the soil and plant, varied around 108.6 kilograms of nitrogen per hectare, which shows that the soil has a relatively stable capacity of retaining the nutrient, so that any dose of applied fertilizer, exceeding the capacity of soil retention is subject to losses of a round of the 25.4 to 57.2 per cent, addition that the excesses of applied nitrogen had effect on performance and salinity.

Keywords: Nitrogen 15, isotopes, Nitrogen recovery in roses.

I. INTRODUCCIÓN

La floricultura ecuatoriana desde sus inicios en la década de los setenta, ha seguido un proceso de expansión exitosa hasta llegar en el año 2005 a las 3821 hectáreas, de las cuales 2500 hectáreas son dedicadas al cultivo de rosas. El mayor porcentaje de área productora de flores en Ecuador está localizado en la Provincia de Pichincha (1985 hectáreas) seguida por Cotopaxi, Azuay, Imbabura, Guayas, Cañar, Carchi y Loja que en conjunto suman 1014.85 hectáreas.

El valor exportado de flores en nuestro país ha tenido un comportamiento ascendente con un crecimiento promedio anual del 11 por ciento en el periodo 2001-2010, la producción de rosas alcanzó un promedio de 95,272 toneladas métricas exportadas, siendo un rubro económico significativo del total de ingresos que el país genera en la agricultura [9]. Por lo que,

* Correspondencia a: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, AV. Progreso S/N, Sangolquí, Ecuador. Teléfono: +593 0991391334 Correo Electrónico: erbasantes@espe.edu.ec

las flores se han convertido en primerísimas aliadas del banano en la generación de riqueza y empleo en el país [1].

El Ecuador ocupa el tercer lugar entre los mayores exportadores de rosas en el mundo, ya que cuenta con una amplia gama de condiciones climáticas y variedades, lo que ha permitido tener gran aceptación y permanencia en el mercado internacional. En el cultivo de flores especialmente rosas, la fertilización es fundamental, y requiere de alta inversión, que puede llegar hasta el 21 por ciento del presupuesto necesario para la producción de las mismas.

La producción de rosas en el Ecuador principalmente se realiza bajo invernadero utilizando suelo modificado, ya que para el floricultor lo más importante es seleccionar el lugar de producción por la incidencia de la luminosidad, en cuanto que los otros factores de producción pueden ser modificados, entre ellos el suelo.

Los análisis de suelos son realizados en laboratorios del exterior, que usan metodologías aplicadas para otros tipos de suelo y por lo tanto las recomendaciones de fertilizantes en muchos de los casos corresponden a grandes cantidades anuales (900 a 1200 kilogramos de nitrógeno por hectárea), no permitiendo una mineralización adecuada de nutrientes y que ha llevado en su mayoría a una elevación de la salinidad detectada por el incremento en la conductividad eléctrica, presencia de mayor concentración de nitratos, nitritos, cloro, boro y sodio principalmente, en las capas subsuperficiales del suelo. Todo esto conduce a un decremento en la producción y calidad de las flores y afecta al agua subterránea. Además, hay que señalar que el agua de drenaje de las plantaciones de flores no presenta buena calidad para uso en irrigación de otros cultivos, lo que conlleva a serios efectos dañinos al medio ambiente.

Por último, las dosis de aplicación de los fertilizantes que se ha venido practicando responde en la mayoría de los casos a recomendaciones realizadas por las casas comerciales de venta de los fertilizantes y en otros casos a referencias obtenidas por tradición por los técnicos de las empresas florícolas ya sea en su propia finca u obtenidas en suelos diferentes en nuestras condiciones. Esto ha llevado en muchos casos a una indiscriminada aplicación de fertilizantes que ha conducido a un incremento en la salinidad, que acompañada a la falta de un manejo adecuado del agua, afecta en el rendimiento de la producción de rosas.

Todos estos antecedentes señalados justifican la necesidad de realizar estudios para optimizar el uso de fertilizantes que no causen daño al medio, ya que las técnicas tradicionales empleadas no han concluido en satisfacer los resultados adecuados, por lo que el uso de técnicas isotópicas son las más recomendadas para este tipo de estudios.

