

## AVANCES EN LA NUTRICION DE ORNAMENTALES EN MEXICO

Benjamín Zamudio González<sup>1</sup>

### RESUMEN

El origen de la producción comercial de plantas ornamentales en México se inició a finales de la Segunda Guerra Mundial con la llegada de exiliados de países como Japón y Alemania, quienes en la décadas de 1940 y 1950, introdujeron materiales de cultivos de flor de corte como crisantemo y clavel. No obstante, México por tradiciones indígenas y fiestas religiosas, tiene un significativo consumo *per cápita* de flores y plantas ornamentales; celebraciones destacables en noviembre y diciembre de día de muertos y la Virgen de Guadalupe, además de San Valentín en febrero y de la Madre en mayo. Tres actividades económicas de ornamentales son explotadas: en climas templados de valles altos (arriba de 1800 a 2800 msnm) para flor de corte como rosa, clavel, crisantemo, gladiolo, gerbera, ghipsofila, etc.; en climas de trópico semi-árido y valles de transición (1200 a 1800 msnm) para plantas de maceta y follajes; y en regiones del trópico húmedo para flores exóticas de clima caliente y palmas. La producción de ornamentales en México es en 85% de la superficie a cielo abierto, e incluso cultivos de flor de flor de corte como rosa, clavel, crisantemo y gerbera; así como plantas de maceta entre las cuales se destaca la Nochebuena o Poinsettia son producidas bajo cubiertas rudimentarias o invernaderos de baja inversión por la ventaja de climas benignos. Actualmente, México cultiva un poco más de 21 mil hectáreas y exporta menos de un 5% de la producción, principalmente hacia los E.U.A. La tecnología de producción de ornamentales en México es dependiente de materiales genéticos desarrollados en otros países, especies y variedades sin certificación, el manejo de plagas y enfermedades son de apremio, la enmienda, riego y nutrición vegetal son empíricas, y la cosecha y comercialización principalmente se dirige hacia el mercado interior. Bajo estas circunstancias y el deterioro de los recursos naturales de agua de riego-calidad genética de los materiales vegetativos, el empobrecimiento de los suelos, la incidencia creciente de enfermedades telúricas, y adopción sin adaptación y validación de tecnología; se ha traducido en cosechas cada año más costosas, de baja calidad y alto riesgo de pérdida al desfasarse los momentos de entrega de cosechas contra el momento de fechas de celebraciones en la cual los precios aumentan por alta demanda del mercado. En este artículo se presentan resultados de tres años de investigación sobre el diagnóstico nutrimental de plantas ornamentales de México. La metodología consideró el estudio de plantas de flor de corte y follaje; se destacan en flor de corte la rosa, clavel, crisantemo, gladiolo y gerbera; en plantas de maceta a la Nochebuena o poinsettia; así como follajes de maceta como palmas, crotos, etc. En este documento se preferencia la exposición de datos de rosa de corte y clavel de México en contraste a sistemas de dichos cultivos en Ecuador y Colombia. Se incluyen datos sobre nutrición de Nochebuena en producción. Fueron analizadas muestras por triplicado los contenidos químicos de agua de riego, suelos y/sustratos (propiedades físicas en este caso), y contenidos nutrimentales en tejidos vegetales de raíces y foliares. Los valores por sitio fueron comparados contra "rangos teóricos" publicados en la literatura. Los valores promedio de la muestra poblacional fueron comparados contra los rangos modificados de suficiencia por medio de los indicadores de varianza y distribución del error. Estos rangos se identificaron como "rangos óptimos calculados" a fin de generalizar recomendaciones por cultivo y región. Los resultados indicaron: 1.- El riego en más de un 80% de frecuencia de sitios en México se hace con agua de bajo contenido de sales y pH ligeramente ácida, esto es sin riesgo por exceso de sales y sodio pero carente de aporte nutrimental, 2.- Los suelos son de textura media a ligera con excesiva acidez y bajos contenidos de materia orgánica en más de un 70% de sitios por lo cual ameritan de enmienda con encalado con roca dolomita y abonado orgánico, 3.- La fertilización comercial de NPK es de baja eficiencia, costosa y se compensa con aplicaciones de tres a 10 veces la demanda del cultivo; no obstante, la absorción de K es deficiente por que se mide alto en suelo y bajo en tejidos foliares, 4.- El Ca y Mg apenas alcanzaron los requerimientos mínimos de los rangos de

<sup>1</sup> Investigador Titular del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Sede.- Campo Experimental Toluca en el Estado de México. Correo electrónico: [bzamudiog@yahoo.com.mx](mailto:bzamudiog@yahoo.com.mx)

suficiencia y se hipotetiza junto con el des-balance con K se atribuye a cosechas de baja calidad, 5.- Se encontraron contenidos de Fe y Mn en raíces de 5 a 20 veces la concentración respecto a sus respectivos valores en tejidos foliares, por lo cual se cree junto a la excesiva acidez del suelo provocan necrosis o muerte de raíces, 6.- En cuanto al uso de sustratos en producción de plantas en maceta; se aprovechan mezclas con “tierra de hoja de monte” con materiales porosos ígneos conocidos como “tepojal”, “tezontle”, “basalto” más arena, y eventualmente perlita y abono "compostado" de origen animal, 7.- Los sustratos tienen aceptable aireación pero la retención de agua fácilmente aprovechable es reducida por lo cual demanda riego frecuente. 8.- Prácticas adicionales correctivas derivadas del diagnóstico son: acoplar la oferta de macro nutrientes con énfasis a N con la demanda de los cultivos; 9.- Hacer eficiente la absorción de K con base a prácticas alternativas de fuentes, dosis y modos de aplicación de fuentes potásicas en combinación al aporte de Ca y Mg; 10.- Hacer de la enmienda y el abonado orgánico una práctica de mejora continua del suelo; 11.- Neutralizar absorciones en grado tóxicas de Fe y Mn en raíces; 12.- Habilitar prácticas de mayor crecimiento y proliferación del sistema de raíces como uso de promotores de crecimiento, inducción de sequía controlada en época de baja demanda de flor en cultivos perenes y suministro de sustancias húmicas entre otras; 13.- Promover el uso de porta-injertos en rosal y microorganismos benéficos como micorrización para propiciar vigor y mayor tolerancia a enfermedades de raíces; 14. Cambio de especies y variedades ornamentales con evidente baja calidad genética y susceptibles a ataque de agentes bióticos negativos y finalmente, 15.- Se contrastada la tecnología de producción de clavel de Colombia y de Rosa de Ecuador versus en México para visualizar oportunidades de mayor competitividad con base a innovación tecnológica y alianzas para desarrollo de nuevos mercados. 16.- Se sugiere, previa sensibilización política de los Estados, convocar a grupos de productores de ornamentales de México a propiciar alianzas estratégicas de inversión y combinación de fortalezas tecnológicas y de mercado con Colombia y Ecuador. De este modo, se aprovecha la posición geográfica, cultura y nichos agro-climáticos de México; a fin de desarrollar nuevos mercados con alta competencia y competitividad con base a tecnología líder de producción de campo-cosecha-pos cosecha, de marca y comercialización.

### **INTRODUCCION. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION DEL OBJETO DE ESTUDIO**

La importancia de la producción de ornamentales en México es destacada a través de estadísticas oficiales de superficie y valor comercial (Revista Claridades, 2005, Editada por SAGARPA). México cultiva 21,129 hectáreas contra 364,451 del total mundial. En este sentido, se destaca de Europa: Holanda, Italia, España y Reino Unido; del Medio Este a Israel; de África: Kenia, Zambia y Sudáfrica; de Asia: China, India y Taiwán; y finalmente de América: E.U.A., Brasil, México, Colombia, Ecuador y Costa Rica (Tabla 1).

**Tabla 1.** Superficie mundial cultivada con flores de corte y maceta en ha.

<b>Europa</b>		<b>Medio Este</b>	
Austria	1,982	Israel	2,245
Bélgica	1,562	Turquía	1,600
República Checa	215	<b>Total</b>	<b>3,845</b>
Dinamarca	444		
Finlandia	176	<b>Africa</b>	
Francia	6,628	Costa de Marfil	690
Alemania	7,056	Kenia	2,180
Grecia	990	Marruecos	320
Guemsey	126	Sudáfrica	1,050
Hungría	600	Tanzania	106
Irlanda	300	Uganda	126
Italia	8,463	Zambia	125
Holanda	8,363	Zimbawe	1,100
Noruega	118	<b>Total</b>	<b>5,697</b>
Polonia	705		
Portugal	240	<b>Asia</b>	
España	7,617	Australia	4,267
Suecia	209	China	122,581
Suiza	645	Hong Kong	343
Reino Unido	7,670	India	65,000
<b>Total</b>	<b>54,109</b>	Japón	8,560
		República de Corea	5,486
<b>América del Norte</b>		Malasia	1,286
Canadá	845	Filipinas	670
Estados Unidos	25,290	Singapur	162
<b>Total</b>	<b>26,135</b>	Taiwán	12,010
		Tailandia	8,320
<b>Centro y Sudamérica</b>		<b>Total</b>	<b>228,685</b>
Brasil	10,285		
Colombia	5,906		
<b>México</b>	<b>21,129</b>		
<b>Ecuador</b>	<b>3,155</b>		
Costa Rica	4,500		
República Dominicana	400		
Guatemala	605		
<b>Total</b>	<b>45,980</b>		
		<b>Total Mundial</b>	<b>364,451</b>

Fuente: Revista Claridades. 2006. Ed. SAGARPA, México.

