

**Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad
Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la
empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi,
Ecuador**

Andrés Fernando Padilla Valverde

**ZAMORANO, Honduras
Diciembre, 2007**

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad
Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la empresa
Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Andrés Fernando Padilla Valverde

**Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007**

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo con fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan derechos de autor

Andrés Fernando Padilla Valverde

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

**Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad
Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la empresa
Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador**

Presentado por
Andrés Fernando Padilla Valverde

Aprobado:

Gloria Arévalo de Gauggel, M. Sc.
Asesora Principal

Miguel Vélez, Ph. D.
Director de la Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Carlos Gauggel, Ph. D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph. D.
Decano Académico

Abelino Pitty Ph. D.
Coordinador de Fitotecnia

Kenneth L. Hoadley, D. B. A.
Rector

DEDICATORIA

Con amor a mis padres, Mercy y Wilmon, y mis hermanos Pablo y Daniel. Gracias a ellos he logrado cumplir con éxito mi meta.

A toda mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen, por darme siempre fuerzas.

A mis padres y hermanos, por su comprensión e incondicional apoyo durante toda mi vida.

A la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga por su apoyo financiero para el desarrollo de este proyecto.

A la Ing. Gloria Arévalo, por su apoyo, paciencia y conocimientos durante la elaboración de este proyecto.

Al Dr. Carlos Gauggel, por ser un modelo a seguir y por su colaboración en este proyecto.

Al Ing. Álvaro Espinosa, por sus consejos e instrucciones durante la práctica profesional y la elaboración de este proyecto.

Al personal de la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga. Sin ellos este trabajo no hubiera sido realidad.

Al Dr. Washinton Padilla, por sus oportunas indicaciones para el planteamiento de este proyecto.

A mi compañero de cuarto, Juan Sebastián Cueva, por ser un apoyo incondicional durante estos cuatro años.

A mis amigos Eliécer, Andrés y Daniel, por su amistad y comprensión durante estos cuatro años. Siempre les estaré agradecido por darme fuerzas y alegría.

RESUMEN

Padilla, Andrés. 2007. Curvas de absorción de nutrientes de la rosa variedad Rockefeller bajo condiciones de macrotúnel en la empresa Agroganadera Espinosa-Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. Proyecto especial del programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 26 p.

El estudio de absorción cuantifica la cantidad de nutrientes que la unidad productiva, en este caso un tallo de rosa, absorbe durante su ciclo productivo. Estos estudios constituyen una herramienta importante en procesos de diagnóstico, ajuste y planificación de la fertilización del cultivo. El objetivo del estudio fue elaborar las curvas de absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn y B y una curva de acumulación de materia seca tomando en cuenta órganos y etapas fenológicas de la variedad de rosa Rockefeller. El estudio se realizó en bloque 1 (50 × 180 m) de la finca Aliaga perteneciente a la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga ubicada en la provincia de Cotopaxi, Ecuador; donde se ubicaron tres sitios representativos con tres repeticiones. El estudio se inició al día 0 después de poda (DDP) hasta los 92 DDP. Las muestras fueron recogidas en los días 26 DDP (Brote), 42 DDP (Crecimiento), 64 DDP (Desarrollo) y 92 DDP (Cosecha). La absorción de macronutrientes en kg/ha/año fue: N = 277; P = 30; K = 132; Ca = 74; Mg = 85; S = 9 y de micronutrientes en g/ha/año fue: Cu = 99; Fe = 1,016; Mn = 2,551; Zn = 639; B = 748. La materia seca total acumulada de tallos exportables fue 5,914 kg/ha/año mientras que el desecho de la producción fue de 6,320 kg/ha/año. La absorción de nutrientes fue diferencial ya que N, P, Ca, S, Fe y B se absorben progresivamente hasta el día de corte mientras que K, Mg, Cu, Mn y Zn se absorben hasta el segundo tercio del ciclo productivo (64 DDP). La tasa diaria de absorción es variable debido a que el K y Fe fueron absorbidos en mayor cantidad por la planta durante la formación de un nuevo brote (0 a 26 DDP). El Mg desde que aparece y se forma el botón (24 a 43 DDP). N, P, Ca, Mn, Cu, Zn y B en el periodo de desarrollo del botón (44 a 64 DDP) y el S al final del ciclo productivo (65 a 92 DDP). Tomando en cuenta la matriz de biodisponibilidad y la eficiencia de absorción de nutrientes se recomienda aplicar en kg/ha/año: N = 600; P = 100; K = 400; Ca = 200; Mg = 110; S = 100 y en g/ha/año: Cu = 200; Fe = 500; Mn = 2,000; Zn = 770; B = 750.

Palabras clave: Concentración, materia seca, etapas fenológicas.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
Ubicación.....	2
Macrotúnel.....	2
Cultivo.....	3
Etapas de cultivo.....	3
Riego.....	3
Suelo.....	3
Análisis foliar.....	4
Biodisponibilidad de nutrientes.....	4
Análisis de tejido.....	4
Procedimiento para la elaboración de las curvas de absorción.....	4
Descripción de las unidades experimentales.....	5
Análisis estadístico.....	6
Distribución de las unidades experimentales.....	6
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
Suelo.....	8
Propiedades físicas.....	8
Propiedades químicas.....	8
Análisis foliar.....	9
Biodisponibilidad de nutrientes.....	9
Análisis de tejido.....	11
Curva de acumulación de materia seca.....	12
Producción de biomasa.....	12
Consumo de nutrientes.....	13
Curvas de exportación de nutrientes.....	14
CONCLUSIONES.....	24

RECOMENDACIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Propiedades físicas de los suelos de las tres unidades experimentales de 0-20 cm y 20-40 cm de profundidad en la finca Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	8
2.	Análisis foliar del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	9
3.	Biodisponibilidad de nutrientes del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	9
4.	Análisis de suelos (Macronutrientes) del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	10
5.	Análisis de suelos (Micronutrientes) del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	10
6.	Relaciones entre nutrientes del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador, 2007.....	10
7.	Ajustes al plan de fertilización del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	11
8.	Análisis de tejido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	12
9.	Análisis del tejido de desecho del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	12
10.	Materia seca y fresca obtenida en la producción anual de una hectárea del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	13

11. Consumo de nutrientes por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	14
12. Eficiencia en la absorción de nutrientes del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	14
13. Cantidad y porcentaje de N, P y K absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	16
14. Parámetros de la correlación múltiple (MINITAB [®]) obtenida para N, P y K del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	17
15. Cantidad y porcentaje de Ca y S absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	18
16. Parámetros de la correlación múltiple (MINITAB [®]) obtenida de Ca y S del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	18
17. Cantidad y porcentaje de Mg absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	19
18. Parámetros estadísticos de la correlación simple (MINITAB [®]) obtenida de Mg del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa - Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	19
19. Cantidad y porcentaje de Cu y Fe absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	20
20. Parámetros de la correlación simple (MINITAB [®]) obtenida de Cu y Fe del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	21
21. Cantidad y porcentaje de Mn, Zn y B absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	22
22. Parámetros de la correlación múltiple (MINITAB [®]) obtenida de Mn, Zn y B del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Dimensiones de una nave en el macrotúnel.....	2
2.	Días del ciclo de producción en los que se realizó los diferentes muestreos.....	6
3.	Distribución de las unidades experimentales (UE) según la ubicación de las válvulas de riego en el Bloque 1 de la Finca Aliaga de la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador.2007.....	7
4.	Curvas de producción de materia seca por órgano y días después de poda (DDP) de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	13
5.	Curva de absorción acumulada de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	15
6.	Curva de absorción acumulada de calcio (Ca) y azufre (S) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	17
7.	Curva de absorción acumulada de Magnesio (Mg) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa - Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	19
8.	Curva de absorción acumulada de cobre (Cu) y hierro (Fe) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	20
9.	Curva de absorción acumulada de manganeso (Mn), zinc (Zn) y boro (B) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.....	21

INTRODUCCIÓN

Según Florastream (2000) la rosa es quizás la flor cortada más importante del mundo y ha sido un factor imperante en el desarrollo económico de países en vías de desarrollo como Ecuador. En la década de los 80's los productores vieron que el ambiente predominante de lugares cercanos a la Cordillera de los Andes era ideal para el desarrollo de este cultivo, debido principalmente a los factores de altura, latitud, temperatura y horas luz característicos de la zona ecuatorial y de un sistema volcánico, que después de milenios de depositar ceniza volcánica en los sectores aledaños al volcán Cotopaxi, han dado como resultado un suelos con características físicas y químicas optimas para el desarrollo del cultivo de la rosa.