En trabajos relacionados con el uso de isótopos en agricultura [2] [3] [4], se señala que el empleo de nitrógeno 15 es el único método directo que permite distinguir y cuantificar exactamente el nitrógeno que proviene del suelo nativo, del fertilizante aplicado, el proveniente de la atmósfera y la cantidad de nitrógeno que ha sido aprovechado por la planta y cuanto del nitrógeno aplicado como fertilizante se queda en el suelo y lixiviado en el perfil del suelo, de ahí que el estudio planteado se justifica, para conocer y evaluar el efecto del nitrógeno en rosas, verificar la eficiencia de absorción del fertilizante en la plantación y determinar el nitrógeno recuperado y el que quedó retenido en el suelo.

En este sentido, el objetivo general de este trabajo fue estudiar la evaluación de la fertilización nitrogenada en la producción de rosas (var. Classy), mediante la aplicación de técnicas isotópicas usando nitrógeno 15 como trazador [4] [7]. Los objetivos específicos fueron: determinar la respuesta del cultivo de rosas a la fertilización nitrogenada y determinar la distribución del nitrógeno derivado del fertilizante dentro de la planta y en el perfil del suelo.

II. METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en la plantación de rosas perteneciente a la empresa LOVE ROSES, Amaguaña (Pichincha, Quito), de la región productora de flores del Ecuador. Cuya ubicación corresponde a: Longitud: 78 grados 30 minutos 09 segundos Oeste; Latitud: 00 grados 21 minutos 37 segundos Sur; Altitud de 2640 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual de 13.7 grados centígrados. Precipitación media anual de 1432.6 milímetros al año. La heliofanía promedio es de 4-5 horas luz al día. La humedad relativa promedio es del 67.6 por ciento. Presencia de vientos débiles 2 metros por segundo.

Tratamientos

Se evaluaron 4 tratamientos, teniendo como base la fertilización tradicional de la finca, equivalente a 743.8 kilogramos de nitrógeno/hectárea/año. Los tratamientos en estudio fueron: T1, 1114.3 kilogramos de nitrógeno / hectárea / año (1.5 veces la dosis tradicional); T2, 743.8 kilogramos de nitrógeno / hectárea / año (fertilización tradicional); T3, 371.44 kilogramos de nitrógeno / hectárea / año (mitad de la dosis tradicional), y T4, testigo, sin aplicación de nitrógeno. Las dosis correspondientes a los tratamientos fueron fraccionados en dos aplicaciones por semana, durante 3.5 meses que duró el estudio.

La fuente de fertilizante empleada fue nitrato de amonio, siendo que en las micro parcelas (1 metro cuadrado) se empleó nitrato de amonio marcado con 3.6 por ciento de átomos de nitrógeno 15 en exceso. La adición del fertilizante marcado con nitrógeno 15 se realizó por dilución isotópica al suelo, mediante la cual se incrementaron los átomos de nitrógeno 15, asegurando mayor disponibilidad en cantidad de átomos en el área de exploración de las raíces de la planta.

Descripción del área experimental

El experimento fue desarrollado en un diseño completamente al azar en el que constaron 4 tratamientos y 4 repeticiones. El área total del ensayo fue de 256 metros cuadrados, correspondiendo a cada tratamiento 64 metros cuadrados. Para el estudio isotópico la unidad experimental estuvo compuesta por 10 plantas, correspondiente a 1 metro cuadrado (micro parcela). En cada cama de 16 metros cuadrados de cada tratamiento fertilizado con nitrógeno se instaló una micro parcela. El total de plantas de rosas evaluadas correspondió a 2560 plantas. La duración del ensayo fue de 3.5 meses por lo que las dosis aplicadas según los tratamientos correspondieron a T1, 325.01 kilogramos de nitrógeno / hectárea / 3.5 meses; T2, 216.96 kilogramos de nitrógeno / hectárea / 3.5 meses (fertilización tradicional); T3, 108.34 kilogramos de nitrógeno / hectárea / 3.5 meses (mitad de la dosis tradicional) y T4, testigo.