La oferta y demanda internacional de flores es identificada por medio de cifras de exportación e importación (Tabla 2). Países productores con cultura exportadora son: Holanda, Colombia, Unión Europea (25 países), Ecuador y Kenia. En contraste; los países de alto consumo de flor son: Alemania, Reino Unido, Estados Unidos, Holanda y Francia. Se reconoce HOLANDA no sólo es líder en la exportación e importación de producto, sino además es líder de tecnología de materiales genéticos con derecho de obtentor y tecnología intensiva protegida. Incluso en Brasil existe una población eminentemente productora de ornamentales con el esquema holandés nombrada “Holambra” (Holanda y Brasil).

**Tabla 2.** Principales países exportadores e importadores de flores en el mundo.

Exportación (Millones de dólares)						
País	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Holanda	2,056.54	1,938.14	2,123.35	2,778.94	3,009.49	11,906.46
Colombia	583.02	609.50	665.68	679.40	699.43	3,237.03
U. Europea (25)	347.53	342.27	394.24	438.87	340.81	1,863.72
Ecuador	154.75	228.09	288.45	293.33	231.37	1,195.99
Kenia	90.57	134.29	99.38	175.45	83.62	583.31
Otros	361.00	349.76	217.70	300.99	693.55	1,923.00
<b>Total</b>	<b>3,593.41</b>	<b>3,602.05</b>	<b>3,788.80</b>	<b>4,666.98</b>	<b>5,058.27</b>	<b>20,709.51</b>

Importación (Millones de dólares)						
País	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Alemania	703.73	766.48	792.03	825.75	1,048.61	4,136.60
Reino Unido	530.55	568.67	785.87	896.59	1,005.04	3,786.72
Estados Unidos	753.96	700.47	671.11	758.12	880.40	3,764.06
Holanda	421.99	412.06	437.88	472.51	493.46	2,237.90
Francia	350.04	335.35	372.15	452.27	487.58	1,997.39
Otros	1,069.63	1,091.21	1,115.95	1,294.21	1,531.92	6,102.92
<b>Total</b>	<b>3,829.90</b>	<b>3,874.24</b>	<b>4,174.99</b>	<b>4,699.45</b>	<b>5,447.01</b>	<b>22,025.59</b>

Fuente: SAGARPA, 2006.

La posición geográfica de México, Colombia y Ecuador con el trato preferencial político- comercial han favorecido la exportación de flores a E.U.A. Colombia gracias a técnicas de mercadeo se ha posicionado ventajosamente en el consumidor de los norteamericanos de flores muy por arriba de las cifras de Ecuador, Holanda, México, Costa Rica y Canadá. Nuevamente se cita a Holanda, país que no necesariamente exporta la flor producida en dicho país, sino que puede exportar con base a la moderna y muy competitiva logística aeroportuaria y de subasta de mercado en Ámsterdam. La exportación a E.U.A y Canadá de flores exóticas desde el trópico de países de Centro y Sudamérica tiene alto potencial.

**Tabla 3.** Importaciones de flores de Estados Unidos por país de origen (Miles de dólares).

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Colombia	347,079	302,358	289,414	343,590	414,904	418,174	2,115,519
<b>Ecuador</b>	89,114	99,531	87,257	105,799	134,275	129,355	645,331
Holanda	70,514	66,607	70,905	67,344	65,600	64,476	405,446
<b>México</b>	21,628	21,050	20,639	15,242	14,262	17,970	110,791
Costa Rica	19,390	14,695	15,181	17,062	18,540	23,382	108,250
Canadá	16,975	17,555	16,589	19,785	21,057	17,291	109,252
Guatemala	5,437	3,320	2,962	3,848	4,070	3,864	23,501
Israel	4,733	6,085	6,793	7,514	5,686	2,590	33,401
Tailandia	2,854	2,598	2,621	2,668	3,247	4,762	18,750
N. Zelanda	2,446	3,165	3,240	3,985	4,260	4,630	21,726
Chile	2,881	3,398	2,915	2,237	2,016	2,605	16,052
Perú	2,467	2,334	1,700	2,521	2,604	2,286	13,912
Australia	2,364	2,136	1,535	1,212	1,157	1,157	9,561
R. Dominicana	997	1,517	1,686	1,395	1,171	2,874	9,640
Brasil	23	77	691	1,903	2,268	2,824	7,786

Italia	1,051	915	1,068	848	784	995	5,661
Sudáfrica	829	912	642	666	688	760	4,497
Francia	972	626	548	437	670	517	3,770
Irlanda	687	535	572	505	429	466	3,194
Kenia	12	36	358	703	598	846	2,553
Singapur	360	419	508	462	237	353	2,339
Otros	1,977	1,310	1,668	1,423	1,293	1,173	8,844
<b>Total</b>	<b>594,790</b>	<b>551,179</b>	<b>529,492</b>	<b>601,149</b>	<b>699,816</b>	<b>703,350</b>	<b>3,679,776</b>

Fuente: SAGARPA, 2006.

No obstante, el potencial de exportación de flor desde los países centro y sudamericanos a mercados de Norteamérica dependen fuertemente de la calidad, su certificación y otras variables del mercado. El análisis comparativo de precios de mercado de una misma especie de flor en promedio para un cierto año; permite deducir con ciertas limitaciones la preferencia y disposición de un pago más alto por parte del consumidor norteamericano. Así por ejemplo, en el año 2003 el precio unitario en dólares por pieza pagado por E.U.A. por la importación de la Rosa Tipo Nesoi, siguió el orden de mayor a menor precio: México 0.36, Holanda 0.31, Colombia 0.20 y Ecuador 0.17 (Tabla 4).

La mayor producción de flor de corte y plantas ornamentales en México se distribuye en la geoforma de la cadena neo-volcánica con clima templado húmedo que atraviesa desde el Estado de Veracruz (Pico de Orizaba) junto al Golfo de México; hasta Jalisco (Nevado de Colima) limítrofe al Océano Pacífico. Las ornamentales principales por provincia o estado (Tabla 5) y la cartografía de climas e imagen del escenario son mostradas (Figuras 1, 2 y 3).

**Tabla 4.** Valor unitario de importación de flores frescas por parte de E.U.A. (Dólares por pieza).

País	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Colombia</b>					
Rosa Nesoi	0.21	0.19	0.20	0.21	0.21
Crisantemo Pom-pon	0.10	0.09	0.14	0.14	0.13
Alstroemeria	0.21	0.24	0.22	0.22	0.18
Clavel estándar	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10
Clavel miniatura	0.10	0.09	0.09	0.12	0.11
Crisantemo excepto pom-pon	0.16	0.13	0.16	0.15	0.14
Rosa espray	0.22	0.20	0.20	0.21	0.22
Gypsophilia	0.20	0.14	0.30	0.47	0.23
Rosas Sweetheart	0.20	0.18	0.15	0.12	0.37
<b>Ecuador</b>					
Rosa Nesoi	0.18	0.17	0.17	0.18	0.19
Gypsophilia	0.22	0.21	0.29	0.26	0.19
Rosa espray	0.21	0.19	0.19	0.22	0.24
Crisantemo Pom-pon	0.07	0.05	0.15	0.13	0.17
Rosas Sweetheart	0.40	0.13	0.15	0.16	0.18
Alstroemeria	0.25	0.48	0.16	0.44	0.26
Clavel miniatura	0.11	0.10	0.12	0.12	0.16
Clavel estándar	0.11	0.10	0.11	0.07	0.10
Crisantemo excepto pom-pon	0.27	0.17	0.12	0.41	0.34
<b>Holanda</b>					
Orquídea	0.40	0.37	0.58	0.66	0.97
Rosa Nesoi	0.33	0.31	0.31	0.34	0.32
Crisantemo excepto pom-pon	0.40	0.44	0.44	0.37	0.30
Rosas Sweetheart	0.46	0.29	0.20	0.24	0.26

Crisantemo Pom-pon	0.51	0.13	0.43	0.34	0.32
Rosa espray	0.64	0.35	0.38	0.62	0.60
Alstroemeria	0.06	0.34	0.36	0.12	0.33
Clavel miniatura	0.11	0.25	0.16	0.18	
Clavel estándar	2.00	0.27	0.53		
Gypsophilia	0.09	0.25	0.75		
<b>México</b>					
Rosa Nesoi	0.30	0.33	0.36	0.30	0.32
Rosas Sweetheart	0.19	0.17	0.17	0.16	0.16
Clavel miniatura	0.16	0.54	3.75	1.85	0.09
Clavel estándar	0.09	0.14	0.07	0.06	0.06
Alstroemeria	0.22	0.25	0.18	0.21	0.36
Crisantemo Pom-pon				0.05	0.05
Rosa espray	0.43		7.50		
Gypsophilia	0.42		0.59		

Fuente: SAGARPA, 2006.