En la ultima década, la caída de precios debido al incremento en la oferta de rosas ha obligado a los productores, especialmente los pequeños, ha realizar acuerdos en temas de calidad y precio. Para ello han utilizado prácticas de manejo como el fertirriego, con el objetivo de aumentar la eficiencia en uso de fertilizante y agua para riego, reduciendo de esta manera los costos de producción (Florastream, 2000).

Las curvas de absorción de nutrientes son hasta la fecha el instrumento que brinda los datos más cercanos a lo que consume un cultivo durante todo su ciclo de vida o de producción; por lo tanto sirven para saber la cantidad mínima de nutrientes requerida por un cultivo que persigue determinado rendimiento. Estas curvas de absorción de nutrientes se construyen con base en el asocio entre el peso seco de los tejidos de la planta con las concentraciones de nutrientes presentes en esos tejidos (Bertsch 2003).

En rosas de corte se ha trabajado poco en determinar exactamente el consumo de nutrientes, cabe resaltar los trabajos de Gauggel (1997) y Prado (2002) enfocados en temas de nutrición vegetal de rosas.

Dada la gran cantidad de variedades de rosa estos trabajos son apenas un pequeño aporte al conocimiento en tema de nutrición de este cultivo. En la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga de Ecuador se tienen aproximadamente 50 variedades de rosa de corte. Con el presente estudio se busco elaborar las curvas de absorción de nutrientes, de la rosa variedad Rockefeller, para utilizarlas como herramienta de diagnostico y planificación del manejo de la fertilización.

Como objetivos específicos se consideró: determinar las cantidades específicas de los nutrientes exportados en cada etapa fenológica del cultivo; desarrollar una curva de producción de materia seca, considerando órganos y etapas fenológicas; identificar el consumo de nutrientes del cultivo; determinar la condición de fertilidad y salinidad en la zona radicular y desarrollar una recomendación sobre el manejo del fertirriego en el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estudio se realizó en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga ubicada en la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a una altura de 3100 msnm y con una temperatura promedio anual de 12 °C. La ubicación geográfica es 0° 43' 0" sur y 78° 37' 60 oeste.

Los análisis se realizaron en el laboratorio “Clínica Agrícola” (Agrobiolab) en la ciudad de Quito, Ecuador. En la calle Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank, Urbanización Dammer II, sector El Inca.

MACROTÚNEL

El macrotúnel donde se realizó el estudio es de tipo comercial curvo (Matallana y Montero 2001). Cada uno de los bloques (invernaderos) tiene diferente número de naves. Las medidas de una nave están indicadas en la Figura 1.

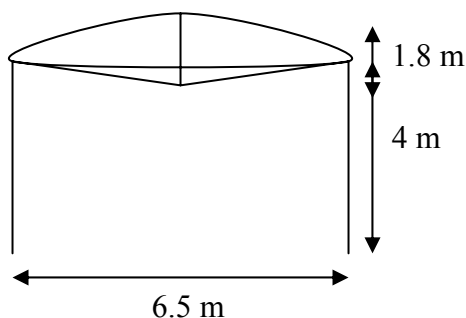


Figura 1. Dimensiones de una nave en el macrotúnel

El estudio se efectuó en un invernadero de 9000 m² (45 × 200 m) con 68,333 plantas (6.81 plantas·m⁻²) distribuidas uniformemente en 181 camas. El invernadero en total está compuesto por 30 naves y cada nave contiene 14 camas. De estas 181 camas 70 son de la variedad Rockfeller. Cada cama tiene 21 m de largo, 70 cm de ancho, de 15 a 20 cm de alto con 55 cm entre camas para un total de 17,000 plantas de esta variedad.

La finca se maneja en producción abierta, lo cual significa que no existe sincronización del estado fenológico en la misma área y cada planta produce en un estado independiente a las demás plantas por lo tanto, se pueden encontrar todos los estados fenológicos en el cultivo al mismo tiempo.

CULTIVO

Se utilizó la variedad de rosa Rockefeller, de un año de edad y seis meses en producción la cual produce 29 tallos/m²/año de 110 a 150 cm de largo, con un largo de botón de 7 a 8 cm y de color rojo.

El ciclo de producción de esta variedad tiene un ciclo productivo de 92 días produciendo cuatro tallos por planta al año.

ETAPAS DE CULTIVO

Se determinó realizar los análisis de tejido al final de cada etapa fenológica de la siguiente manera:

Etapas I (Brote): De 0 a 26 días después de poda (DDP).

Etapas II (Crecimiento) : De 27 a 43 DDP.

Etapas III (Desarrollo): De 44 a 64 DDP.

Etapas IV (Cosecha): De 65 a 92 DDP.

RIEGO

El cultivo está provisto de un sistema de riego con goteros autocompensados de una sola línea por cama. El riego se realizó en cuatro turnos/día aportando durante el ciclo de producción de 24,74 m³/ha/día.

SUELO

El experimento se realizó en un suelo de características uniformes y representativos de la finca.

Se tomaron muestras de suelo en cada uno de los bloques, a dos diferentes profundidades (0-20 y 20-40 cm), en los mismos sitios donde se cortaron los tallos para los análisis de materia seca. Las muestras de suelo fueron recogidas el día anterior a la recolección de las primeras muestras de materia seca. Adicionalmente se midió el contenido de humedad, la densidad aparente, la porosidad y la textura.

Para el análisis químico de suelo, el fósforo se extrajo con bicarbonato de sodio por el método de Olsen Modificado, se utilizó acetato de amonio a pH 7 como extractante para los elementos: K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn y Zn, mientras que los elementos B y S se extrajeron con el método del fosfato de calcio. Los elementos P, B y S fueron analizados por colimetría y los demás por absorción atómica. La materia orgánica fue determinada por medio del método de Walkey-Black. El pH se midió en una relación suelo agua 1:1

utilizando un potenciómetro y la conductividad eléctrica (CE) en la fase soluble haciendo uso de un conductímetro.

ANÁLISIS FOLIAR

Siguiendo recomendaciones de Padilla (2007) a los 64 DDP se tomaron de cada planta muestreada las dos hojas más altas pentafoliadas debido a que estas son las fisiológicamente maduras más jóvenes⁽¹⁾.

El análisis foliar se realizó con el objetivo de determinar la cantidad de nutrientes en la hoja tiene al momento de mayor actividad fisiológica, como indicador del estado nutricional de la planta.

Se determinaron los nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, B y SO₄. El método de extracción que se utilizó fue mineralización húmeda determinando el N por el método de Kjeldhal; el K, Ca, Mg, Na, Cu, Mn, Fe y Zn fueron determinados por absorción atómica y P, B y S por colorimetría

BIODISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

Para determinar la biodisponibilidad se interpretaron los datos del análisis de suelo y del análisis foliar. Se compararon los niveles de cada elemento en el suelo con los niveles del análisis foliar para formar una matriz de biodisponibilidad dividiendo en grupos los elementos según su nivel de biodisponibilidad sea deficiente, bajo, adecuado y alto.

