

ACUMULACION DE NUTRIENTES EN GYPSOPHILA (*Gypsophila paniculata*) VAR. PERFECTA, CON FINES DE FERTIRRIGACION

Edy Espinosa y Marcelo Calvache¹

¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas

INTRODUCCION

En la actualidad, son muchas las plantaciones que fertilizan sin conocer la cantidad exacta de nutrientes que son requeridos por el cultivo, esto implica la incorporación excesiva de fertilizantes al suelo con su posterior salinización y contaminación de las aguas subterráneas y del ambiente. Del presente estudio, se pretende conocer la acumulación de los diferentes nutrientes en la Gypsophila, para luego del análisis de los resultados, determinar las curvas de absorción de dichos nutrientes según las épocas de desarrollo. De esta manera se obtendrá una mayor eficiencia en el uso y aplicación de fertilizantes. A través de las curvas de absorción se determina la cantidad total de nutrimentos asimilados y las épocas de aplicación más idóneas para el cultivo, por ello son una herramienta indispensable para definir los programas de fertilización, lo cual determinará un aprovechamiento máximo de los fertilizantes. La presente investigación se planteó los siguientes objetivos: Determinar las cantidades totales de nutrientes extraídas por el cultivo de gypsophila (*Gypsophila paniculata* var. *Perfecta*), Atahualpa-Pichincha. Establecer las curvas de extracción de nutrientes; y, determinar la velocidad de acumulación de macro y micro nutrientes, para establecer épocas y cantidades de fertirrigación.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la florícola PIGANFLOR ubicada en: Atahualpa, Quito, Pichincha. Las condiciones ambientales son: temperatura máxima: 28.0°C, temperatura mínima: 12.0°C, humedad relativa: 63% y una precipitación promedio anual: 1200 mm. En un suelo de textura arcillo arenosa, con un pH de 6,8.

Los análisis foliares y de suelo se efectuaron en el Laboratorio de Comisión de Energía Atómica, sede Quito. El análisis inicial del suelo reflejó los siguientes resultados:

Microgramos por mililitro de suelo (ug/ml) (ppm)						meq / 100 ml suelo		
N-	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	Ca	Mg
Nitratos								
23.2	77.02	8	7	177	4	0.96	17.63	1.04

En la investigación, se utilizaron plantas de la variedad Perfecta de 12 meses de edad, con tres cosechas anteriores.

El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos correspondieron a las épocas de muestreo de la forma siguiente:

e1 = 20 días después de la poda, e2 = 40 días después de la poda, e3 = 60 días después de la poda, e4 = 80 días después de la poda, e5 = 100 días después de la poda.

Para la fertirrigación se consideró un consumo de 1000 litros de agua por semana en una cama de 30m²; esto es una lámina de agua de: 4.76 mm / día.

Los días lunes, miércoles, viernes y domingo se aplicó agua sola; en tanto que los días martes, jueves y sábado en el agua se incluyeron los fertilizantes. Para la fertirrigación se emplearon tres tipos de dosificación según la edad de la planta:

El resto de labores culturales y fitosanitarias fueron las que se aplican regularmente en la finca.

ELEMENTO ppm	Semana 2da-4ta	Semana 5ta-7ma	Semana 8va-10ma
N	150	200	100
P	00	00	00
K	150	200	100
Ca	70	70	70
Mg	10	10	10

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MATERIA SECA

En el gráfico 1, se observa que la acumulación de materia seca en las épocas 1 y 2 (20 y 40 días) es mínima mientras que en época 3 (60 días) aumenta considerablemente y la mayor acumulación se presenta en las épocas 4 y 5 (80 y 100 días). Cabe señalar que la acumulación de materia seca en la época 1 es del 100% en las hojas, pues no se presentó diferenciación de los tallos al momento del muestreo y por lo cual no se realizaron los análisis de laboratorio para tallos. El incremento de materia seca se debe al rápido crecimiento de las hojas y tallos.

A los 100 días el cultivo alcanzó el mayor peso en materia seca (80.34g/pl), mientras que a los 20 días se observó el menor peso de materia seca (5.05g/pl). En cuanto a la acumulación según órganos, a los 100 días (e5), el tallo acumuló mayor cantidad de materia seca (43.98 g/pl), luego las hojas (31.65 g/pl) y una mínima cantidad en las flores (4.71 g/pl).