**Tabla 5.** Estados de la República Mexicana Productores de Flor (2004).

Estado	(ha)	(miles dólares)	Principales cultivos
México	5,392	304,630	Crisantemo, Gladiola, Clavel, rosa, Nube, Girasol, Áster, Ave de Paraíso, Nardo, alhelí, Dólar, Liliun, Estatice, Terciopelo, Gerbera, Zempoalxochitl, Agapando, Solidago, Alstroemeria, Inmortal, Noche Buena, Geranio, Begonia, Lizana Ornamental, Petunia, Alpiste Ornamental, Cineraria, Rosa (planta), Calancoe, Cyclamen, Polar.
Puebla	3,628	29,783	Gladiola, Zempoalxochitl, Nube, Plantas de Ornato, Alhelí, Flores (gruesa), Estatice, Crisantemo, Rosa, Rosa (gruesa) Noche Buena.
Morelos	1,227	16,886	Gladiola, Rosa (gruesa), Nardo (gruesa), Noche Buena, Crisantemo, pasto (tapete), Polar, Zempoalxochitl.
S. L. Potosí	809	934	Palma de Ornato, Camedor, Flores, Zempoalxochitl.
Guerrero	513	8,327	Gladiola, Nardo, Zempoalxochitl, Margarita, Pasto (tapete), Terciopelo, Nube, Rosa, Flor perrito.
Michoacán	476	7,256	Gladiola, Ave de Paraíso, Zempoalxochitl, Nube, rosa, Mano de León, Noche Buena, Inmortal, Gypsophilia.
Jalisco	476	2,893	Pasto (tapete), Ave de paraíso.
B. California	465	9,955	Flor Cera, Palma de Ornato.
Sinaloa	342	3,795	Zempoalxochitl.
Veracruz	276	1,141	Gladiola, Palma de Ornato, Azucena, Nardo
Oaxaca	200	654	Zempoalxochitl, Gladiola.
D. Federal	175	21,957	Nochebuena, Rosa, Geranio, Alhelí, Clavel.
Querétaro	80	1,612	Rosa



**Figura 1.** Principales climas de México. Fuente INEGI, 2000.



**Figura 2.** Cultivo de clavel en ladera y cubierta rudimentaria en Villa Guerrero, Estado de México.



**Figura 2.** Geoforma de laderas del Nevado de Toluca entre 2000 a 2700 msnm en Valles Altos de México.

La justificación económica de alto valor de las cosechas de ornamentales relativo contra otros sistemas –producto agrícolas en México; y la generación de un gran número de jornales directos de campo y de comercialización; demandó de parte de la política institucional de apoyo a proyectos de innovación tecnológica para llevar a cabo un Diagnóstico Nutricional y de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) en ornamentales en el país. En este documento se presentan resultados relevantes con relación a Manejo de la Nutrición en Cultivos Ornamentales en México.

## **METODOLOGIA**

Los estudios de diagnóstico nutricional en los diversos cultivos de flor de corte y follajes consideró la colecta de muestras de especímenes de plantas completas en sitios comerciales en seis estados del país asociadas a muestras de agua de riego, suelo y/o sustrato. El periodo de colecta de muestras ocurrió entre los años de 2006 y 2007. Las áreas de estudio se localizaron en los estados de México, Morelos, Puebla, D.F., Jalisco y Michoacán.

En cada localidad se colectaron muestra por trillado para determinar la calidad de agua, suelo y/sustrato; y de plantas completas para medir concentraciones químicas en tejidos de raíces y de hojas. Al agua se le midieron los valores de pH, contenido de sales o C.E. en decisiemens por metro ( $\text{dS m}^{-1}$ ), suma de cationes, suma de aniones y se calculó el riesgo de sodio con el indicador de la Relación de Adsorción de Sodio o RAS por medio de rutinas normalizadas según el Colegio de Posgraduados y la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (1987 y 1999). Para juzgar la calidad de agua de riego se adoptaron criterios de Richards, 1954; en el Manual 60 del Departamento de Agricultura de USA, y de Alarcón, 2004 para la producción los diversos cultivos de ornamentales bajo condiciones intensivas.



Las muestras de suelos fueron analizadas para las propiedades físicas y químicas de textura por Bouyucos, materia orgánica por Walkey y Black, contenido de sales y reacción o pH, contenido de nitrógeno inorgánico por las sumas de nitratos y amonio; calcio, magnesio y potasio extractados con acetato de amonio y medidos por absorción atómica; y fósforo por método de Olsen. Los valores medidos de las variables del suelo fueron comparados contra criterios de rangos óptimos según Alarcón 2004. Para el caso de sustratos usados en mezclas en la maceta, se caracterizaron los separados de tierra de hoja y algunos de los otros componentes como fueron las propiedades físicas de densidad aparente ( $D_a$  en  $g\ cm^{-1}$ ) por el método de la parafina, la densidad de partícula o real ( $D_r$  en  $g\ cm^{-1}$ ) con el picnómetro, porosidad total (%), macro porosidad (% aireación en húmedo), micro porosidad o retención de humedad (%); y además se trazó la curva característica de humedad en la región de baja tensión a 0, 10, 50 y 100 cm de columna de agua de succión. Los criterios de características físicas “óptimas” del sustrato son discutidos sobre la base de porosidad total y suficiente retención de humedad según Ansorena, 1994.

En el caso de plantas en maceta fueron fraccionadas para obtener los pesos de materia verde y el peso constante de la materia seca después de secado en estufa a  $65\ ^\circ C$  de cada una de las siguientes partes: raíz, tallo, hojas verdes, brácteas rojas y flores. Para el cultivo de rosa de corte por ser perene sólo se colectaron muestras de tejidos foliares y raíces. Se procedió al molido y preparación de los componentes de los tejidos vegetales para el análisis nutrimental en Laboratorio de Nutrición Vegetal del Colegio de Posgraduados de acuerdo a rutinas publicadas por Alcántar y Sandoval, 1999 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Los nutrimentos medidos fueron: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu y Mo. Los datos de los contenidos de cada nutrimento en hoja fueron comparados contra el “rango de suficiencia” de diversos cultivos ornamentales bajo criterio de producción intensiva según Alarcón, 2004. Los resultados en su conjunto son contrastados por cada cultivo ornamental y región productora de México; se establecen juicios sobre diagnóstico nutrimental y finalmente son trazadas prácticas de mejora en materia de enmienda de suelo/sustrato y fertirriego de cada cultivo con énfasis en rosa y clavel.

## RESULTADOS

Son presentados datos del diagnóstico y prácticas de manejo nutrimental de clavel, rosa y Nochebuena en México.

### Clavel

El agua de riego usada en México para la producción de clavel es derivada de escurrimientos de lluvia y/o deshielos de le califica con nulo aporte nutrimental por ser baja en sales, es ligeramente ácida y sin peligro por contenido de sodio. Dicho en otras palabras, el diseño de aportaciones nutrimentales en fertirriego habrá de ser calculadas no por la calidad del agua sino el reservorio de nutrimentos en el suelo (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros de la calidad de agua de riego de clavel en México.

Variable	Valor
pH, unidades	6.8
C.E. dSm-1	0.15
RAS	0.3
Ca y Mg en ppm	Menos de 5
K en ppm	Menos 1.0
Micro elementos ppm	Centésimas de ppm
Conclusión:	Nulo aporte nutrimental

Las características físicas y químicas mínimas-máximas y promedio encontradas en suelos cultivados con clavel en México son mostradas en la Tabla 7. Se diagnosticó con alta frecuencia de ocurrencia suelos excesivamente ácidos, sin acumulación de sales, pobres en materia orgánica y fertilidad por bajo CIC pero aparentemente “sobre fertilizados” con macro elementos y ocasionalmente pobres de oferta de boro. Por principio se validó la enmienda de encalado con 1.0 a 2.5 toneladas por hectárea con roca dolomita finamente pulverizada al menos de 150 mesh para mitigar la excesiva acidez del suelo; y aportar Ca y Mg como nutrimentos en cultivos de flor de corte de clavel, crisantemo, gerbera y gladiolo en Valles Altos de México (Tabla 8).