ANÁLISIS DE TEJIDO

Para realizar las curvas de absorción de nutrientes se realizaron análisis de nutrientes en todo el tejido en los días 26, 43, 64 y 92 DDP según la clasificación de las etapas fenológicas estipuladas anteriormente.

Se determinaron los mismos nutrientes que en el análisis foliar y se utilizaron los mismos métodos.

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

- 1.- Se seleccionó la variedad de rosa Rockefeller.
- 2.- Se definieron tres grupos de plantas.
- 3.- Se utilizaron tres tallos por grupo acumulando un total de nueve tallos por etapa fenológica, los cuales formaron tres muestras compuestas para obtener: peso fresco, peso seco y concentración total de nutrientes en los tejidos en cada una de ellas.

⁽¹⁾ Padilla, W. 2007. Muestreo foliar en el cultivo de rosas (entrevista). Quito, EC. Agrobiolab.

- 4.- Las muestras fueron recogidas en un periodo corto de tiempo debido a que la producción es continua y se puede encontrar todos los estadios en un número indefinido de tallos.
- 5.- Se calculó el peso acumulado de biomasa por tallo en cada etapa fenológica. Se pesó cada órgano por separado (tallo, hojas y botón floral).
- 6.- Se realizó la curva de ganancia de peso (g/tallo/etapa fenológica), colocando las etapas fenológicas en el eje X (variable independiente) y los datos obtenidos en cada etapa en el eje Y (variable dependiente). Esta información se extrapoló a kg/ha/etapa, teniendo en cuenta el número de plantas/ha y la producción de tallos/ha en un ciclo de producción (16 semanas) comprendido entre enero y abril, para esta variedad en la finca.
- 7.- Se determinó la concentración de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y B) presentes en el tejido del tallo completo (tallo, hojas y botón), agrupando para el análisis los tres tallos obtenidos por unidad experimental, en cada etapa fenológica.
- 8.- Se calculó la cantidad de cada nutriente acumulado en el tejido (kg/ha), multiplicando la materia seca del tejido total, obtenida en el paso 6, por la concentración de cada nutriente en cada etapa. Descontando el total acumulado en cada periodo se encontró el porcentaje de nutriente absorbido por etapa.
- 9.- En cada grupo de plantas se recogió el material de desecho durante cuatro semanas del cual se obtuvo peso húmedo y seco en cada semana; al final de la cuarta semana se tomó una muestra compuesta de los desechos obtenidos durante las cuatro semanas de cada grupo de plantas en la cual se analizó la concentración de nutrientes. La información se extrapoló a la producción de un año. Esta información fue adicionada al peso de los tallos para calcular la biomasa total. La cantidad de nutriente absorbido y eliminado en el desecho se calculó multiplicando el porcentaje de cada nutriente presente en este tejido multiplicado por la materia seca acumulada. Este valor se tomó en cuenta para calcular el total absorbido (kg/ha) de cada nutriente durante un año.
- 10.- Se elaboraron las curvas de absorción de nutriente consumidos por el cultivo expresadas en kg/ha/año.
- 11.- Se calculó la eficiencia de absorción de nutrientes estimando el porcentaje de nutriente absorbido por la planta del total de nutriente aplicado vía fertirriego. La cantidad absorbida de nutriente por el material de desecho fue tomada en cuenta en este cálculo ya que el desecho siempre va a ser constante en la producción continua de la finca.

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES (U.E)

La unidad experimental la conformaron 70 plantas de rosa ubicadas en un área dentro de la cama de producción de 4.5 m². Se recolectaron tres tallos/UE en cada etapa fenológica.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se establecieron tres UE y en cada una de ellas se realizaron cuatro muestreos, cada uno de tres tallos con cuatro repeticiones según las etapas fenológicas (Figura 2).

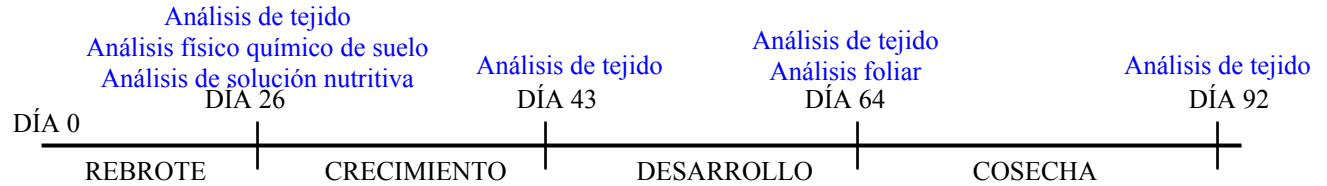


Figura 2. Días del ciclo de producción en los que se realizaron los diferentes muestreos.

Se utilizó el programa estadístico MINITAB® para realizar una correlación simple determinando el modelo matemático de cada curva de absorción de cada elemento con el ajuste y probabilidad más alto para cada uno de los nutrientes.

DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Los grupos de plantas fueron ubicadas en el invernadero tomando en cuenta la ubicación de las válvulas del sistema de riego a fin de reducir la variabilidad en presión y caudal que estos factores podrían ocasionar en el experimento. La localización de los grupos en las camas de producción se realizó dividiendo la cama en tres partes (anterior, media y posterior), de tal manera que un grupo representó cada sección (Figura 3).

Las repeticiones se hicieron en tres lugares que representaron las condiciones del invernadero.