Del gráfico 2, se desprende que de los 0 –20 días la velocidad de acumulación es mínima (0.25 g/pl/día), continua incrementando hasta llegar a su máximo a los 60-80 días (2.0 g/pl/día), etapa de mayor crecimiento de hojas y tallos. Posteriormente disminuye a 0.36 g/pl/día, lo que coincide con el período de formación de los ramilletes florales pero con un mínimo crecimiento de hojas y tallo.

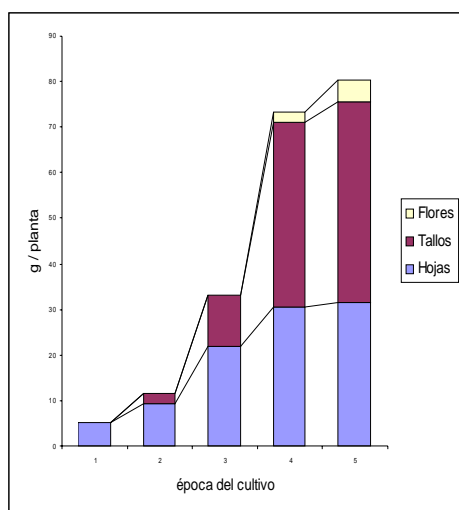


Gráfico 1. Acumulación de materia seca

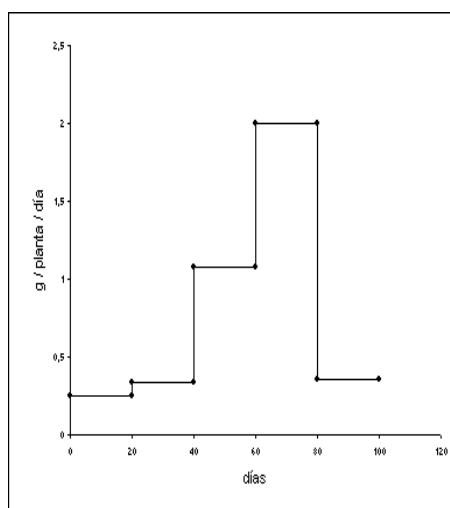


Gráfico 2. Velocidad de acumulación de materia seca.

NITROGENO

En el gráfico 3, se observa que la acumulación del N va incrementándose con el transcurso de los días, así la mayor acumulación se presenta en la época 5 (100 días), mientras que en la época 1 (20 días), la acumulación es mínima. La mayor acumulación de N se presenta en las hojas y en todas las épocas, seguido de los tallos y al final las flores.

En cuanto a la acumulación según órganos, a los 100 días (e5), las hojas acumularon mayor cantidad de nitrógeno (1167.08 mg/pl), luego los tallos (894.26 mg/pl) y por último las flores (185.41 mg/pl).

Del gráfico 4, se desprende que la menor velocidad de acumulación de nitrógeno se presenta entre los 0-20 días (10.81 mg/pl/día), mientras que la mayor velocidad de acumulación de nitrógeno se presenta

entre los 80-100 días (29.29 mg/pl/día). Esta velocidad de absorción indicaría la demanda diaria de nitrógeno, observándose que la planta de *Gypsophila* requiere de fertilización nitrogenada hasta los 100 días después de la poda.