Condiciones experimentales antes del inicio del ensayo

El análisis del suelo realizado en el bloque donde se desarrolló el ensayo presentó los siguientes resultados: conductividad eléctrica 11.17 milimhos por centímetro y 30 después que se suspendió la fertilización fue de 6.6 milimhos por centímetro; materia orgánica 3.86 por ciento; pH 6.8; amonio 21.5 partes por millón; nitrato 731.7 partes por millón; fosforo 114.5 partes por millón; potasio 1.16 miliequivalentes por 100 mililitros; calcio 20.7 miliequivalentes por 100 mililitros; magnesio 2.73 miliequivalentes por 100 mililitros; sodio 1.3 miliequivalentes por 100 mililitros; boro 9.04 partes por millón; Sulfato 186.1 partes por millón. Tipo de suelo: Franco limoso. Análisis: Laboratorio Agrobiolab, Quito.

El estudio se inició 60 días después de haber suspendido la fertilización nitrogenada a toda el área experimental y luego se continuó con el desarrollo del mismo bajo las mismas condiciones de manejo de la finca, empleando el sistema de fertirrigación de la finca. Previo a la aplicación del fertilizante marcado con nitrógeno 15, se realizó una poda (pinche) uniforme (mesa).



Foto 1. Vista general del experimento a los 70 días después de la poda.

Metodología isotópica

Para estudiar el destino del nitrógeno fertilizante en el sistema suelo-planta se utilizó el isótopo estable nitrógeno 15 [2] [3] [6]. De acuerdo con esta técnica es posible determinar con precisión la distribución de nitrógeno en el sistema suelo-planta, inclusive su acumulación en diferentes partes de la planta como en diferentes capas del perfil del suelo [8].

Aplicación del fertilizante marcado con nitrógeno 15

La aplicación de la solución con el fertilizante marcado con nitrógeno 15, se realizó alrededor de las 10 plantas de la micro parcela de 1 metro cuadrado, ubicadas dentro de una cama de 1 metro por 16 metros. La solución se aplicó con regadera de jardín. Estas aplicaciones se realizaron los mismos días que la finca realiza su fertilización nitrogenada a partir de la poda. Entre tanto, la solución del fertilizante con los demás nutrientes se realizó con el agua de riego en las dosis de la propia finca.



Foto 2. Micro parcela del experimento.

El muestreo foliar se realizó tomando folíolos de la segunda hoja pentámera de arriba hacia abajo en tallos con flor casi en punto de corte. Al mismo tiempo se tomó muestras de suelo en las micro parcelas a profundidades de 0 a 20, 20 a 40, y 40 a 60 centímetros, en estas muestras se determinó la concentración de nitrógeno 14 y nitrógeno 15. Al momento de la cosecha se recolectaron todos los tallos producidos en las micro parcelas, para determinar el contenido de nitrógeno total y nitrógeno 15 en los tallos y de esta manera se calculó la extracción de nitrógeno por los tallos producidos.

Las muestras tomadas en el campo fueron procesadas y analizadas en la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Las variables de masa verde y masa seca de la biomasa vegetal para la determinación de nitrógeno total y nitrógeno 15, los muestreos se realizaron al inicio del ensayo y a los 0, 30, 60 y 90 días del crecimiento del tallo floral, en 3 plantas al azar por tratamiento y por micro parcela. Al mismo tiempo se tomaron muestras de suelo (0 a 20, 20 a 40 y 40 a 60 centímetros) para determinación del contenido de nitrógeno total y nitrógeno 15, por la metodología Micro Kjeldahl y espectrofotómetro de emisión, respectivamente.