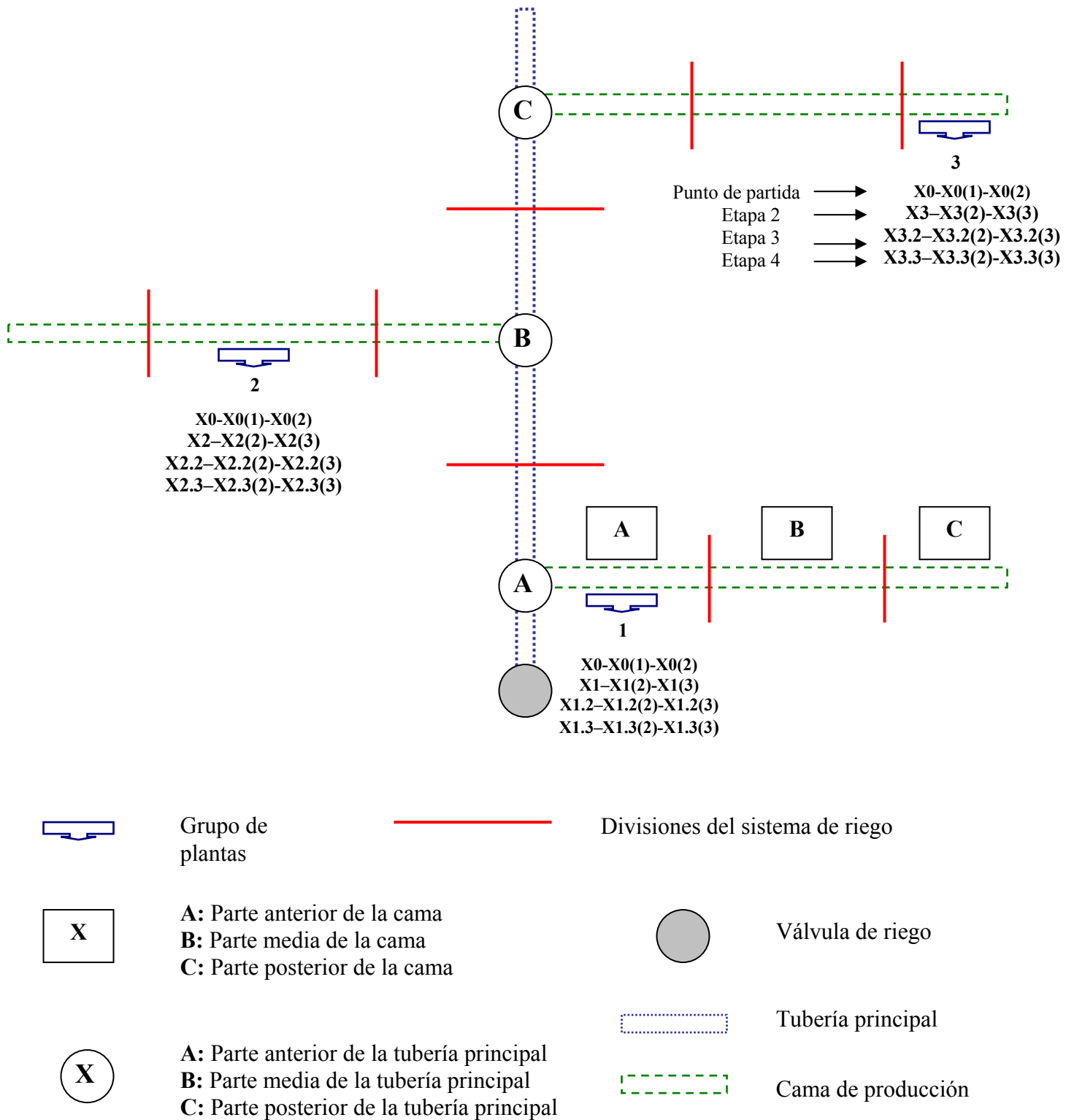


Figura 3.- Distribución de las unidades experimentales (UE) según la ubicación de las válvulas de riego en el Bloque 1 de la Finca Aliaga de la empresa Agroganadera Espinosa Chirboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SUELO

Propiedades físicas

La densidad aparente aumenta con la profundidad del suelo con excepción de la UE3. Los parámetros de humedad, porosidad y los porcentajes de arena, limo y arcilla denotan que las unidades experimentales son uniformes en los primeros 40 cm del perfil de suelo en donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces de la planta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Propiedades físicas de los suelos de las tres unidades experimentales de 0-20 y 20-40 cm de profundidad en la finca Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Unidad experimental	Prof [¥] (cm)	(t/m ³) Densidad aparente	%					Textura
			Humedad	Porosidad	Arena	Arcilla	Limo	
UE 1	00-20	1.24	23	53	76	10	14	FA [£]
	20-40	1.29	24	52	76	8	14	FA
UE 2	00-20	1.23	17	54	76	8	16	FA
	20-40	1.34	21	50	76	8	16	FA
UE 3	00-20	1.13	18	57	76	8	16	FA
	20-40	1.09	22	59	78	10	16	FA

[¥]: Profundidad, [£]:Franco arenoso.

Propiedades químicas

El suelo posee un pH en rango ligeramente ácido lo cual permite la buena absorción de elementos por la planta. La conductividad eléctrica (CE) se encuentra alta en las dos profundidades siendo los primeros 20 cm de suelo donde se encuentran los mayores rangos. Es evidente la acumulación de sales en el suelo debido al uso excesivo de fertilizantes y a la baja aportación de agua por parte del sistema de fertirriego (Cuadro 4).

El análisis químico del suelo muestra una baja capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) debido a los altos porcentajes de arena presentes, a la vez hay cantidades bajas de materia orgánica y de Mg. Por otro lado presenta condiciones adecuadas de la concentración de N, P, K, Ca, S (Cuadro 4).

De los microelementos el Mn se encuentra en bajas concentraciones; Fe, Zn y B presentan una concentración adecuada y el Cu esta en cantidades altas (Cuadro 5).

Según la relaciones entre elementos el Fe puede estar afectando la absorción de Mn y los elementos Ca y Mg pueden ser antagónicos a la absorción del K (Cuadro 6).

Es necesario corroborar con la eficiencia de absorción, de cada uno de estos elementos con el fin de identificar si existen verdaderos antagonismos entre los elementos estipulados anteriormente.

ANÁLISIS FOLIAR

Según el análisis foliar, los elementos N, P, y B se encuentran en concentraciones altas en el tejido, mientras que el Mg, Zn y Mn muestran excesos. Los elementos Ca, S y Cu se encuentran en rangos suficientes y el K y Fe se presentan en cantidades bajas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis foliar del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador, 2007.

	%						mg/kg				
	N	P	K	Ca	Mg	SO ₄	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Foliar	4.7	0.32	1.64	1.49	2.65	0.41	147	13.3	135	844	118
Rango medio	2.8	0.2	1.8	0.8	0.2	0.3	15	5	275	250	30
	4.4	0.3	2.6	1.5	0.3	0.5	30	15	150	300	60
Interpretación	A ^{&}	A	B [¥]	S [§]	E [£]	S	E	S	B	E	A

¥: Bajo; §: Suficiente; &: Alto; £: Exceso

BIODISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

Según los análisis de suelo el K y el Fe se encontraron suficientes en el suelo, pero su concentración en la hoja es bajo lo que indica una interferencia en su disponibilidad en el suelo, por lo cual se recomienda suplementarlo con fertilizantes foliares. Los elementos Ca, Cu y S tienen una biodisponibilidad adecuada debido a que se encuentran en rangos suficientes tanto en el suelo como en la planta (Cuadro 6).

Los elementos N, P, Mg, Mn, Zn y B están altamente biodisponibles al encontrar concentraciones entre rangos bajos y suficientes en el suelo y concentraciones altas en la hoja (Cuadro 3).

Cuadro 3. Biodisponibilidad de nutrientes del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Biodisponibilidad	Nutriente
Deficiente	
Bajo	K, Fe
Adecuado	Ca, Cu, S
Alto	N, P, Mg, Mn, Zn, B

Cuadro 4. Análisis de suelos (Macronutrientes) del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Profundidad (cm)	pH	C. E. (mmhos/cm)	CICE (cmol/kg ⁻¹)	M. O. %.	mg/kg (Extractable)						
					NH ₄	NO ₃	P	K	Ca	Mg	SO ₄
0-20	6.13	3.13	8.33	1.56	46	83	63	403	1103	120	40
	LAc [€]	E [£]	B [¥]	B	M ^β	S ^{\$}	M	S	M	B	M
20-40	6.20	2.39	8.05	1.38	34	51	62	377	1089	125	27
	LAc	E	B	B	M	M	M	S	M	B	M

€: Ligeramente ácido; ¥: Bajo; β: Medio; \$: Suficiente; £: Exceso

Cuadro 5. Análisis de suelos (Micronutrientes) del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Profundidad (cm)	mg/kg (Extractable)				
	Cu	Fe	Mn	Zn	B
0-20	5.77	56	3.07	4.67	1.21
	A ^{&}	S ^{\$}	B [¥]	M ^β	M
20-40	6.73	60	3.03	4.43	1.07
	E [£]	S	B	M	M

¥: Bajo; β: Medio; \$: Suficiente; &: Alto; £: Exceso.

Cuadro 6. Relaciones entre nutrientes del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador, 2007.

Profundidad (cm)	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K
0-20	18.30	5.57	0.96	6.35
	E	E	B [¥]	S ^{\$}
20-40	19.88	5.28	1.07	6.73
	E [£]	E	B	S

¥: Bajo; \$: Suficiente; £: Exceso.

Según el análisis de disponibilidad se recomienda realizar cambios en el manejo de la aplicación de nutrientes en el sistema de riego (Cuadro 7).