**Tabla 7.** Mínimos, máximos y medias de variables del suelo con clavel en México.

Variable	Mínimo	Máximo	Media
pH unidades	4.0	6.4	5.27
C.E. dS m <sup>-1</sup>	0.06	1.1	0.36
M.O. %	1.6	4.9	3.24
CIC moles <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	4.1	35.5	15.3
N ppm	53	352	149.3
P ppm	2	221	99.1
K cmoles <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	0.2	2.3	1.17
Ca cmoles <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	2.8	30	12.8
Mg cmoles <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	0.5	2.7	1.1
Boro ppm	0.16	1.58	0.86

**Tabla 8.** Necesidad de encalado con roca dolomita para mitigar exceso de acidez en suelo; y bajos contenidos de calcio y magnesio en cultivos de flor de corte en México.

Cultivo de	pH	K	Ca	Mg
Flor de corte	Unidades		(cmoles+kg)	
Clavel	5.4	1.1	16.1	1.3
Crisantemo	5.7	1.1	14.9	1.3
Gerbera	5.5	2.6	11.4	2.8
Gladiolo	5	0.2	6.8	4.1
Promedio	5.4	1.2	12.3	2.4
Alarcón, 2004	5.5-6.5	0.5-0.75	10-20	2.5-5

El “continuum” de los contenidos de N, P y K en suelo- raíz y hoja de clavel; así como la prueba de hipótesis de los valores promedio en la región de estudio comparados contra “rangos teóricos” y “rangos calculados”, este último al considerar la variabilidad y error de la muestra según Mood, A. y Graybill, F. 1978; son presentadas en las Tablas 9 y 10. Se deduce por comparaciones puntuales de sitio contra los rangos teóricos de suficiencia, el floricultor tiende a excederse en la fertilización nitro fosfórica y potásica. Sin embargo y al considerar la variabilidad y el error estadístico del grupo de

datos se observó los valores de los rangos aumentaron sensiblemente; por lo cual sólo se puede afirmar la fertilización nítro fosfórica del floricultor es suficiente pero excesiva para el potasio (**señalado con negritas**).

**Tabla 9.** Comparación de contenidos de N, P y K en suelo-raíz y hoja de clavel en México contra rangos teóricos de Alarcón 2004 y calculados.

Variable	Media	Rango teórico		Rango calculado	
		θ1	θ2	θ1	θ2
N ppm suelo (S)	149.3	21	40	61.3	409.5
N% en raíz (R)	1.91	2.8	4.2	2.95	4.35
N% en hoja (H)	2.17	2.8	4.2	2.89	4.29
P ppm suelo (S)	99.1	20	30	45.6	187.6
P % en raíz (R)	0.36	0.25	0.45	0.29	0.49
P% en hoja (H)	0.26	0.25	0.45	0.27	0.47
Kcmoles <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> (S)	<b>1.17</b>	<b>0.5</b>	<b>0.75</b>	<b>0.74</b>	<b>0.80</b>
K % en raíz (R)	1.52	2.5	5.0	2.14	5.14
K% en hoja (H)	2.34	2.5	5.0	2.81	5.31

**Tabla 10.** Pruebas de hipótesis de contenidos de N, P y K en suelo-raíz y hoja de clavel en México.

Variable	Decisión para:		Inter. agronómica:
	θ1	θ2	
N ppm suelo	No se rechaza Ho	No se rechaza Ho	N del suelo es suficiente
N% en raíz	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	<i>N en raíz es bajo</i>
N% en hoja	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	<i>N en hoja es bajo</i>
P ppm suelo	No se rechaza Ho	No se rechaza Ho	P suelo es suficiente
P % en raíz	No se rechaza Ho	No se rechaza Ho	P raíz es suficiente
P% en hoja	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	<i>P hoja es bajo</i>
K cmoles <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	No se rechaza Ho	Se rechaza Ho	<b>K del suelo es excesiva</b>
K % en raíz	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	<i>K en raíz es bajo</i>
K% en hoja	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	<i>K en hoja es bajo</i>

No obstante los contenidos de suficiencia de NP, y altos valores de K medidos en suelos cultivados con clavel en México; se encontró el hallazgo a través de la prueba de hipótesis que sus respectivos contenidos en hoja fueron bajos. Lo anterior indica la eficiencia de la fertilización es baja y amerita acoplar la oferta de NPK con la demanda del cultivo.

En razonamiento análogo el “*continuum*” de Ca, Mg y B en suelo-raíz y hoja de clavel; así como la prueba de hipótesis de los valores promedio en la región de estudio fueron comparados contra rangos teóricos y “rangos calculados”, este último al considerar la variabilidad y error de la muestra; los cuales son presentadas en las Tablas 11 y 12. Se deduce por comparaciones puntuales de sitio contra los rangos teóricos de suficiencia, el floricultor apenas alcanza valores promedio muy cercanos a límite inferior del rango de suficiencia de calcio, en tanto la oferta de Mg en el suelo es francamente pobre, y para boro se encontró ligeramente por arriba del rango normal. No obstante y al considerar la variabilidad más el error estadístico del grupo de datos, se observó los valores de los rangos de Ca, Mg y B aumentaron ligeramente pero el suficiente para calificar la oferta de calcio es baja, la cual se agrega al diagnóstico bajo de magnesio como diagnóstico de estos nutrimentos con visión de región. El boro se califica de normal en promedio regional. Paradójicamente al diagnóstico de una oferta “alta” del suelo de NPK y los bajos contenidos de estos macro elementos medidos en tejidos foliares de clavel; se encontró la relación inversa de la pobre oferta de calcio y magnesio del suelo en contraste a concentraciones de suficiencia de estos elementos medios en tejidos de la hoja de clavel en México.

**Tabla 11.** Comparación de contenidos de Ca, Mg y B en suelo-raíz y hojas de clavel en México contra rangos teóricos de Alarcón 2004 y calculados.

Variable	Media	Rango teórico		Rango calculado	
		θ1	θ2	θ1	θ2
Ca cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> suelo	12.8	10	20	13.3	22.6
Ca % en raíz	0.97	1	2	1.13	2.13
Ca % en hoja	1.71	1	2	1.12	2.12
Mg cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> suelo	1.1	2.5	5	2.8	5.0
Mg % raíz	0.16	0.25	0.5	0.26	0.51
Mg% hoja	0.32	0.25	0.5	0.29	0.59
B ppm suelo	0.86	0.5	0.75	0.67	0.76
B ppm raíz	24.4	30	80	32.2	82.2
B ppm hoja	45.7	30	80	35.4	85.4

**Tabla 12.** Pruebas de hipótesis de contenidos de Ca, Mg y B en suelo-raíz y hoja de clavel en México.

Variable	Decisión para:		Interpretación agronómica:
	θ1	θ2	
Ca cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> suelo	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	Ca del suelo es bajo
Ca% en raíz	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	Ca en raíz es bajo
Ca% en hoja	No se rechaza Ho	No se rechaza Ho	Ca en hoja es suficiente
Mg cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> suelo	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	Mg del suelo es bajo
Mg % raíz	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	Mg en raíz es bajo
Mg % hoja	No Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	Mg en hoja es suficiente

B ppm, suelo	No se rechaza Ho	Se rechaza Ho	B del suelo es suficiente
B ppm raíz	Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	<i>B en raíz es bajo</i>
B ppm hoja	No Se rechaza Ho	No se rechaza Ho	B en hoja es suficiente

En síntesis para el manejo de nutrición en clavel en México, amerita la enmienda de encalado con roca dolomita y abonado orgánico al suelo para mitigar la excesiva acidez y aportar calcio y magnesio como nutrimentos; así como se afirma es conveniente moderar la fertilización al suelo con NPK pero en paralelo evaluar métodos para aumentar su eficacia de aprovechamiento por tejidos vegetales.

**Rosa**

Muestras de suelo, raíz y hoja de rosa de 20 invernaderos se colectaron en los municipios de Coatepec Harinas, Villa Guerrero y Tenancingo en el Estado de México. Los análisis se hicieron de acuerdo a Alcantar y Sandoval (1999); y los resultados se contrastaron contra criterios teóricos de “rangos de suficiencia” según Alarcón (2004), a fin de hacer recomendaciones dentro de sitios. El diagnóstico nutrimental en la región consideró la variación y error de muestreo para ajustar los “rangos de suficiencia teórico” y transformarlos a “rangos calculados” según prueba de media para un intervalo (Mood y Graybill, 1978). La “oferta nutrimental del suelo contra el estatus químico del continuum entre raíces y follaje es hecho para cada nutrimento en la región. La validez de las pruebas de hipótesis de los contenidos medios nutrimentales en suelo (S), raíz (R) y hoja (H) contra el rango de suficiencia calculado se presenta en la Tabla 13 (*valores en cursivas es deficiencia, negritas es exceso* y normal el valor está dentro del rango de suficiencia) . El floricultor hace uso excesivo de la fertilización al suelo de N, P y K pero la eficiencia es cuestionable porque sus concentraciones fueron de “bajas o pobres” en raíces y hojas. Se deduce la escasez y necrosis radical se debe a la acidez del suelo (exceso de Fe, Al y alta proporción de amonio en la fertilización nitrogenada). El Ca y Mg fueron muy bajos en suelo y raíces; el Mg fue muy pobre en hoja de rosal.