Durante el ensayo, las plantas fueron evaluadas semanalmente midiéndose el diámetro y longitud del tallo, el número de brotes en cada micro parcela.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio aplicando isótopos por dilución isotópica al suelo es una forma eficaz de obtener una medida cuantitativa directa en las plantas que están bajo la influencia de varios factores, a fin de conocer aspectos puntuales como por ejemplo, eficiencia de uso de fertilizantes de un cultivo en particular, la contaminación de los suelos y la conservación de este recurso, entre otros.

Los resultados mostraron en general, que los tratamientos que recibieron fertilizante produjeron numéricamente, un rendimiento no significativo con relación al testigo, lo que indica que el suelo en estudio tuvo suficiente nitrógeno producto de las fertilizaciones anteriores y que al ser aplicado más cantidad afecta el crecimiento por incremento de las sales en el suelo, lo cual pudo ser perjudicial para el cultivo.

Pinch y producción de tallos florales

El análisis de varianza para el número de tallos pinchados y tallos producidos no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos en las dos variables en estudio. Los promedios generales para tallos cortados en la poda fue de 29.42 tallos por metro cuadrado con un coeficiente de variación 18.33 por ciento y el promedio general para tallos producidos fueron de 5.88 metros cuadrados, con un coeficiente de variación de 34.16 por ciento. Los promedios del número de tallos pinchados y tallos producidos indicaron que después de la poda pinche, la emisión de tallos fue similar para todos los tratamientos, variando de 26 a 32 tallos, pero con relación a la producción de tallos florales los mayores rendimientos se obtuvo con el tratamiento testigo (7 flores / planta), que superó al tratamiento de mayor dosis de nitrógeno T1 (1114.3 kilogramos de nitrógeno / hectárea / año) en 56 por ciento. Fig. 1. En la práctica significa que algún factor debió estar afectando negativamente el crecimiento vegetal, y todo indica que ese factor sea el alto grado de salinidad del suelo (conductividad eléctrica 6,6 milimhos / centímetro).

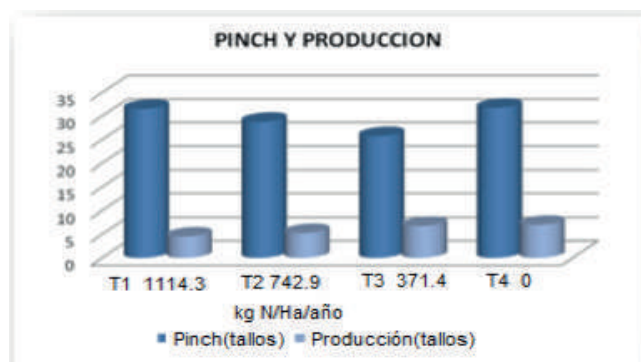


Fig. 1. Relación de tallos pinchados y tallos producidos bajo la influencia de los diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada.

Longitud de la raíz y altura de la planta

En el Cuadro 1, se puede analizar el crecimiento de la planta referente a altura de planta y longitud de la raíz, obtenido a los 30, 60 y 90 días después del corte.

Cuadro 1. Altura de la planta y longitud raíz.

Tratam. kg N/ha.	Altura de planta		
	3.5 mes	30 ddc (cm)	60 ddc (cm)
T1 325,01	74.7	144.3	145.3
T2 216,96	107.3	144.5	147.0
T3 108,34	100.8	145.0	145.5
T4 testigo	102.5	156.8	155.5
Tratam. kg N/ha.	Longitud raíz		
	3.5 mes	30 ddc (cm)	60 ddc (cm)
T1 325,01	34.75	38.25	34.50
T2 216,96	36.25	34.50	25.50
T3 108,34	25.75	31	25.28
T4 testigo	30.50	26.50	28.75

Estos resultados indicaron que la mayor altura de la planta tendió a presentarse en el tratamiento testigo, en cambio en las raíces aparentemente la fertilización ayudó para aumentar su longitud.