Cuadro 7. Ajustes al plan de fertilización del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Nutriente	Suelo	Foliar	Recomendaciones
Mn	B [¥]	E [£]	Mantener en el programa de fertilización. Los excesos pueden ser a causa de aplicación de fungicidas.
Mg	B	E	Mantener dosis. Los excesos pueden ser a causa de aplicación de fertilizantes foliares.
Zn	M ^β	E	Mantener en el programa de fertilización. Los excesos pueden ser a causa de aplicación de fungicidas.
NH₄	M	A ^{&}	Bajar dosis.
NO₃	S ^{\$}	A	Bajar dosis a niveles apropiados de CE. Interfiere con la absorción de K.
P	M	A	Mantener dosis y dar seguimiento con análisis de suelos para evitar excesos por acumulación.
B	M	A	Mantener dar seguimiento por si baja en el foliar. Los niveles altos pueden ser a causa de aplicación de fertilizantes foliares.
Ca	M	S	Mantener dosis.
S	M	S	Mantener dosis.
Cu	A	S	Bajar dosis.
K	E	B	Bajar dosis por acumulación en el suelo, exceso. Regular la aplicación de N que no permite la absorción de K.
Fe	S	B	Aplicar foliar o quelatos vía fertirriego.

¥: Bajo; \$: Suficiente; &: Alto; £: Exceso

ANÁLISIS DE TEJIDO

Los elementos N, Ca y B aumentan su concentración progresivamente hasta la etapa III (Desarrollo) mientras que los demás elementos no tienen un patrón definido de concentración en el tejido (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de tejido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Etapa	DDP [‡]	%						mg/kg				
		N	P	K	Ca	Mg	SO ₄	Cu	Fe	Mn	Zn	B
I	26	1.66	0.23	1.26	0.59	0.16	0.17	9.60	82.37	156.50	44.40	65.79
II	42	2.33	0.27	1.19	0.61	1.90	0.19	11.97	72.00	313.90	72.07	74.36
III	74	2.34	0.25	1.24	0.83	1.87	0.17	11.87	63.57	305.83	70.67	74.78
IV	92	1.76	0.22	0.90	0.69	0.15	0.20	8.20	73.20	210.50	47.85	65.43

[‡]: Días después de poda.

El análisis de tejido de desecho muestra concentraciones con un patrón similar al análisis de tejido de producción, pero más bajo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis del tejido de desecho del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga, Cotopaxi, Ecuador. 2007.

%						mg/kg				
N	P	K	Ca	Mg	SO ₄	Cu	Fe	Mn	Zn	B
2.83	0.28	1.29	0.56	0.16	0.23	8.26	97.43	211.63	56.33	60.75

CURVA DE ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA (MS)

En la Figura 4 se muestra la curva de crecimiento de la planta expresada en kg de MS/ha por órgano en cada una de las etapas del cultivo. La acumulación máxima de materia seca se encuentra en la etapa III aportando el 32% del acumulado total. El órgano que aporta mayor peso es el tallo con un 48% del acumulado total.

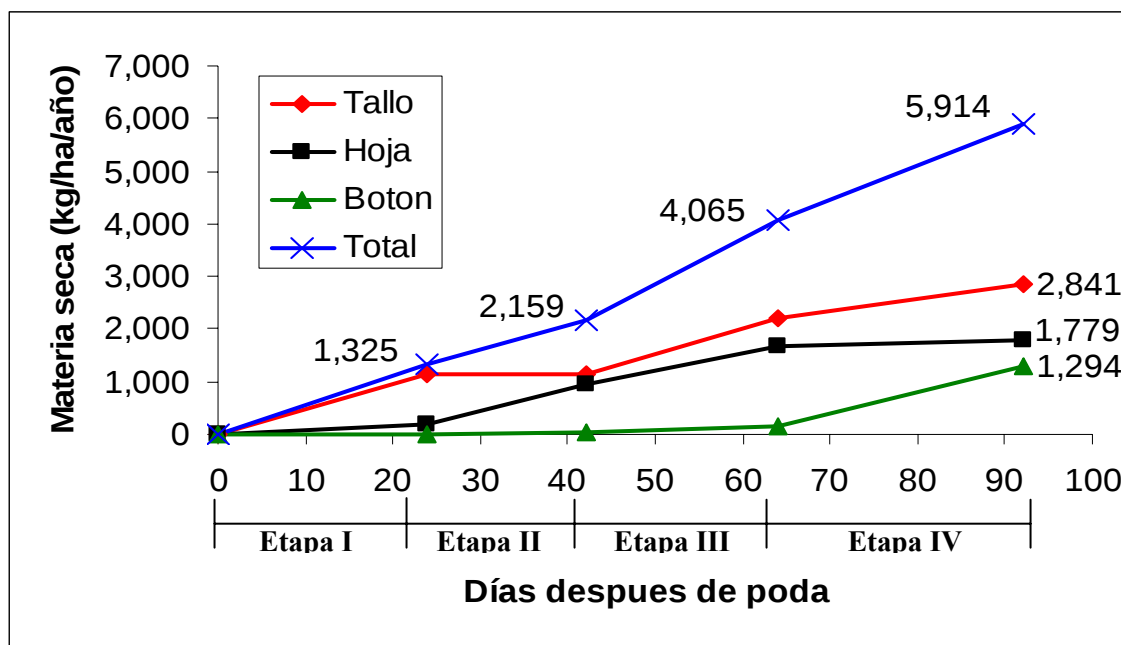


Figura 4. Curvas de producción de materia seca por órgano y etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

PRODUCCIÓN DE BIOMASA

El desecho constituye el 52% del total de materia seca producida por el cultivo al año por lo que es importante tomarlo en cuenta al momento de calcular el consumo total de nutrientes al año (Cuadro 10).

Cuadro 10. Materia seca y fresca obtenida en la producción anual de una hectárea del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Destino de producción	kg/ha		%
	Materia seca	Materia fresca	
Exportación	5,914	30,122	48
Desecho	6,320	32,192	52
Total	12,233	62,314	

CONSUMO DE NUTRIENTES

El N fue el macronutriente más absorbido por la planta seguido por el K, y el Mn fue el micronutriente más absorbido por la planta seguido por el Fe (Cuadro 11).

Cuadro 11. Consumo de nutrientes por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Etapa	DDP [£]	kg/ha/año						g/ha/año				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
I	26	30	4	23	11	3	1.0	17	151	293	82	120
II	42	20	2	2	2	38	0.3	9	0	386	74	41
III	64	42	4	25	20	34	0.9	21	99	534	127	138
IV	92	5	2	0	5	0	1.5	0	150	0	0	65
Total producción		98	12	50	38	75	4	47	400	1,213	283	364
Total desecho		179	18	82	35	11	5	52	616	1,337	356	384
Total absorbido		277	30	132	74	85	9	99	1,016	2,551	639	748

[£]: Días después de poda.

En general la eficiencia en la absorción de nutrientes es baja con excepción del Mg y el Zn que presentan rangos aceptables (Cuadro 12). La eficiencia del Fe y el B no pudo ser calculada debido a que estos nutrientes no son aplicados con el sistema de fertirriego (Cuadro 12).

Cuadro 12. Eficiencia en la absorción de nutrientes del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Elemento	kg/ha/año		% Eficiencia
	Fertilización	Absorbido	
N	935	277	30
P	162	30	19
K	1,193	132	11
Mg	102	74	72
Ca	344	85	25
S	228	9	4
Zn (g)^B	828	639	77
Mn (g)	8,281	2,551	31
Cu (g)	1,147	99	9

^B: Microelementos cuantificados en g/ha/año

CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Nitrógeno, fósforo y potasio

Los tres elementos tienen una absorción progresiva en el tejido de los cuales N y P tienen su máxima absorción a los 92 DDP (etapa IV) mientras que el K llega a su mayor absorción a los 64 DDP (Etapa III) (Figura 5).