**Tabla 13.** Pruebas de hipótesis de nutrimentos en suelo (S), raíces (R) y hojas (H) de rosa en México.

Variable	Media	Rango Teórico		Rango Calculado		Decisión agronómica
		θ1	θ2	θ1	θ2	
N ppm Suelo	154.9	21	40	58.3	77.3	Se rechaza Ho/ <b>N suelo excesivo</b>
N % Raíz	1.74	2.8	4.5	3.03	4.73	Se rechaza Ho/ <i>N es bajo en raíz</i>
N % Hoja	2.79	2.8	4.5	2.88	4.59	Se rechaza Ho/ <i>N en hoja es bajo</i>
P ppm S	141	20	30	54.5	64.5	Se rechaza Ho/ <b>P suelo excesivo</b>
P % R	0.36	0.25	0.5	0.30	0.55	No se rechaza Ho/ P raíz normal
P % H	0.27	0.25	0.5	0.27	0.52	Se rechaza Ho/ <i>P hoja insuficiente</i>
K ppm S	2.79	0.5	0.75	1.20	1.45	Se rechaza Ho/ <b>K en suelo excesivo</b>
K % R	0.42	1.8	3	1.85	3.05	Se rechaza Ho/ <i>K en raíz bajo</i>
K % H	2.09	1.8	3	1.90	3.10	No se rechaza Ho/ <i>K en hoja bajo</i>
Ca cmoles+kg <sup>-1</sup> S	12.63	10	20	13.08	23.08	Se rechaza Ho/ <i>Ca en suelo bajo</i>
Ca % R	0.63	1	1.5	1.09	1.59	Se rechaza Ho/ <i>Ca en raíz es bajo</i>
Ca % H	1.15	1	1.5	1.121	1.631	No se rechaza Ho/ Ca hoja normal
Mg cmoles+kg <sup>-1</sup> S	2.69	2.5	5	3.20	5.70	Se rechaza Ho/ <i>Mg en suelo bajo</i>
Mg % R	0.19	0.3	0.6	0.31	0.61	Se rechaza Ho/ <i>Mg en raíz bajo</i>
Mg % H	0.28	0.3	0.6	0.321	0.622	Se rechaza Ho/ <i>Mg en hoja bajo</i>
B ppm S	1.89	0.5	3	0.99	3.49	No se rechaza Ho/ B suelo normal
B ppm R	30.87	30	70	32.82	72.82	Se rechaza Ho/ <i>B en raíz es bajo</i>
B ppm H	43.25	30	70	35.587	75.587	No se rechaza Ho/ B hoja normal

Notas: *valores en cursivas es deficiencia, negritas es exceso* y valor normal está dentro del rango de suficiencia

En síntesis, el diagnóstico nutrimental de clavel coincide con las recomendaciones de manejo de enmienda del suelo y nutrición para rosa de corte; esto es, aplicar roca dolomita y abonado orgánico; así como moderar la fertilización nítro fosfórica y potásica al suelo pero con prácticas que aumenten su eficiencia de absorción para elevar sus contenidos en tejidos vegetales de rosa. Se observa con visión de región los contenidos de N, P, K, Ca y Mg son bajos o insuficientes en hoja de rosa de corte en México.

### Nochebuena

Son producidas más de 20 millones anualmente de plantas en maceta de Nochebuena o Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Will ex. Klotzsch) en México para su venta en navidad. Se caracterizaron los sistemas de producción de esta planta ornamental en cinco estados de México con relación a la calidad de agua, sustratos, producción de biomasa y sus concentraciones nutrimentales por órgano de la planta: raíces, tallo, hoja verde, bráctea roja, ciato o inflorescencia. Se hizo el diagnóstico contra rangos de suficiencia y se calculó la eficiencia de la fertilización de macro-elementos con base a la dosis generalizada de fertilización en México. Los resultados son presentados para calidad de agua en la Tabla 14, sustratos en las Tablas 15-16 y Figura 4, contenidos de macro nutrientes en hoja verde en la Tabla 17 y para contenido de micro-nutrientes en la Tabla 18, la producción de biomasa por planta en la Tabla 19, contenido de N en g por planta en la Tabla 20 y contenidos de P, K, Ca y Mg por 100 plantas en la Tabla 20. En la Tabla 21 se presenta cantidades de N en 100 plantas de nochebuena, en la Tabla 22 las concentraciones de macronutrientes y en la Tabla 23 el cálculo de extracción de macronutrientes por 100 plantas de nochebuena. Los resultados son discutidos a continuación.

El promedio en agua del pH en las cinco regiones fue de 7.0 unidades (Tabla 14). El rango óptimo para producir en condiciones de fertirriego e hidroponía, es de 5.5 a 6.5 unidades para el logro de una mayor disponibilidad nutrimental. Por otra parte, el rango de los valores medidos de pH del agua fueron de ligeramente ácidos (6.2 unidades en Zitácuaro, Michoacán) a medianamente alcalinos (8.1 unidades) en Xochimilco en el D. F. Para el caso de mediana alcalinidad de agua en Ejido Tuyehualco, Xochimilco en D.F; se predice inmovilización y bajo aprovechamiento por las raíces de P y metales como Fe, Cu, Zn y Mn; debido a que éstos se precipitan en forma de carbonatos. En este caso se recomienda acidificar el agua para eliminar al menos el 50% del contenido de bicarbonatos y alcanzar con ello la reducción de la alcalinidad a 5.5 unidades de pH. Para las muestras de agua con valores superiores de 7.0 unidades debe considerarse viable tratar el agua con ácido y el resto con valores menores de 7.0 unidades continuar su uso sin tratamiento alguno. No obstante y para el uso de agua para hacer aplicaciones de agroquímicos en aspersiones foliares, sí es recomendable el uso de coadyuvantes comerciales para amortiguar el valor de pH a 5.5 unidades para lograr mayor adherencia, penetración y absorción cuticular.

**Tabla 14.** Valores de pH, sales solubles o C.E., aniones, cationes, Relación de adsorción de Sodio o RAS y clasificación de muestras de agua en cinco regiones productoras de Nochebuena en México.

Estado	Sitio	pH	CE*	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	RAS	Clase*
			mmhos/cm dSm-1	meq/L (cmoles+L-1)						meq/L (cmoles+L-1)				
Edomex	1, 3	7.4	0.29	1.3	2.92	0.3	t	0.28	0.27	0.80	1.01	3.22	3.4	C2-S1
	1	6.3	0.38	1.9	2.82	0.5	0.06	0.55	0.10	3.72	1.21	1.06	0.7	C2-S1
Michoacán	2	6.2	0.13	t	1.14	0.5	0.07	0.13	0.03	0.87	0.52	0.35	0.4	<b>C1-S1</b>
	3	6.4	0.08	t	0.88	0.4	T	0.10	0.03	0.72	0.15	0.18	0.3	<b>C1-S1</b>
Morelos	1	7.1	<b>0.95</b>	2.5	2.92	0.9	0.43	8.65	0.17	9.38	4.23	1.87	0.7	C3-S1
	2	7.1	0.07	t	0.91	0.1	0.01	0.23	0.11	0.39	0.26	2.46	4.3	<b>C1-S1</b>
	3	7.1	0.50	1.8	4.02	0.9	0.16	<b>12.63</b>	0.24	13.08	5.18	2.01	0.7	C2-S1
Puebla	1	7.5	<b>1.28</b>	1.9	2.98	0.5	0.73	0.54	0.42	2.74	2.95	1.76	1.0	C3-S1
	2, 3	7.5	0.17	0.8	1.39	0.2	0.07	0.18	0.09	0.75	0.80	0.90	1.0	<b>C1-S1</b>
D.F.	1	7.1	0.21	0.7	1.01	0.5	0.24	0.19	0.08	0.68	0.99	1.09	1.2	<b>C1-S1</b>
	1.1	7.0	<b>0.77</b>	0.8	3.31	1.8	1.60	2.09	<b>0.70</b>	4.23	2.40	4.50	2.5	C3-S1
	2	<b>8.1</b>	0.57	1.6	2.82	1.7	0.13	0.19	0.26	0.61	0.79	5.73	<b>6.8</b>	C2-S1
	3	6.7	0.46	t	1.14	0.4	1.48	0.89	0.31	1.68	0.86	1.06	0.9	C2-S1
Media		<b>7.0</b>	<b>0.45</b>	<b>1.48</b>	<b>2.17</b>	<b>0.67</b>	<b>0.45</b>	<b>2.05</b>	<b>0.22</b>	<b>3.05</b>	<b>1.64</b>	<b>2.01</b>	<b>1.84</b>	-
Rango normalidad		5.5-6.5	0.25-2.5	-	0.5-1.0	< 8	-	4-10	Hasta 1	8-20	4-10	< 8	3-6	-

\* Según Richards, 1954; Resto según Alcántar, 2004.