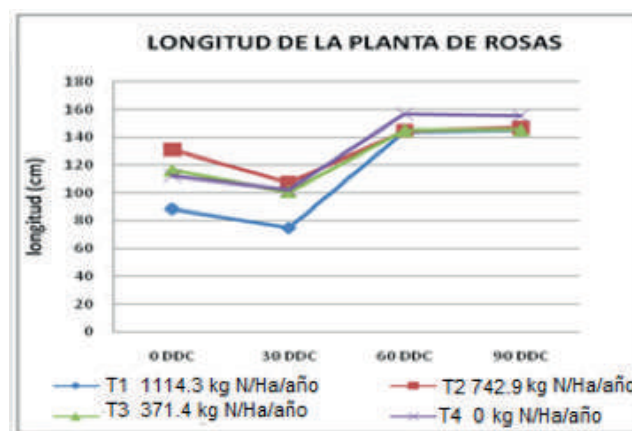


Fig. 2. Longitud de planta en función del tiempo por efecto de los diferentes tratamientos de fertilización.

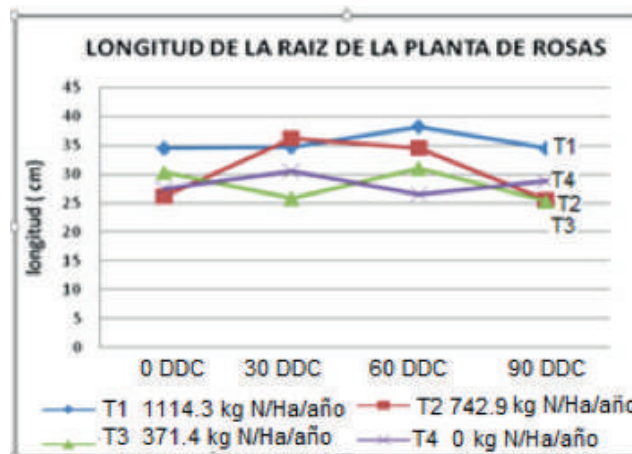


Fig. 3. Longitud de raíz de la planta de rosa a lo largo del tiempo bajo la influencia de los diferentes tratamientos de fertilización.

Peso fresco y peso seco de la planta

Al establecer los análisis de varianza para los pesos de masa verde y peso seco en la planta de rosas a los 30, 60 y 90 días no se detectó diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 2. Promedios del peso verde y peso seco de las plantas de rosas a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación del fertilizante nitrogenado.

Peso fresco (g/pl)				
Tratam.	kg N/ha. /3.5 mes	30 días	60 días	90 días
T1	325,01	525.85 ab	651.83	750.3
T2	216,96	764.48 a	766.68	811.23
T3	108,34	420.4 b	755.63	690.9
T4	testigo	601.35 ab	790.28	736.98
Peso seco (g/pl)				
T1	T2	T3	T4	testigo
325,01	216,96	108,34	374.7 b	596.9 a
374.7 b	596.9 a	295.75 b	366.98	431.64
408.08	441.25	375.75	425.42	444.92
408.08	441.25	375.75	444.92	393.60

Los promedios generales para el peso verde a los 30, 60 y 90 días fueron 578, 741 y 747 g respectivamente, y en el caso de masa seca los valores promedios generales fueron 442.51, 417.24 y 404.7 g para las evaluaciones realizadas a los 30, 60 y 90 días, respectivamente (Cuadro 2).

Al analizar los datos de los promedios en peso verde en términos generales el tratamiento de la finca fue el que presentó valores más altos, mientras que el tratamiento que presentó menor peso fue el 50 por ciento menos de la fertilización de la finca.

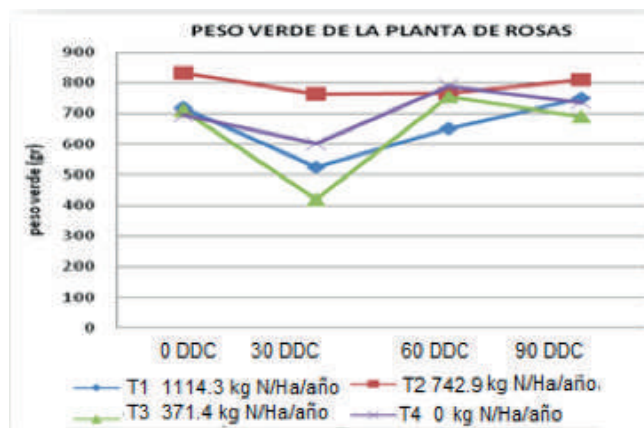


Fig. 4. Peso verde de la planta de rosas a lo largo del tiempo bajo la influencia de los diferentes tratamientos de fertilización.