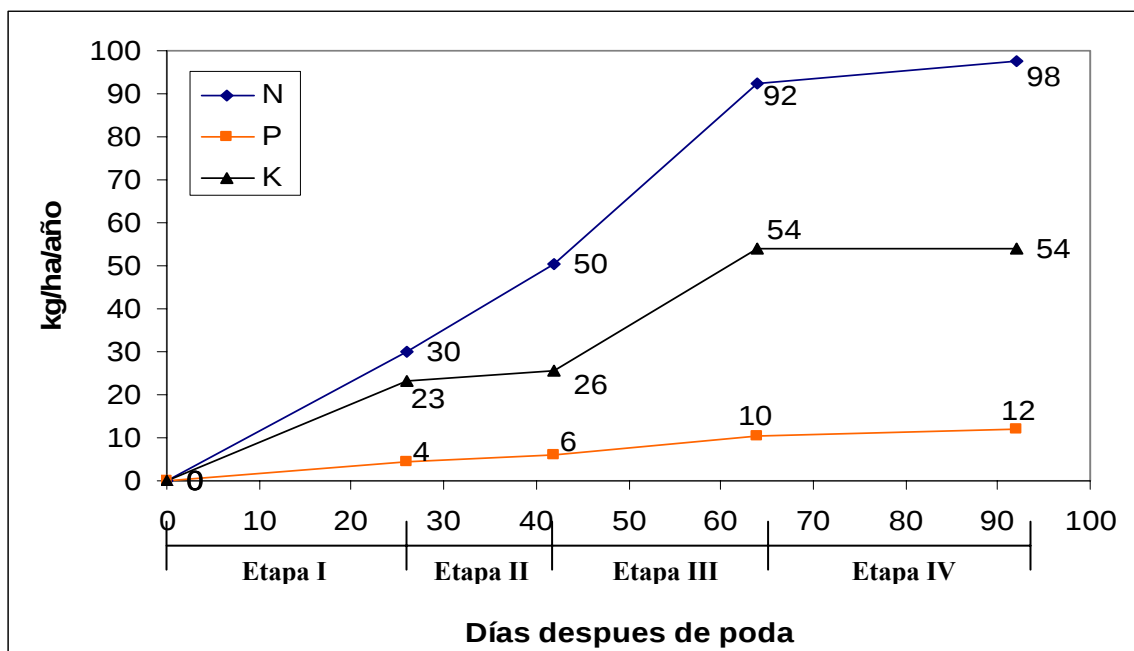


Figura 5. Curva de absorción acumulada de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.

El N y el P se absorbieron en mayor cantidad en la etapa III mientras que el K presenta mayor absorción en la etapa I (Cuadro 13).

Cuadro 13. Cantidad y porcentaje de nitrógeno N, P y K absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Etapa	DDP [£]	N			P			K		
		kg/ha/año	kg/ha/día	P.A. ^{&}	kg/ha/año	kg/ha/día	P.A	kg/ha/año	kg/ha/día	P.A
I	26	30	1.16	31	4	0.16	36	22	0.83	40
II	42	20	1.26	21	2	0.10	13	8	0.49	15
III	64	42	1.92	43	4	0.20	36	16	0.72	29
IV	92	5	0.18	5	2	0.07	15	9	0.32	16
Total		98			12			54		

[£]: Días después de poda. [&]: Porcentaje absorbido.

La absorción de P y K se ajusta a un modelo lineal y la de N al cuadrático (R^2 entre 82 y 95%; P entre 0.001 y 0.033) (Cuadro 14).

Cuadro 14. Parámetros estadísticos de la correlación simple (MINITAB®) obtenida para N, P y K del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Nutriente	R^2 (%)	Probabilidad	Modelo	Ecuación
N	88.6	0.033	Cuadrático	$N = -42.433 + (3.095 \times DDP^{\ddagger}) - (0.016 \times DDP^2)$
P	91.5	0.001	Lineal	$P = 1.024 + (0.127 \times DDP)$
K	82.1	0.001	Lineal	$K = 10.085 + (0.495 \times DDP)$

R^2 : Ajuste. $\ddagger$: Días después de poda.

Calcio y azufre

Los dos elementos tienen una acumulación progresiva en el tejido y tienen su máxima absorción a los 92 DDP (Etapa IV) (Figura 6).

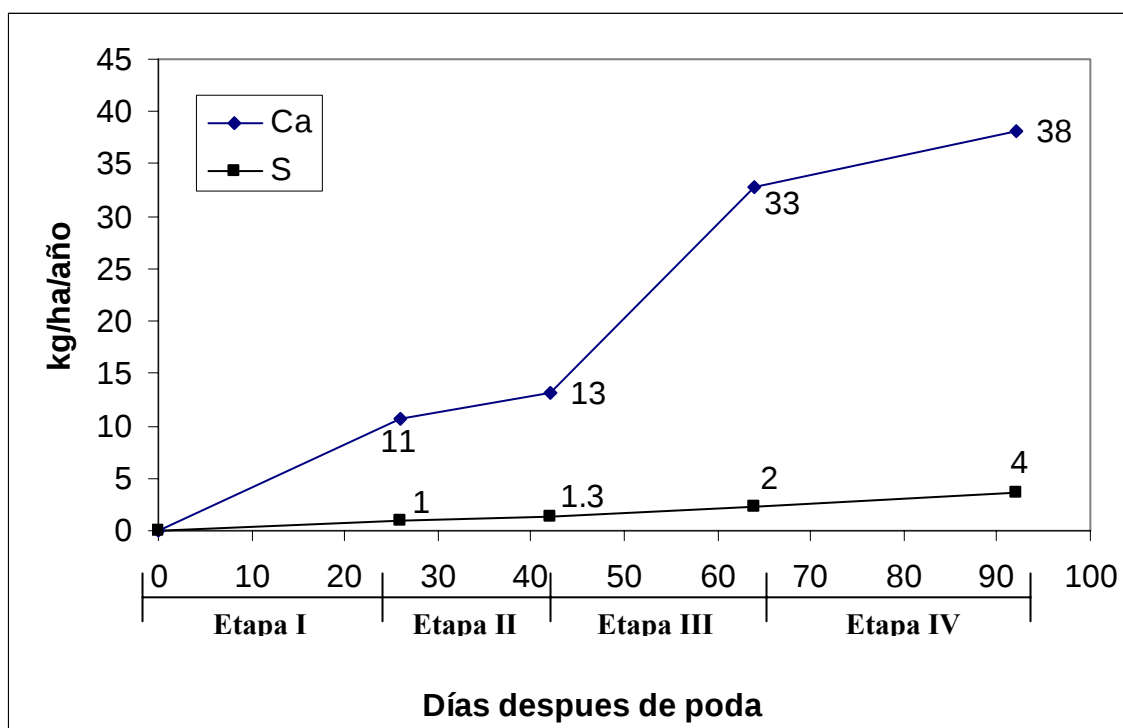


Figura 6. Curva de absorción acumulada de calcio (Ca) y azufre (S) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.

El calcio presenta mayor absorción en la etapa III mientras que el azufre absorbe mayor cantidad de nutriente en la etapa IV (Cuadro 15).

Cuadro 15. Cantidad y porcentaje de Ca y S absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Etapa	DDP [£]	Ca			S		
		kg/ha/año	kg/ha/día	P.A. ^{&}	kg/ha/año	kg/ha/día	P.A
I	26	11	0.41	28	1.0	0.04	28
II	42	2	0.15	6	0.3	0.02	8
III	64	20	0.89	51	0.9	0.04	24
IV	92	5	0.19	14	1.5	0.05	40
Total	38				4		

£: Días después de poda. &: Porcentaje absorbido.

La absorción de Ca y S se ajusta a un modelo lineal (R^2 entre 82 y 88.5%; $P < 0.05$) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Parámetros estadísticos de la correlación simple (MINITAB[®]) obtenida de Ca y S del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Nutriente	R^2 (%)	Probabilidad	Modelo	Ecuación
Ca	82.0	0.001	Lineal	$Ca = -2.545 + (0.473 \times DDP^£)$
S	88.5	0.001	Lineal	$S = -0.197 + (0.04 \times DDP)$

R^2 : Ajuste. £: Días después de poda

Magnesio

El magnesio tiene una acumulación progresiva en el tejido presentado su máxima absorción a los 64 DDP (Etapa III) cuando deja de absorber durante la etapa IV (Figura 7).