El promedio del contenido de sales en agua en las cinco regiones fue de 0.45 dS m<sup>-1</sup>, esto es dentro del rango considerado como “aceptable o normal” para uso agrícola (Tabla 14.) Sin embargo, se detectan tres muestras de agua con exceso de sales solubles; el sitio 1 de Morelos, el sitio 1 de Puebla y sitio 1.1 de D.F. El riesgo de acumular sales en el medio de las raíces en contenedores de Nochebuena es improbable porque el agua de riego es dado por “manguereo” en cantidad abundante y el drenaje con lavado de sales y lixiviación de nutrimentos es alto y frecuente. Más bien el exceso de sales debe enfocarse con relación al ión en exceso. En dicho sentido, la presencia de carbonatos es indicador negativo asociado a alcalinidad y sodio probable, así como la presencia creciente de bicarbonatos los cuales se recomienda eliminar al menos el 50% con el uso de un ácido. Se identifica al sitio 3 de Morelos con 12.63 meq/L de sulfatos y éste rebasa el límite de exceso de 10. Finalmente en cuanto a la calidad de agua de riego se identificó el valor de 6.8 de RAS en el sitio 2 del D.F. y se espera daño por exceso de sodio.

De la porosidad total se ha valorado debe existir un equilibrio armónico entre la macro porosidad (aireación) del rango de 10 a 20% y la micro porosidad (retención de humedad) del orden de 60 a 70%; esto es, al asumir hipotéticamente un sustrato con 80% de porosidad total, del 8 al 16% estaría ocupado por macro poros y 48 a 56% de micro poros de la masa total del sustrato. Con tales razonamientos se observa todos los materiales y fracciones de sustratos tienen porcentajes dentro del rango de ideal o lo superan con excepción al estiércol bovino con 9.4% (Tabla 15). Por contraparte, es inverso el juicio para micro porosidad porque 9 de las 12 mezclas de sustratos no alcanzan el mínimo de 60% y las otras 3 apenas superan esta cifra. Lo mismo se afirma de los componentes o separados porque sólo el estiércol bovino con 70.5% de micro porosidad superó el rango ideal de 60 a 70%. El granzón con alta densidad, evita la compactación y da peso contra el volteo de macetas con plantas relativamente altas pero todas las variables de porosidad son negativas.

Finalmente, la densidad aparente de los tres sustratos del D.F. satisface el  $<0.4 \text{ g cm}^{-3}$ ; en otras palabras son sueltos y ligeros porque están constituidos de una mezcla de baja densidad de partícula con valores inferiores o muy cercanos a límite inferior del rango “ideal” de  $1.45 \text{ a } 2.65 \text{ g cm}^{-3}$ . El juicio opuesto o de sustratos “densos y pesados” fue medido para las tres muestras del Estado de México y las dos muestras de Michoacán. La solución práctica está en aumentar fracciones de baja densidad como materiales orgánicos y ciertamente tepezil.

Los datos de la retención o contenido de agua para cada sustrato y algunos de sus componentes bajo tratamientos de succión de columna de agua a 0, 10, 50 y 100 cm; son presentados en la Tabla 16. El criterio positivo de contenido de humedad para un sustrato está en la mayor proporción de agua retenida por unidad de peso o volumen de material. Existen materiales estables con capacidad de retención de humedad fija como sucede con minerales de roca volcánica, y en contraparte existen materiales expandibles con capacidad de retener varias veces su peso o volumen como sucede con materiales orgánicos. En la Tabla 16, se refiere a % de humedad con base de peso agua/ peso de sustrato; esto es por gravimetría (g/g).

**Tabla 15.** Densidad aparente, densidad real y porosidad en sustratos colectados plantados con Nochebuena en cinco regiones de México.

Estado	Sitio	Observación	Porosidad %			Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	Densidad real (g cm <sup>-3</sup> )
			Total	aireación o macroporos	Retención humedad, microporos		
Edomex	1	Sustrato nuevo	80.2	14.7	65.5	<b>0.4</b>	1.8
Edomex	1.1	sustrato general para todo	79.1	18.6	60.5	<b>0.5</b>	1.9
Edomex	3	sustrato plantas muertas	77.7	13.7	64.0	<b>0.5</b>	2.0
Michoacán	2	sustrato nuevo	80.1	21.7	58.4	<b>0.4</b>	1.6
Michoacán	3	sustrato usado	73.7	15.0	58.8	<b>0.6</b>	2.0
Morelos	2	Sustrato nuevo	<b>87.7</b>	38.5	49.2	0.2	1.6
Puebla	1	Sustrato nuevo	70.2	13.2	57.0	<b>0.5</b>	1.8
Puebla	2	Sustrato nuevo	<b>87.0</b>	37.8	49.2	0.3	1.6
Puebla	3	Sustrato nuevo	70.0	12.9	57.4	<b>0.6</b>	2.0
D.F.	1	Sustrato nuevo	<b>85.6</b>	36.4	49.2	0.2	1.7
D.F.	2	Sustrato nuevo	73.1	16.0	57.2	0.3	1.7
D.F.	3	sustrato usado	75.8	20.3	55.6	0.3	1.2
Edomex	1	Granzón	64.8	31.4	33.5	<b>0.8</b>	2.2
Edomex	1	Estiércol bovino	79.9	<b>9.4</b>	70.5	<b>0.5</b>	1.7
Edomex	1	Tierra de hoja	80.3	27.6	52.7	0.2	1.3
Puebla	2	Tierra de hoja	90.3	47.5	42.8	0.2	1.2
Puebla	2	Tepezil	58.2	31.1	27.1	<b>0.6</b>	1.2
Valores óptimos*			>85%	10-20%	60-70%	< 0.4	1.45-2.65

\* Según Ansorena, 1994

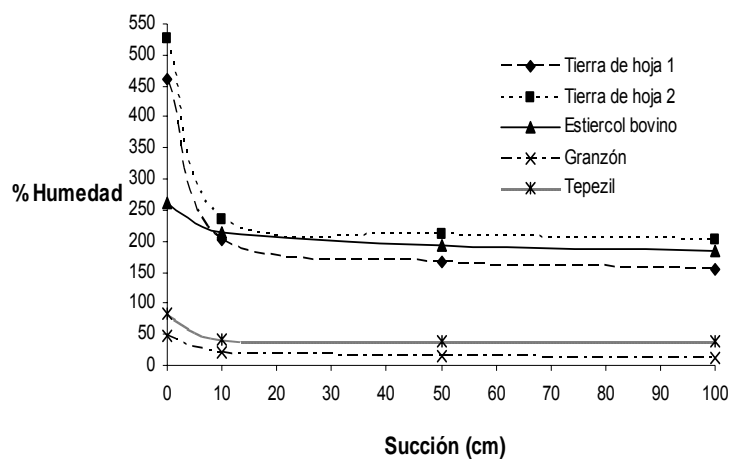
Se acepta como principio es “agua fácilmente disponible” para el cultivo aquella retenida entre 10 a 50 cm de succión de columna de agua; y como difícilmente disponible pero aprovechable en casos de sequía y gasto metabólico de energía para la planta aquella retenida a más de 50 cm de succión. Luego entonces un criterio conveniente de retención de humedad está dado por un mayor valor de la



diferencia entre la retención de humedad entre 10 a 50 cm de columna de agua. Estos valores son presentados en la columna a la derecha de la Tabla 16. Los valores absolutos de mayor retención de agua fácilmente disponible (diferencia neta de la sustracción de agua retenida a 50 cm y 10 cm de succión de columna de agua) fueron identificados en las mezclas de sustratos de Morelos 2 en Cuernavaca (71.9), seguido por D.F. 3 (38.5), Michoacán 2 (34.1) y D.F. 1 (33.9). Al notar de los materiales o separados de sustratos cuál tiene el mayor contenido de agua fácilmente aprovechable se encontró a la tierra de hoja de Estado de México con 34.3% seguido por otra muestra de tierra de hoja pero usada en Puebla con 24.2% y estiércol bovino colectado en Edo. de México con 21.0%. Es inadmisibles aceptar los muy bajos valores de agua fácilmente retenida de mezclas de sustratos de Michoacán 3 (8.0%), Puebla 1 (7.3%) y Puebla 3 (8.9%). Es inadmisibles porque los cultivos de Nochebuena de estos lugares demandan frecuentes riegos durante la formación de la planta en invernadero y “obligan” al cliente quien compra estas plantas de maceta a dar riegos frecuentes bajo riesgo de no hacerlo que la planta tenga una corta vida de pos cosecha. La línea sugerente de mejora inmediata de los sustratos con baja capacidad de retención de agua fácilmente disponible es añadir materiales de origen orgánico con alta capacidad de retención de humedad pero que a la vez liberen con facilidad el agua a las raíces. Esta propuesta es vista con simplicidad en la Figura 4, en la cual se contrastan las curvas características de retención de humedad a baja tensión de los componentes de sustratos de granzón, estiércol bovino, dos muestras de tierra de hoja y tepezil.