En lo que tiene que ver a peso seco el tratamiento que presentó un rendimiento mayor de materia seca de igual manera fue el tratamiento de la finca mientras que el tratamiento que presentó menor peso seco fue el que se aplicó el 50 por ciento menos de la fertilización.

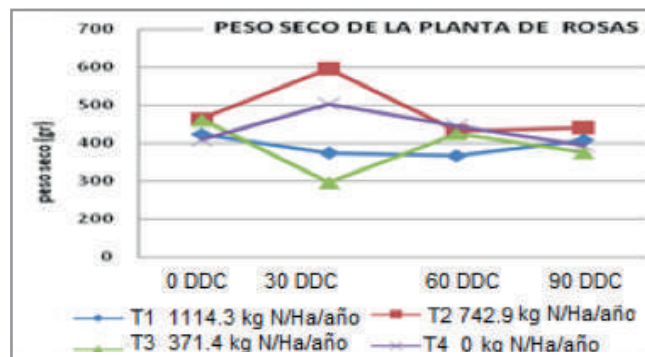


Fig. 5. Peso seco de la planta de rosas a lo largo del tiempo bajo la influencia de los diferentes tratamientos de fertilización.

Diámetro y longitud de tallo y botón floral

Los análisis de variancia para los parámetros evaluados no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, a pesar de esto, el diámetro del tallo tendió a ser mayor sólo en el tratamiento de más alta aplicación de nitrógeno. Con relación a la calidad floral expresado por la longitud del botón y del pedúnculo floral se encontró una fuerte tendencia de ser mejor en el tratamiento testigo, del cual se deduce que este componente de la planta es más sensible al factor salinidad mencionado anteriormente.

Cuadro 3. Efecto de la fertilización nitrogenada en la altura, diámetro de los tallos y flores.

Tratam.	Diámetro del tallo floral (cm)	Longitud del tallo floral (cm)	Longitud del pedúnculo (cm)	Longitud del botón floral (cm)
kg N/ha /3.5 mes				
325,01	0.64	37.50	7.00	5.50
216,96	0.50	41.77	9.31	5.68
108,34	0.44	39.09	9.34	5.60
-	0.50	40.19	9.67	5.92

Vida en florero

Con relación al tiempo de vida en florero se encontró (datos no presentados) que todos los tratamientos en estudio tuvieron similar comportamiento, con un promedio general de vida en florero de 9.20 días, valor considerado satisfactorio.

Nitrógeno proveniente del fertilizante

En los tres meses y medio de cultivo que duró el experimento, las dosis de nitrógeno aplicadas correspondieron a 108.34, 216.96 y 325.01 kilogramos de nitrógeno / hectárea, dosis significativamente altas con relación a los cultivos tradicionales como maíz, papa, entre otros.

Estas dosis por el sólo hecho de ser altas presentan altos riesgos de pérdidas sobre todo cuando el cultivo no demanda altas niveles de extracción. Tal parece ser

la situación de la fertilización nitrogenada en rosas en las condiciones del estudio. La cantidad de nitrógeno proveniente del fertilizante así como la eficiencia de uso del fertilizante fue obtenida siguiendo la metodología empleada en [4] [7].