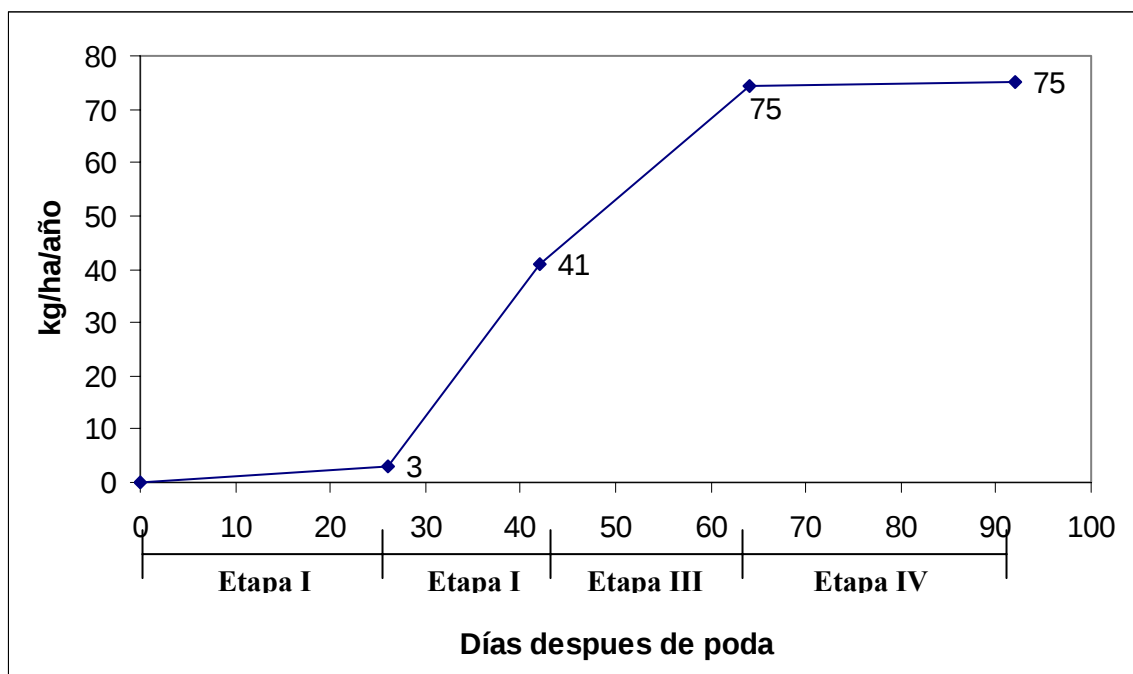


Figura 7. Curva de absorción acumulada de Magnesio (Mg) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.

El Mg es absorbido en mayor cantidad durante la etapa II (Cuadro 17) y se ajusta a un modelo cúbico ($R^2 = 99.7\%$; $P < 0.001$) (Cuadro 18).

Cuadro 17. Cantidad y porcentaje de Mg absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Etapa	DDP[‡]	kg/ha/año	kg/ha/día	P.A.^{&}
I	26	3	0.11	4
II	42	38	2.38	51
III	74	34	1.52	45
IV	92	0	0	0
Total		75		

[‡]: Días después de poda. [&]: Porcentaje absorbido.

Cuadro 18. Parámetros estadísticos de la correlación simple (MINITAB[®]) obtenida de Mg del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Nutriente	R² (%)	Probabilidad	Modelo	Ecuación
Mg	99.7	0.001	Cúbico	$Mg = -25.385 - (0.631 \times DDP) + (0.087 \times DDP^2) - (0.0008 \times DDP^3)$

R²: Ajuste. [‡]: Días después de poda.

Cobre y hierro

Los dos elementos tienen una acumulación progresiva en el tejido de los cuales el Fe tiene su máxima de absorción a los 92 DDP (Etapa IV) mientras que el Cu lo tiene a los 64 DDP (Etapa III) (Figura 8).

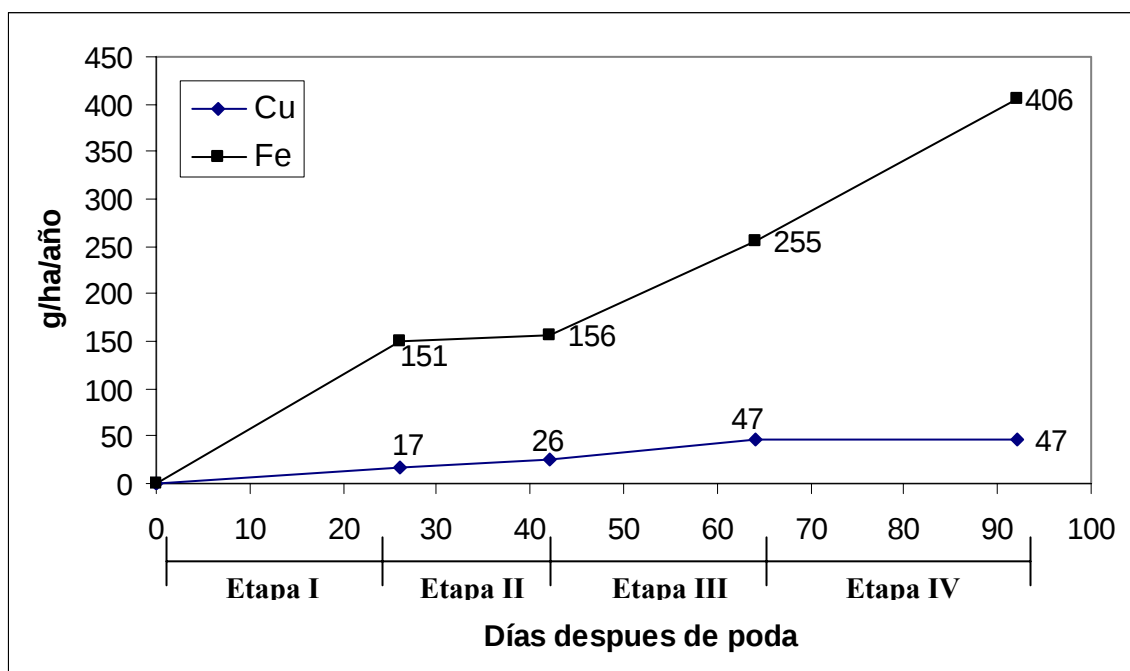


Figura 8. Curva de absorción acumulada de cobre (Cu) y hierro (Fe) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.

El Cu presenta mayor absorción en la etapa III mientras que el Fe absorbe mayor cantidad durante la etapa I (Cuadro 19).

Cuadro 19. Cantidad y porcentaje de Cu y Fe absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Etapa	DDP [‡]	Cu			Fe		
		g/ha/año	g/ha/día	P.A. ^{&}	g/ha/año	g/ha/día	P.A.
I	26	17	0.67	37	151	5.79	37
II	42	9	0.54	19	6	0.36	1
III	64	21	0.95	44	99	4.51	24
IV	92	0	0	0	150	5.37	37
Total		47			406		

[‡]: Días después de poda. [&]: Porcentaje absorbido.

La absorción de Cu se ajusta a un modelo lineal y la de Fe a uno cuadrático (R^2 entre 64.6 y 85%; P entre 0.004 y 0.049) (Cuadro 20).

Cuadro 20. Parámetros estadísticos de la correlación simple (MINITAB[®]) obtenida de Cu y Fe del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Nutriente	R^2 (%)	Probabilidad	Modelo	Ecuación
Cu	64.6	0.004	Lineal	$Cu = 6.971 + (0.489 \times DDP)$
Fe	85	0.049	Cuadrático	$Fe = 156.840 - (1.739 \times DDP) + (0.049 \times DDP^2)$

R^2 : Ajuste. t : Días después de poda.