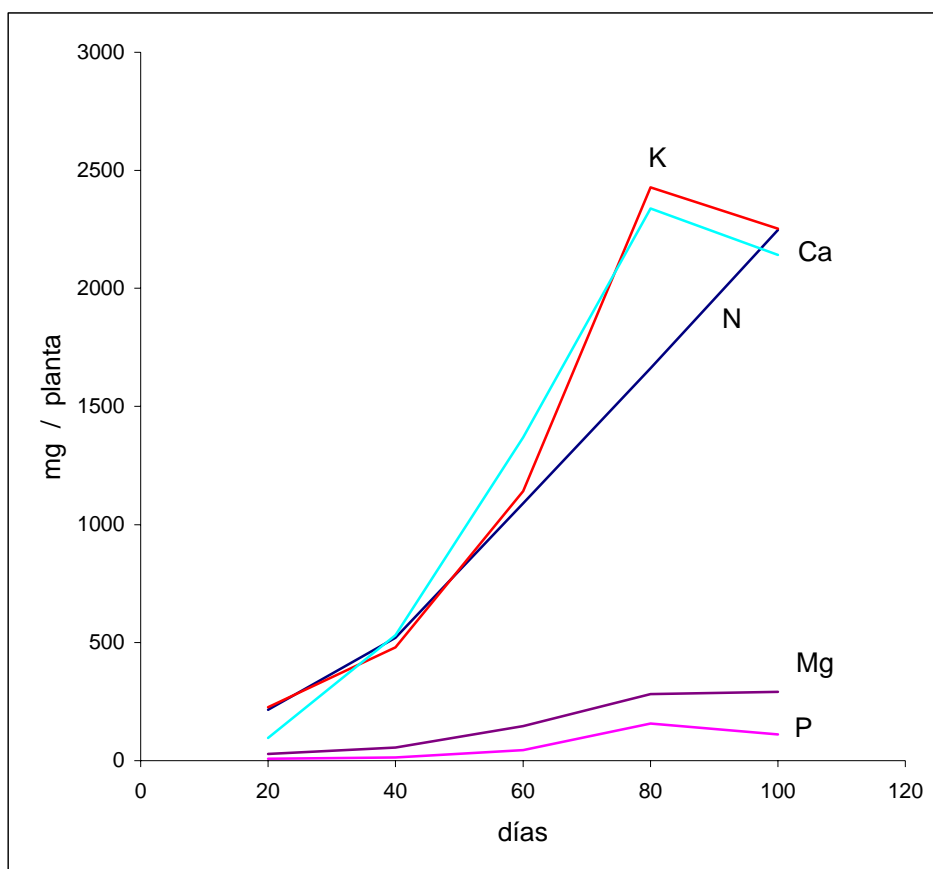


Gráfico 3. Acumulación de macronutrientes en *Gypsophila paniculata var. perfecta*

FOSFORO

En el gráfico 3, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 4 (80 días), para luego decrecer en la época 5 (100 días).

En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 100 días (e5), se tiene que la mayor acumulación se presentó en los tallos (56.94 mg/pl), luego en las hojas (47.26 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (6.95 mg/pl).

Del gráfico 5, se desprende que la menor velocidad de acumulación de fósforo se presentó entre los 20-40 días (0.28 mg/pl/día), mientras que la mayor velocidad de acumulación de fósforo se presentó entre los 60-80 días (5.65 mg/pl/día), y existió una salida (translocación radical o exudados) del elemento entre los 80-100 días (-2.32 mg/pl/día).

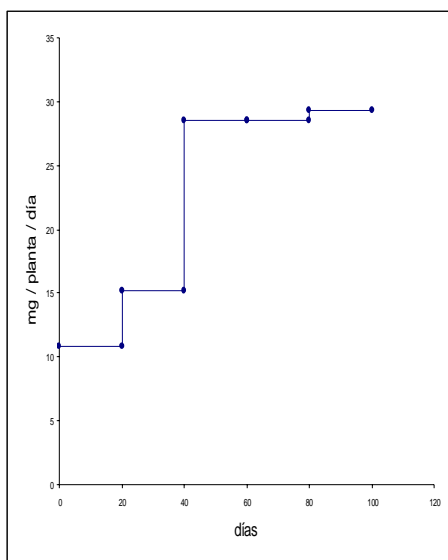


Gráfico 4. Velocidad de absorción de N

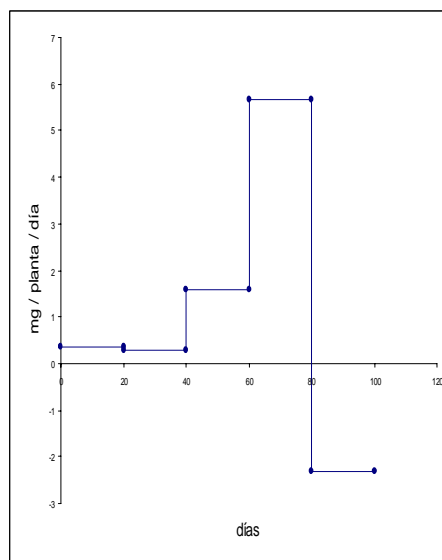


Gráfico 5. Velocidad de absorción de P

POTASIO

En el gráfico 3, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 4 (80 días), para luego decrecer en la época 5 (100 días).