En el cuadro 4, se presentan los datos sobre la Recuperación del N derivado del fertilizante por el cultivo y determinación de las cantidades de N que quedó retenido en el perfil del suelo y eficiencia de uso del fertilizante EUF [4] [7]. Así mismo se presentan los datos sobre la distribución del nitrógeno fertilizante en las principales partes de la planta y en los horizontes del suelo de los diferentes tratamientos. Llamó mucho la atención los bajos valores de recuperación por la planta, del nitrógeno aplicado como fertilizante, variando de 11.4 por ciento a 15.6 por ciento de eficiencia de uso del fertilizante, siendo el valor más alto en el tratamiento T3 donde se aplicó la mitad de la dosis tradicional del cultivo. Este fenómeno está muy asociado cuando hay alta disponibilidad de nitrógeno mineral por exceso fertilizaciones realizadas, situación donde generalmente, la eficiencia de la fertilización nitrogenada disminuye.

Cuadro 4. Recuperación del N derivado del fertilizante por el cultivo y determinación de las cantidades de N que quedó retenido en el perfil del suelo y eficiencia de uso del fertilizante EUF.

PLANTA	Kg.ha ⁻¹	T1	T2	Kg.ha ⁻¹	T3	
		EUF (%)	EUF (%)		EUF (%)	
Tallos	6.59	2.0	5.16	2.4	2.48	2.3
Hojas	6.82	2.1	4.16	1.9	4.07	3.8
Tallo floral	2.05	0.6	0.62	0.3	0.68	0.6
Total parte						
aérea	15.46	4.8	9.94	4.6	7.23	6.7
Raíz	21.56	6.6	15.61	7.2	9.62	8.9
Planta entera						
	37.02	11.4	25.55	11.8	16.85	15.6
SUELO						
Suelo 20 cm	65.99	20.3	23.37	10.8	21.69	20.1
Suelo 40 cm	16.06	4.9	33.93	15.6	23.14	21.4
Suelo 60 cm	19.97	6.1	21.5	9.9	20.88	19.3
Total suelo	102.02	31.4	78.8	36.3	65.71	60.8
RECUPERACION DE N						
Total N suelo + planta	139.04	42.8	104.35	48.1	82.56	76.4
N aplicado Kg.ha ⁻¹	325		217		108	
PERDIDAS DE N						
	185.96	57.2	112.65	51.9	25.44	23.6

A más de esto, se señala también que algún factor del suelo afectó negativamente el crecimiento de las plantas y por ende la demanda de este nutriente, disminuyendo así la eficiencia de la fertilización. Este problema parece estar directamente asociado con el alto grado de salinidad del suelo (6.6 milimhos/centímetro) causado por los altos niveles de fertilizantes que son aplicados al suelo permanentemente en los sistemas de producción intensiva de rosas en el país.

Dentro de la planta, la raíz acumuló cerca de 60 por ciento del nitrógeno aplicado, independiente del tratamiento estudiado, indicando que la raíz se trata de un órgano de reserva nutricional muy importante para el cultivo, pero sin duda que la contribución de esta fracción debe disminuir con el pasar del tiempo al sumarse cada vez más la producción de tallos florales.

El nitrógeno recuperado del fertilizante en la capa de suelo de 0 a 60 cm varió de 31.4 a 60.8 por ciento del nitrógeno aplicado, siendo significativamente más alto, como esperado, en el tratamiento que menos nitrógeno se aplicó como fertilizante. En términos cuantitativos el contenido de nitrógeno recuperado del fertilizante en el suelo y planta, varió alrededor de 108.6 kilogramos de nitrógeno / hectárea, demostrando que el suelo tiene una capacidad relativamente estable de retener el nutriente, de lo cual se deduce, que cualquier dosis de fertilizante aplicado, superior a la capacidad de retención del suelo estará sujeto a pérdidas. Esto conlleva a elevar los costos de producción del cultivo, además de los fuertes riesgos ambientales que produce. Los resultados de este estudio demuestran que las pérdidas de este nutriente aplicado como nitrato de amonio varió de 25.4 a 57.2 por ciento, aumentando con la dosis aplicada.