Manganeso, zinc y boro

Los tres elementos tienen una acumulación progresiva en el tejido de los cuales el Mn y el Zn tienen su máxima de absorción a los 64 DDP (Etapa III) mientras que el B lo tiene a los 92 DDP (Etapa IV) (Figura 9).

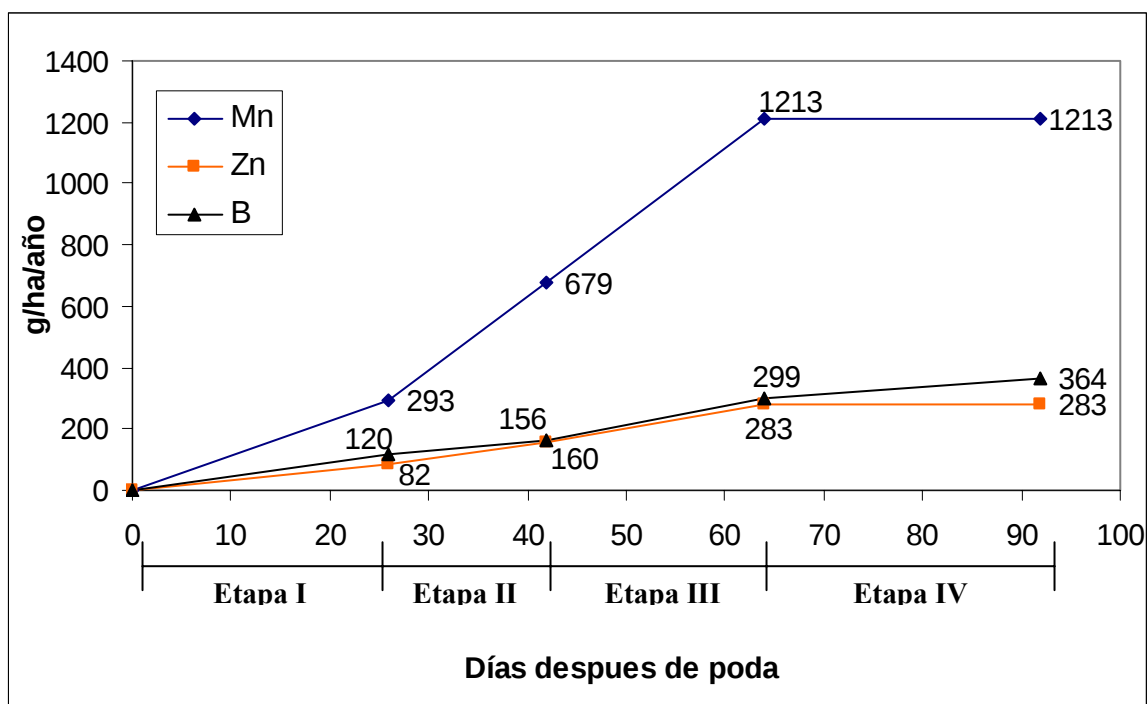


Figura 9. Curva de absorción acumulada de manganeso (Mn), zinc (Zn) y boro (B) para el cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga Cotopaxi, Ecuador. 2007.

El manganeso, el zinc y el boro presentan mayor absorción en la etapa III (Cuadro 21).

Cuadro 21. Cantidad y porcentaje de Mn, Zn y B absorbido por etapa del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007.

Etapa	DDC [£]	Mn			Zn			B		
		g/ha/año	g/ha/día	P.A. ^{&}	g/ha/año	g/ha/día	P.A.	g/ha/año	g/ha/día	P.A.
I	26	293	11.28	24	82	3.17	29	120	4.61	33
II	42	386	24.12	32	74	4.60	26	41	2.53	11
III	74	534	24.28	44	127	5.77	45	138	6.29	38
IV	92	0	0	0	0	0	0	65	2.33	18
Total		1213			283			364		

[£]: Días después de corte. [&]: Porcentaje absorbido.

La absorción de Mn y Zn se ajusta a un modelo cuadrático y la de B a uno lineal (R^2 entre 68.5 y 95.4%; P entre 0.001 y 0.043) (Cuadro 22).

Cuadro 22. Parámetros estadísticos de la correlación simple (MINITAB[®]) obtenida de Mn, Zn y B del cultivo de rosa variedad Rockefeller en la empresa Agroganadera Espinosa Chiriboga en Cotopaxi, Ecuador. 2007

Nutriente	R^2 (%)	Probabilidad	Modelo	Ecuación
Mn	68.5	0.001	Cuadrático	$Mn = -918.029 + (54.115 \times DDP) - (0.339 \times DDP^2)$
Zn	84.8	0.043	Cuadrático	$Zn = -1806.97 + (116.169 \times DDP) - (0.726 \times DDP^2)$
B	95.4	0.001	Lineal	$B = 12.384 + (4.014 \times DDP)$

R^2 : Ajuste. ^t: Días después de poda.

CONCLUSIONES

- El cultivo absorbió: N = 277; P = 30; K = 132; Ca = 74; Mg = 85; S = 9 (kg/ha/año) y Cu = 99; Fe = 1,016; Mn = 2,551; Zn = 639; B = 748 (g/ha/año).
- La absorción de nutrientes fue diferencial ya que N, P, Ca, S, Fe y B se absorben progresivamente hasta el día de corte, 92 días después de corte (DDP) mientras que K, Mg, Ca, Mn y Zn se absorben hasta el segundo tercio del ciclo productivo (64 DDP)
- La tasa diaria de absorción es variable debido a que el K y Fe fueron absorbidos en mayor cantidad por la planta durante la formación de un nuevo brote (0 a 26 DDP). El Mg desde que aparece y se forma el botón (24 a 43 DDP). N, P, Ca, Mn, Cu, Zn y B en el periodo de desarrollo del botón (44 a 64 DDP) y el S al final del ciclo productivo (65 a 92 DDP)
- Es evidente la acumulación de sales en el suelo al obtener conductividades eléctricas arriba del rango óptimo en los análisis de suelo.

RECOMENDACIONES

- Según la matriz de biodisponibilidad y la eficiencia de absorción de nutrientes evaluar y aplicar en kg/ha/año: N = 600; P = 100; K = 400; Ca = 200; Mg = 110; S = 100 y en g/ha/año: Cu = 200; Fe = 500; Mn = 2,000; Zn = 770; B = 750.
- Compensar la materia orgánica para establecer un porcentaje mayor de 2% en el suelo.
- Se recomienda realizar lavados frecuentes del suelo fuera del plan normal de fertirriego para reducir la CE.
- Verificar la disminución del Mg durante la última etapa del cultivo (65 a 92 DDP) ya que es poco probable que eso suceda en el campo.

BIBLIOGRAFÍA

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. San José, Costa Rica. 307 p.

Florastream, EC. 2000. La industria floricultora ecuatoriana: Los productores comentan sobre el mal año y esperan expandirse en el 2000 (en línea). Consultado 17 sep. 2006. Disponible en http://www.florastream.com/html/eecuadorian_flower_industry_20.html

Gauggel, C y Ramirez , A. 1997. Determinación de la extracción de nutrientes en Rosa sp. en la Sabana de Bogota en las fincas clientes de la BASF. Trabajo realizado para SQM. Colombia. 120 p.

Matallana, A; Montero J. 2001. Invernaderos, diseño, construcción y climatización. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. 209 p.

Prado, Y. 2002. Acumulación de nutrientes en tres variedades de rosas en tres etapas de crecimiento, Latacunga, Cotopaxi. Tesis Ing. Agn. Ecuador, UCE. 114 p.