En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 80 días (e4), se tiene que la mayor acumulación se presentó en los tallos (1504.72 mg/pl), luego en las hojas (890.18 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (32.76 mg/pl), esto indica una gran translocación de potasio desde las hojas hacia el tallo.

Del gráfico 6, se desprende que la menor velocidad de acumulación de potasio se presentó entre los 0-20 días (11.335 mg/pl/día), mientras que la mayor velocidad de acumulación de potasio se presentó entre los 60-80 días (64.31 mg/pl/día), y una salida (translocación radical o exudados) del elemento entre los 80-100 días.

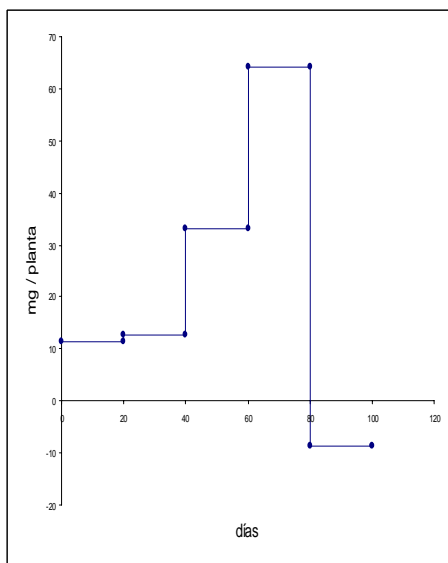


Gráfico 6. Velocidad de absorción de K

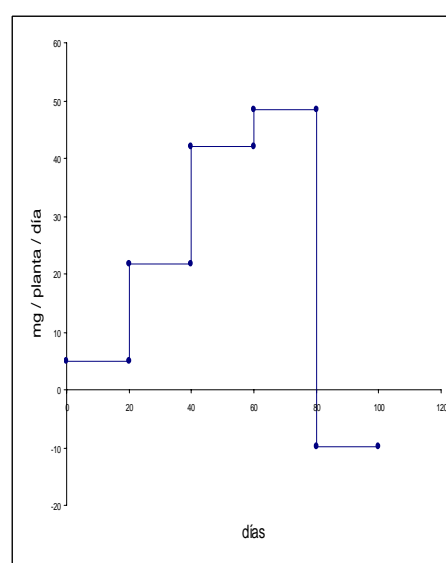


Gráfico 7 Velocidad de absorción de Ca

CALCIO

En el gráfico 3, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 4 (80 días), para luego decrecer en la época 5 (100 días). En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 80 días (e4), se tiene que la mayor acumulación se presentó en las hojas (1744.45 mg/pl), luego en los tallos (500.61 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (93.60 mg/pl).

Del gráfico 7, se desprende que la menor velocidad de acumulación de calcio se presentó entre los 0-20 días (4.85 mg/pl/día), mientras que la mayor velocidad de acumulación de calcio se presentó entre los 60-80 días (48.47 mg/pl/día), y una salida (translocación radical o exudados) del elemento entre los 80-100 días.

MAGNESIO

En el gráfico 3, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 5 (100 días).

En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 100 días (e5), se tiene que la mayor acumulación se presentó en las hojas (192.24 mg/pl), luego en los tallos (82.14 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (16.63 mg/pl).

Del gráfico 8, se desprende que la velocidad de acumulación de magnesio entre los 0-40 días es de 1.39 mg/pl/día, se incrementa hasta alcanzar la mayor velocidad de acumulación entre los 60-80 días (64.31 mg/pl/día), para luego bajar en los 80-100 días (0.47 mg/pl/día). Esto indica que la fertilización con magnesio debe ser más intensa entre los 40 y 80 días después de la poda. Resultados parecidos fueron encontrados por Medina y Leonardy (21)