**Tabla 16.** Contenido de agua para cada sustrato y algunos de sus componentes bajo tratamientos de succión de columna de agua a 0, 10, 50 y 100 cm.

Muestra	Sitio	Observación	Succión (cm)				Δ 10 - 50
			0.00	10	50	100	
							% Humedad (g/g)
Edomex	1	Sustrato nuevo	203.9	106.9	85.7	78.1	21.2
Edomex	1.1	sustrato general para todo	188.2	114.8	88.8	75.6	26.0
Edomex	3	sustrato plantas muertas	172.7	98.6	68.1	57.2	30.5
Michoacán	2	sustrato nuevo	174.1	105.2	71.1	60.4	34.1
Michoacán	3	sustrato usado	114.2	70.3	62.3	58.5	8.0
Morelos	2	Sustrato nuevo	485.1	322.8	250.9	205.3	71.9
Puebla	1	Sustrato nuevo	143.1	96.0	77.6	63.0	18.4
Puebla	2	Sustrato nuevo	243.6	122.0	114.7	110.6	7.3
Puebla	3	Sustrato nuevo	140.6	92.4	83.5	77.7	8.9
D.F.	1	Sustrato nuevo	377.5	158.0	124.1	127.4	33.9
D.F.	2	Sustrato nuevo	258.2	166.3	140.6	127.2	25.7
D.F.	3	sustrato usado	331.0	173.7	135.2	126.3	38.5
Edomex	1	granzón	47.9	19.9	14.0	12.9	5.9
Edomex	1	Estiércol bovino	261.8	214.6	193.6	185.1	21.0
Edomex	1	Tierra de hoja	461.4	201.3	167.0	154.1	34.3
Puebla	11	Tierra de hoja	525.9	234.2	210.0	201.3	24.2
Puebla	11	Tepezil	82.3	40.8	38.4	37.8	2.4



**Figura 4.** Contraste de curvas características de retención de humedad en región de baja tensión a 0, 10, 50 y 100 cm de columna de agua de cinco componentes de sustratos

Los contenidos en porcentajes de los macro nutrientes en tejidos de hoja verde de Nochebuena son presentados en la Tabla 17; y los relativos a micro elementos o nutrientes traza en concentraciones de partes por millón (ppm) son mostrados en la Tabla 18. Sucintamente y con base a los promedios de concentraciones nutrimentales en hoja verde al compararse contra los rangos de suficiencia teóricos publicados por Alarcón, 2004; se deducen los siguientes desbalances en Nochebuena en México (+ significa exceso, -significa deficiencia y sin símbolo o normal el valor está dentro del rango de suficiencia): N normal (4.17%), P normal (0.43%), -K deficiente (1.31%), Ca normal (1.28%), Mg normal (0.62%), +Fe exceso (216.27 ppm), +Mn exceso (185.57 ppm), +B exceso (180.09 ppm), Zn normal (65.18 ppm), +Cu exceso (40.44 ppm) y +Mo exceso (5.92 ppm). Luego entonces en forma simple y genérica se aprecia el cultivo de Nochebuena en México adolece por deficiencia de potasio y excesos posiblemente a grado tóxico del micro elementos de fierro, manganeso, boro, cobre y molibdeno. Sin embargo, al profundizar el diagnóstico de desbalances por cada región en los cinco estados de la república; se identifican desbalances en el Estado de México de: +Mn, +B,+Cu y +Mo; desbalances en Michoacán de: -K, +Fe, +Mn, +B, +Zn, +Cu y +Mo; desbalances en Morelos de: -K, +Fe, +Mn, +B, +Cu y +Mo; desbalances en Puebla de: -N, -P, -K y +B; y finalmente desbalances en el D.F. de: -K, +Fe, +Mn, +B, +Cu y -Mo. El detalle más fino del diagnóstico es por predio o unidad de producción de invernadero; y la experiencia señala son más frecuentes y extremos los excesos y deficiencias pero en este escrito sólo se hace el diagnóstico por entidad de los cinco estados del país.

**Tabla 17.** Concentraciones de macro nutrientes en hoja verde de Nochebuena en los cinco estados.

Estado	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
Edomex	4.42 a	0.52 ab	1.55 a	0.97 b	0.61
Michoacán	4.44 a	0.46 ab	<i>1.24 b</i>	1.81 a	0.74
Morelos	3.85 b	0.37 bc	<i>1.38 a</i>	1.12 b	0.56
Puebla	3.75 b	<i>0.27 c</i>	<i>0.83 b</i>	1.11 b	0.63
D.F.	4.39 a	0.57 a	<i>1.33 a</i>	1.07 b	0.55
X	4.170	0.43	1.31	1.28	0.62
DMS	0.47	0.18	0.46	0.57	0.24
R. suficiencia	4-6	0.3-0.7	1.5-3.5	0.7-2	0.3-0.8

**Negritas = exceso; *Cursivas = deficiencia.***

**Tratamientos con letras iguales no tienen diferencia estadística al 5% de probabilidad por prueba de Tukey**

**Tabla 18.** Concentraciones de micronutrientes en hoja verde de Nochebuena en los cinco estados.

Estado	Fe ppm	Mn ppm	B ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mo ppm
Edomex	191.5	<b>146.7 bc</b>	<b>176.8 ab</b>	58.2 ab	<b>43.4 ab</b>	<b>1.5 b</b>
Michoacán	<b>303.5</b>	<b>287.8 a</b>	<b>224.4 a</b>	<b>88.4 a</b>	<b>69.4 a</b>	<b>1.5 b</b>
Morelos	<b>200.1</b>	<b>159.1 bc</b>	<b>146.8 b</b>	61.5 ab	<b>62.8 a</b>	<b>25.8 a</b>
Puebla	171.9	101.7 c	<b>163.0 ab</b>	61.9 ab	9.5 b	0.7 b
D.F.	<b>214.3</b>	<b>232.5 ab</b>	<b>189.4 ab</b>	55.9 b	<b>17.1 b</b>	<i>0.01 b</i>
X	216.27	185.57	180.09	65.18	40.44	5.92
DMS	135.1	95.99	68.92	31.31	38.11	4.32
R. suficiencia	100-200	40-120	30-80	30-80	5-12	0.2-1

Negritas = exceso; *Cursivas* = deficiencia.

Tratamientos con letras iguales no tienen diferencia estadística al 5% de probabilidad por prueba de Tukey

Cabe un diagnóstico por cada nutrimento y región para dar idea con base a las diferencias estadísticas mostradas en las columnas con letras de significancia de a, b, c,... (Tablas 17 y 18). En dicho tenor, las concentraciones de N fueron del rango de 3.75 a 4.44% y se juzga los cinco estados hacen la fertilización de este nutrimento en forma similar o bien la planta plásticamente crece o detiene su crecimiento con base a una mayor o menor dosis de N; del fósforo sólo Puebla se encontró deficiente con 0.27% P; en tanto el potasio todas las regiones fue deficitario con excepción del Estado de México en donde apenas alcanzó el límite inferior del rango de suficiencia con 1.55% de K; de los elementos medios de Ca y Mg ninguna región presentó desbalance; del hierro se aprecia en Michoacán de continuar con elevadas aplicaciones de Fe existe riesgo de provocar daños a la hoja (se creó los floricultores aplican Fe para aumentar el color verde intenso de hoja); de manganeso las concentraciones duplican las concentraciones normales en Michoacán y D.F.; pero ésta práctica de excederse con micro elementos es extrema para boro porque en todos los estados tuvieron el doble de la concentración de B normal; juicio este último válido para zinc con altos contenidos en todos los estados con excepción de Puebla. Finalmente, el molibdeno se midió en Morelos 26 veces del valor del límite superior del rango de suficiencia y en contraste en el D.F. sólo se midió una centésima de ppm (veinte veces menos el valor del límite inferior del rango de suficiencia), aunque cabe mencionar que de éste elemento son mínimos los productores que lo aplican, pero los que lo hacen, lo aplican en demasía. Los pesos de biomasa seca de la Nochebuena en las cinco regiones de México fueron diferentes con excepción a la raíz. (Tabla 19).

**Tabla 19.** Biomasa seca y partes de planta de Nochebuena por Estado.

Estado	Peso parcial de órgano de planta, materia seca (g)				
	Raíz	Tallo	Hoja	Bráctea	ciato
México	5.28	10.27 bc	13.06 b	10.00 ab	1.27 bc
Michoacán	5.1	12.34 ab	14.12 ab	9.06 b	0.79 c
Morelos	5.56	12.62 ab	13.66 b	11.00 a	1.50 b
Puebla	6.76	8.46 c	8.63 c	8.60 b	0.93 c
D. F.	4.64	13.60 a	16.13 a	10.70 a	2.34 a
Media	5.47	11.46	13.12	9.87	1.37
DMS	2.16	3.14	2.3	1.53	0.57

Diferencia estadística al 5% de probabilidad por Tukey.