Es importante destacar que la práctica de la fertilización es generalmente aplicada para suplir a la planta con los nutrientes esenciales para su crecimiento, y siempre de forma racional, pues dentro de ciertos límites el suelo no puede ser considerado como un medio para almacenar fertilizantes solubles, como parece ser este caso. El exceso de fertilización con fuentes solubles, como son todos los fertilizantes aplicados en fertirrigación, conlleva a acumulación causando fuerte salinidad. Este problema es sin duda la situación del área florícola estudiada. Para aliviar este problema se recomienda en primer lugar el lavado del suelo para disminuir la salinidad a niveles tolerables y manejar racionalmente la fertilización e irrigación.

IV. CONCLUSIONES

La producción de tallos por la micro parcela fue más eficiente cuando se disminuyó el 50 por ciento de la fertilización nitrogenada, ya que habiéndose pinchado un menor número de tallos en relación a todos los tratamientos casi logra equiparar al número de tallos obtenidos por el testigo.

Las plantas presentaron menor porcentaje de nitrógeno en la parte aérea (4.8 %) y raíz (6.6%), en respu-

ta a la mayor fertilización nitrogenada, posiblemente debido a que la planta respondió de mejor manera a las concentraciones bajas de este elemento en el suelo, ya que los excesos de nitrógeno incrementan la acidez del suelo, la cual afectó en la disponibilidad del nitrógeno para la planta.

El contenido de nitrógeno recuperado del fertilizante en el suelo y planta, varió alrededor de 108.6 kilogramos de nitrógeno por hectárea, lo que indica que el suelo tiene una capacidad relativamente estable de retener el nutriente, por lo que, cualquier dosis de fertilizante aplicado, superior a la capacidad de retención del suelo estará sujeto a pérdidas, las cuales fueron del 25.4 a 57.2 por ciento, además que los excesos de nitrógeno aplicado tuvieron efecto en el rendimiento y salinidad que llegó a 6.6 milimhos por centímetro.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Organismo Internacional de Energía Atómica por el apoyo recibido para el desarrollo de esta investigación a través del Proyecto ECU/5/022 (ECU 5/023) y a la Empresa Love Rose por las facilidades ofrecidas para la ejecución del estudio.

REFERENCIAS

- [1] M. AGUILERA, El cultivo de la rosa, (en línea), INFOAGRO, Operadora SITEC V región, disponible en: <http://www.infoagro.com>. 2004.
- [2] E. BASANTES, Avaliação do Método da diluição isotópica com adição de fertilizante 15N ao solo, na quantificação da FBN de leguminosas. Tesis de Maestría - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / USP. Piracicaba-Brasil. 1990. 115p.
- [3] E. BASANTES, Metabolismo mineral del isótopo 15N en el suelo y planta. Nucleociencias, año 2 No.2 (Junio 1991), Órgano de difusión de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito-Ecuador, 1991. p 47-54.
- [4] E. BASANTES, P. TRIVELIN, M. T. SIU, Cuantificación de la fijación biológica de nitrógeno por el método isotópico del 15N y evaluación del efecto de la micorriza en leguminosas. Nucleociencias, año 4 No.4 (Julio 1993), Órgano de difusión de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito-Ecuador, 1993. p 37-53.
- [5] C. CERVANTES, Curso nacional sobre el uso de técnicas isotópicas y nucleares para el manejo integrado de la fertilidad de suelos. (2005, Quito, Ecuador). 2005. Manejo de la Fertilidad en Floricultura bajo condiciones de Invernadero. Quito Ecuador.
- [6] D. PAZMIÑO, R. AVALOS, E. BASANTES, 2006. Estudio sobre el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados en la producción de rosas (rosa sp. var. classy), aplicando técnicas isotópicas en la florícola Loveroses S.A. Tesis de grado, Escuela Politécnica del Ejército, Quito.
- [7] IAEA, Uses of isotope and radiation methods in soil and water management and crop nutrition, training course series 14, Vienna. 2001.ecuador.gob.ec/.
- [8] URQUIAGA, S. Eficiencia de la fertilización nitrogenada en los principales cultivos anuales. In: URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. Porto Alegre: Gênese; Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiología, 2000. p. 31-49.
- [9] Banco Central del Ecuador. En: <http://www.pro-ecuador.gob.ec/>