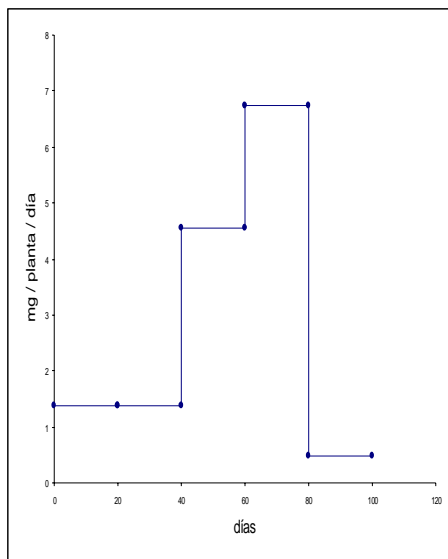


Gráfico 8. Velocidad de absorción de Mn

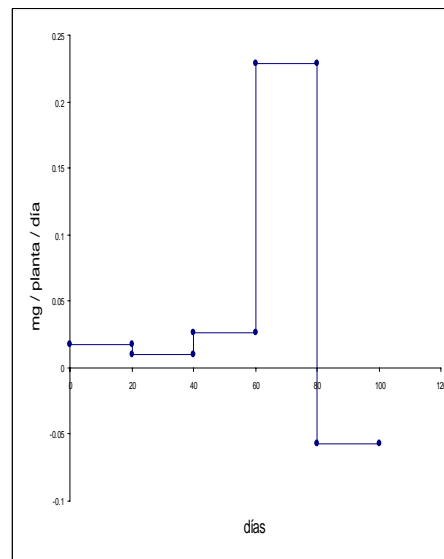


Gráfico 9. Velocidad de absorción de Zn

ZINC

En el gráfico 10, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 4 (80 días).

En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 80 días (e4), se tiene que la mayor acumulación se presentó en las hojas (3.94 mg/pl), luego en los tallos (1.52 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (0.20 mg/pl).

Del gráfico 9, se desprende que la menor velocidad de acumulación de zinc se presentó entre los 20-40 días (0.01 mg/pl/día), se incrementa hasta alcanzar la mayor velocidad de acumulación entre los 60-80 días (0.23 mg/pl/día) y entre los 80-100 días se presentó una salida del elemento (translocación radicular o exudados), lo que indica que no es necesario aplicar Zn en el fertirriego a partir de los 80 días.

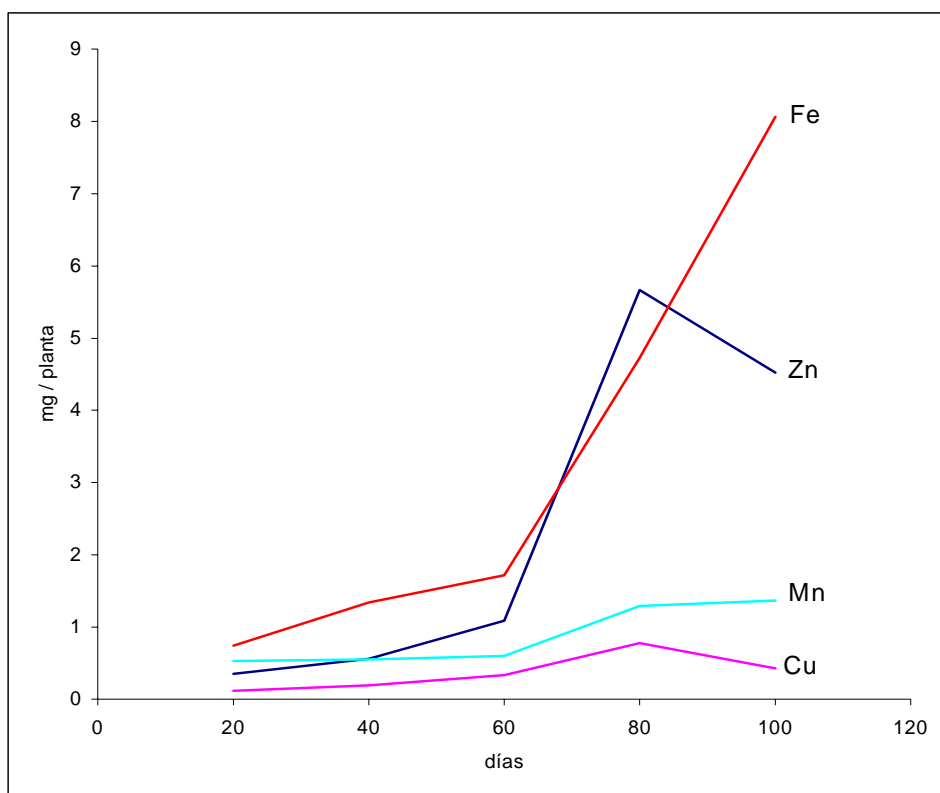


Gráfico 10. Acumulación de micronutrientes en *Gypsophila paniculata* var. *perfecta*

COBRE

En el gráfico 10, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 4 (80 días).