La biomasa seca de toda la planta de Nochebuena en maceta de 7” en México fue de 41.3 g; partida en 35.8 g en parte aérea (tallo, hoja, bráctea y ciato) y 5.5 g de raíz; esto es un índice “planta/raíz” de 6.55 veces. La Nochebuena de Puebla presentó el índice medio menor de 3.94 vs el índice mayor de 9.21 del D.F. Por este “desequilibrio” de las plantas del D.F., se juzga requieren más frecuencia de riego.

El contenido de N para cada uno de los órganos de Nochebuena de los cinco estados del país se presenta en la Tabla 20. Los 25 datos de biomasa de la Tabla 19 multiplicados matricialmente por los 25 datos de la Tabla 20 de N; se generan datos de la Tabla 21 expresados en g/N por órgano por 100 plantas por estado. Este procedimiento se repitió para P, K, Ca y Mg para el resumen de la Tabla 22.

**Tabla 20.** Concentración de N en biomasa de Nochebuena, México.

Estado	Raíz	% de N por órgano de planta de:				Media
		Tallo	Hoja	Bráctea	ciato	
México	2.32	2.21	4.42	3.14	3.81	3.18
Michoacán	2.19	1.44	4.44	2.77	3.66	2.90
Morelos	2.05	1.33	3.85	2.58	3.42	2.65
Puebla	1.80	1.21	3.75	2.56	3.05	2.47
D. F.	2.17	1.40	4.39	2.35	3.51	2.76
<i>Media</i>	<i>2.11</i>	<i>1.52</i>	<i>4.17</i>	<i>2.68</i>	<i>3.49</i>	<i>2.79</i>

**Tabla 21.** N (g) en órganos / 100 plantas de Nochebuena, México.

Estado	Raíz	Contenido de Nitrógeno (g):				suma
		Tallo	Hoja	Bráctea	ciato	
México	12.24	22.70	57.71	31.37	4.84	128.85
Michoacán	11.17	17.81	62.65	25.10	2.89	119.62
Morelos	11.42	16.83	52.58	28.34	5.13	114.29
Puebla	12.18	10.24	32.39	22.02	2.84	79.67
D. F.	10.06	19.09	70.81	25.11	8.22	133.29
<i>Media</i>	<i>11.41</i>	<i>17.33</i>	<i>55.23</i>	<i>26.39</i>	<i>4.78</i>	<i>23.03</i>

**Tabla 22.** Concentraciones de macro nutrientes en hoja verde de Nochebuena en los cinco estados.

Estado	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
Edomex	4.42 a	0.52 ab	1.55 a	0.97 b	0.61
Michoacán	4.44 a	0.46 ab	<i>1.24 b</i>	1.81 a	0.74
Morelos	3.85 <i>b</i>	0.37 bc	<i>1.38 a</i>	1.12 b	0.56
Puebla	3.75 b	<i>0.27 c</i>	<i>0.83 b</i>	1.11 b	0.63
D.F.	4.39 a	0.57 a	<i>1.33 a</i>	1.07 b	0.55
Media	4.170	0.43	1.31	1.28	0.62
DMS	0.47	0.18	0.46	0.57	0.24
R. suficiencia	4–6	0.3–0.7	1.5–3.5	0.7–2	0.3–0.8

**Negritas = exceso; *Cursivas* = deficiencia.**

**Tratamientos con letras iguales no tienen diferencia estadística al 5% de probabilidad por prueba de Tukey**

**Tabla 23.** Valores N, P, K, Ca y Mg absorbidos por Nochebuena, México.

Estado	Absorbido por 100 plantas (g):				
	N	P	K	Ca	Mg
México	128.85	21.95	55.18	24.94	16.28
Michoacán	119.62	18.18	47.59	42.60	18.20
Morelos	114.29	17.77	59.98	36.15	17.04
Puebla	79.67	12.50	36.45	23.11	13.84
D. F.	133.29	25.90	63.28	31.84	17.24
<i>País</i>	<i>115.14</i>	<i>19.26</i>	<i>52.50</i>	<i>31.73</i>	<i>16.52</i>

Los “nutrimentos absorbidos” en gramos por 100 plantas en el país fueron de: N=115.14, P=19.26, K=52.50, Ca=31.73 y Mg=16.52, (última línea de la Tabla 23). Con los datos de la Tabla 23 referidos en la primera línea del Estado de México y la práctica de fertilización en gramos en dicho lugar para 100 plantas de N=210, P=30, K=165 Ca=65 y Mg=20; y al considerar al sustrato como medio inerte, se calcularon absorciones de: N=60%, P=73%, K=33%, Ca=38% y Mg=81%. Este procedimiento es aplicable al contrastar la fertilización del floricultor vs los nutrimentos absorbidos por Nochebuena en su localidad.

### Contraste de la producción de clavel y rosa de corte entre México versus Colombia y Ecuador

Breve discusión es desarrollada con relación a la cultura del análisis periódico y diagnóstico de las variables del agua-suelo-tejido vegetal de ornamentales. Por principio se recuerda México solo exporta menos de un 5% de su producción como flor de corte en comparación a Ecuador y Colombia que exportan prácticamente un 90% de su producción de ornamentales. Esto es, la presión por obtener calidad certificada obliga a aplicar tecnología de punta con relación a nuevas variedades certificadas, control fitosanitario prolijo, y necesidad de mejora de suelos y nutrición vegetal para cosechar calidad de flor.

México continúa produciendo clavel en 100% en suelo en tanto Colombia produce prácticamente en su totalidad bajo hidroponía en sustrato de cascarilla de arroz "combustionado" y esterilizado con vapor de agua. México produce rosa de corte en suelo al igual que Ecuador. En los tres países se usa agua de bajo contenido de sales y las geofomas corresponden a climas templados húmedos y sub-húmedos derivados de la intemperización de materiales volcánicos.

La radiación solar más intensa en los países de Colombia y Ecuador aún cuando favorecen para la obtención de flor de calidad; no es determinante para México en tanto aplique y adopte tecnología líder en materia de nuevos materiales genéticos, uso de porta injertos, producción bajo hidroponía y sustratos, diagnóstico nutricional periódico par un mejor manejo del suelo, riego y fertilización asociadas a buenas prácticas de pos cosecha y comercialización.

En la exposición de la conferencia se sugieren posibles alianzas entre los países sudamericanos con México para aprovechar fortalezas de recursos naturales y posicionamiento geográfico y de mercados internacionales con la experiencia tecnológica y la disposición política y económica de grupos de floricultores.

### CONCLUSION

La intervención de los sistemas de producción de ornamentales en México a través de metodología de diagnóstico de la calidad del componente agua-suelo-tejidos vegetales; permitió no sólo identificar desbalances y la generación de prácticas de enmienda y fertilización para coadyuvar a la obtención de

planta ornamental y flor de corte de calidad; sino que además fue posible visualizar otros factores negativos asociados de baja calidad de materiales genéticos, problemas de fito-sanidad y oportunidades de desarrollo y mejora para más alcanzar una mayor competitividad con el objeto de intervenir y desarrollar nuevos mercados relativos al consumo de plantas ornamentales.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Alarcón, L. A. 2004. Diagnóstico de nutrición agrícola: agua, suelo y material vegetal. Segundo Máster de Nutrición Vegetal de Cultivos hortícolas Protegidos. Ed. Universidad Politécnica de Cartagena España. 90 p.
- Alarcón, V.A. 2000. Tecnología cultivos alto rendimiento. Ed. Novedades Agrícolas. España. 459 pp.
- Alcántar, G.G. y V.M. Sandoval. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Publicación Especial 10, Chapingo Estado de México. 156 pp.
- Ansorena, M.J. 1994. Sustratos: Propiedades y caracterización. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 157 pp.
- Ayers y Westcott. 1987. Water Quality for Agric. FAO No. 29. 174 pp.
- Marschner, H. 2002. Mineral Nutrition of Higher Plants. Ed. Academic Press. 265-277 y 379-395.
- Martínez, M.F. 1995. Manual práctico de producción de Nochebuena. 87 pp.
- Mood, A. y F. Graybill. 1978. Editorial Aguilar. Madrid, España. 536 pp.
- Richards, L. A. 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual de Agricultura No 60. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Washington D. C. 171p.
- SAGARPA. 2006. Revista Claridades Agropecuarias # 154. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. A través de Internet. Boletín informativo en línea [www.infoasercia.gob.mx](http://www.infoasercia.gob.mx). Pp.3-39.  
<http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2006/diciembre/B012.htm>
- SMCS, 1987. Análisis Químico y Fertilidad de Suelos. Publicación Esp. N° 1 217 pp.
- Uzcanga, P.M.G. 2004. El consumo de flor de Nochebuena en el municipio de Texcoco, Edo. de México. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México. 77 pp.
- Vásquez, A.J.M.P. y J.A. Galindo. 2004. "PAQUEGANES+" Portafolio de Paquetes Técnicos con indicadores de ganancias. Publicación Esp. No. 41. INIFAP. México. 43 p.