En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 80 días (e4), se tiene que la mayor acumulación se presentó en los tallos (0.40 mg/pl), luego en las hojas (0.35 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (0.03 mg/pl).

Del gráfico 11, se desprende que la menor velocidad de acumulación de cobre se presentó entre los 20-40 días (0.004 mg/pl/día), se incrementa hasta alcanzar la mayor velocidad de acumulación entre los 60-80 días (0.02mg/pl/día) y entre los 80-100 días se presentó una salida del elemento(translocación radicular o exudados), lo que indicaría que a partir de los 80 días luego de la poda, no se debe aplicar cobre en la fertirrigación.

HIERRO

En el gráfico 10, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 5 (100 días).

En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 100 días (e5), se tiene que la mayor acumulación se presentó en las hojas (4.67 mg/pl), luego en los tallos (2.78 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (0.61 mg/pl).

Del gráfico 12, se desprende que la menor velocidad de acumulación de hierro se presentó entre los 40-60 días (0.02 mg/pl/día), se incrementa hasta alcanzar la mayor velocidad de acumulación entre los 80-100 días (0.17 mg/pl/día). Esto indica que el hierro es indispensable en el proceso de formación de flores y en el transporte de electrolitos.

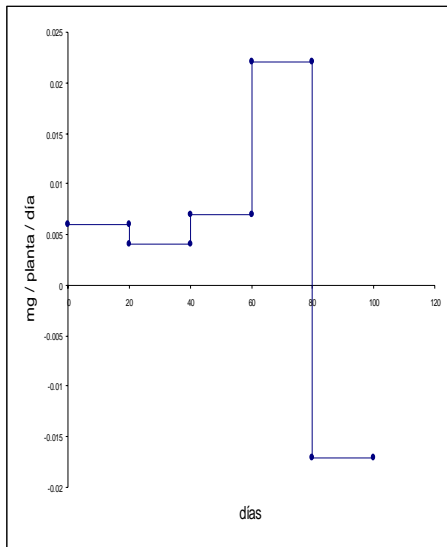


Gráfico 11. Velocidad de absorción de Cu

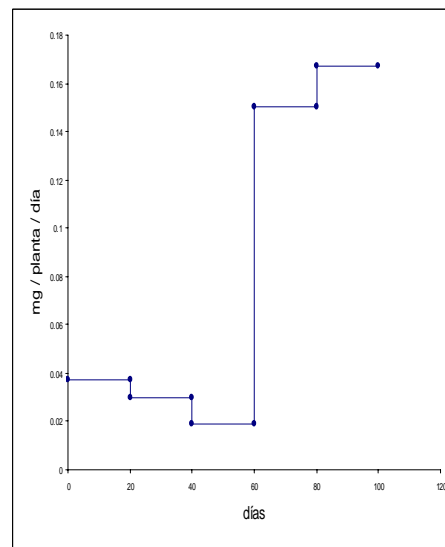


Gráfico 12. Velocidad de absorción de Fe

MANGANESO

En el gráfico 10, se observa que la menor acumulación se presentó en la época 1 (20 días), mientras que la mayor acumulación se la observó en la época 5 (100 días).

En cuanto a la acumulación por los diferentes órganos, a los 100 días (e5), se tiene que la mayor acumulación se presentó en las hojas (0.91 mg/pl), luego en los tallos (0.33 mg/pl) y la menor cantidad acumulada se observó en las flores (0.13 mg/pl).

Del gráfico 13, se desprende que la menor velocidad de acumulación de manganeso se presentó entre los 20-40 días (0.001 mg/pl/día), se incrementa hasta alcanzar la mayor velocidad de acumulación entre los 60-80 días (0.17 mg/pl/día), etapa en la que se da un gran desarrollo vegetativo e inicia la formación de las flores de gypsophila.

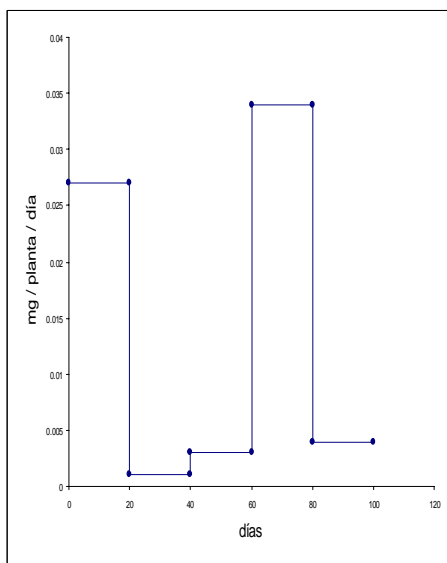


Gráfico 13. Velocidad de absorción de Mn

Cuadro 1: Modelos Matemáticos de los Elementos

$$\begin{aligned}
 MS &: \hat{y} = -0.0026x^3 + 0.57x^2 - 10.672x + 218.4 \\
 N &: \hat{y} = -0.0195x^3 + 3.4641x^2 - 148.87x + 2007.1 \\
 P &: \hat{y} = -0.0164x^3 + 2.7419x^2 - 100.66x + 1158.8 \\
 K &: \hat{y} = -0.0005x^3 + 0.0928x^2 - 4.0442x + 53.544 \\
 Ca &: \hat{y} = -0.0019x^3 + 0.3438x^2 - 16.004x + 209.74 \\
 Mg &: \hat{y} = -0.002x^3 + 0.3552x^2 - 14.952x + 202.7 \\
 Zn &: \hat{y} = -0.0164x^3 + 2.7419x^2 - 100.66x + 1158.8 \\
 Cu &: \hat{y} = -6E^{-05}x^3 + 0.0116x^2 - 0.5556x + 7.535 \\
 Fe &: \hat{y} = -9E^{-06}x^3 + 0.0015x^2 - 0.0672x + 0.9436 \\
 Mn &: \hat{y} = -0.0195x^3 + 3.4641x^2 - 148.87x + 2007.1
 \end{aligned}$$

CONCLUSIONES

La secuencia de absorción de los diferentes elementos nutritivos por parte de la *Gypsophila paniculata* var. *perfecta*. fue la siguiente:

$$K > Ca > N > Mg > P > Fe > Zn > Mn > Cu$$

La acumulación máxima de cada uno de los nutrientes en gypsophila fue la siguiente:

Elemento	Miligramos / planta	%
K	2427.66	32.67
Ca	2338.66	31.47
N	2246.75	30.23
Mg	291.01	3.92
P	111.15	1.50
Fe	8.06	0.11
Zn	5.66	0.08
Mn	1.37	0.02
Cu	0.78	0.01

La demanda diaria de nutrientes o velocidad de acumulación diaria en las cinco épocas del cultivo se presenta de la siguiente manera:

Macro nutrientes

Días	N (mg/pl/día)	P (mg/pl/día)	K (mg/pl/día)	Ca (mg/pl/día)	Mg (mg/pl/día)
0-20	10.81	0.38	11.34	4.85	1.39
20-40	15.22	0.28	12.67	21.73	1.39
40-60	28.52	1.58	33.07	41.89	4.55
60-80	28.50	5.65	64.31	48.47	6.75
80-100	29.29				0.46

Micro nutrientes

Días	Zn (mg/pl/día)	Cu (mg/pl/día)	Fe (mg/pl/día)	Mn (mg/pl/día)
0-20	0.02	0.01	0.04	0.03
20-40	0.01	0.004	0.03	0.001
40-60	0.03	0.01	0.02	0.003
60-80	0.23	0.02	0.15	0.03
80-100			0.17	0.004

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para el fertirriego están calculadas para una población de 30 000 plantas de *Gypsophila paniculata* var. *perfecta* por hectárea. Tomando en consideración el tipo de suelo, clima y manejo de PIGANFLOR, en Atahualpa-Pichincha.

Fertirrigar de 0 a los 20 días después de la poda de acuerdo a la demanda de nutrientes:

N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
gramos/ ha / día								
324.18	11.25	340.05	145.44	41.76	0.54	0.18	1.11	0.81

Fertirrigar de 21 a los 40 días después de la poda de acuerdo a la demanda de nutrientes:

N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
gramos/ ha / día								
456.45	8.25	380.07	651.84	41.76	0.3	0.12	0.9	0.03

Fertirrigar de 41 a los 60 días después de la poda de acuerdo a la demanda de nutrientes:

N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
gramos/ ha / día								
855.63	47.28	992.13	1256.61	136.35	0.78	0.21	0.57	0.09

Fertirrigar de 61 a los 80 días después de la poda de acuerdo a la demanda de nutrientes:

N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
gramos/ ha / día								
855.12	169.59	1929.27	1454.1	202.59	0.87	0.66	4.5	1.02

Fertirrigar de 81 a los 100 días después de la poda de acuerdo a la demanda de nutrientes:

N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
gramos/ ha / día								
878.73	----	----	----	14.07	----	----	5.01	0.12

RESUMEN

En la finca PIGANFLOR, Atahualpa-Pichincha, a 1950m.s.n.m., se realizó un estudio para evaluar la absorción de nutrientes en gypsophila var. perfecta, con tres cosechas anteriores. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizaron muestreos a intervalos de 20 días luego de la poda para su análisis químico respectivo. Con los resultados obtenidos se realizaron gráficos de acumulación y velocidad de absorción así mismo se establecieron modelos matemáticos para cada uno de los elementos. Se encontraron diferencias estadísticas entre las épocas de muestreo. La acumulación máxima de cada uno de los nutrientes estudiados fue la siguiente: 2246.75 mg/pl de nitrógeno, 111.15 mg/pl de fósforo, 2427.66 mg/pl de potasio, 2338.66 mg/pl de calcio. La mayor velocidad de absorción para el nitrógeno se presentó entre los 80-100 días con 29.29 mg/pl/día, mientras que entre los 60-80 días se presentó para los siguientes elementos: P con 5.65 mg/pl/día, K con 64.31 mg/pl/día, Ca con 48.47 mg/pl/día, Mg con 6.75 mg/pl/día, Zn con 0.23 mg/pl/día, Cu con 0.02 mg/pl/día y el Mn con 0.03 mg/pl/día; y, el Fe entre los 80-100 días con 0.17 mg/pl/día.

SUMMARY

In the property PIGANFLOR, Atahualpa-Pichincha, at 1950m.s.n.m., was carried out a study to evaluate the absorption of nutritious in gypsophila var. perfect, with three previous crops. A design of complete blocks was used at random, with five treatments and four repetitions. They were carried out samplings to intervals of 20 days after the pruning for their respective chemical analysis. With the obtained results they were carried out graphics of accumulation and speed of absorption likewise mathematical models they settled down for each one of the elements they were statistical differences among the sampling times. The maximum accumulation of each one of the studied nutrients was the following one: 2246.75 nitrogen mg/pl, 111.15 match mg/pl, 2427.66 mg/pl of potassium, 2338.66 mg/pl of calcium. The biggest speed of absorption for the nitrogen was presented among the 80-100 days with 29.29 mg/pl/día, while among the 60-80 days it was presented for the following elements: P with 5.65 mg/pl/día, K with 64.31 mg/pl/día, Ca with 48.47 mg/pl/día, Mg with 6.75 mg/pl/día, Zn with 0.23 mg/pl/día, Cu with 0.02 mg/pl/día and the Mn with 0.03 mg/pl/día; and, the Fe among the 80-100 days with 0.17 mg/pl/día.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José de Costarica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 155 p.
- 2.- Calvache, M. 1981. Absorción, translocación y eficiencia de utilización de fertilizante nitrogenado por dos híbridos de maíz. Tesis M.Sc. Sao Paulo, Universidad. 78p.

- 3.- _____ 2000. Absorción de nutrientes y su uso en los programas de fertirrigación. Instituto de Postgrado de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador. p 20
- 4.- Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997. Quito (Ec.) Manual Internacional de fertilidad de suelos. Quito. 98 p.
- 5.- Malavolta, E.; Vitti. G.; DE Oliveira, S. 1989. Avaliacao do estado nutricional das plantas. Piracicaba, Associacao Brasileira para Pesquisa do Potasa e do Fosfato. p. 3-28.
- 6.- Medina, G.; Leonardy, B. 1999. Absorción de nutrientes por la gypsophila bajo invernadero. Bogotá, s.e. 40 p.
- 7.- Piedra, I. 1998. Cultivo de la gypsophila. Puellaró (Ec.), Flores Esmeralda, HILSEA. 45 p.
- 8.- Sosa, C.; López, M. 1984. Dinámica de absorción de nutrientes en cuatro variedades de maíz. Tumbaco-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 25-32.
- 9.- Vásquez, L. 1999. Manual técnico de flores de verano. Quinche (Ec.). HILSEA Ivesplant. p. 5-10.