FLORICULTURA Y PRODUCTIVIDAD

Por:

MARIO ARANGO MARIN
Ingeniero Agrónomo
Profesor Asistente Cultivo de Plantas Ornamentales

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Medellín
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
1997

UNAL-Medellín
0
6 4000 00037121 4

TABLA DE CONTENIDO

	pag
INTRODUCCION	1
1. CONFINAMIENTO	2
2. CALIDAD DE LAS PLANTAS MADRES	5
3. ECONOMIA DEL FOTOPERIODO	9
3.1 GRUPO DE RESPUESTA	9
3.2 LONGITUD DEL DIA	13
3.3 LUCES CONTINUA Y CICLICA	15
3.4 CALIDAD E INTENSIDAD DE LA LUZ	17
3.5 NUMERO DE HOJAS DE DIA LARGO	19
3.6 LUZ INTERRUMPIDA	21
4. MANEJO SOSTENIBLE DEL SUELO	24
5. REDISEÑO DE ESTRUCTURAS	32
5.1 ALTURA MINIMA DEL COBERTIZO	32
5.2 DURACION DEL POLIETILENO	33
5.3 COBERTURA LATERAL	34
BIBLIOGRAFIA	35

CB371214

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 3.1. Comportamiento fotoperiódico de algunas variedades de crisantemo en el Oriente Antioqueño.	10
Tabla 3.2. Equivalencia entre el suministro de luz continua y cíclica.	16
Tabla 3.3. Número de hojas de día largo (NHDL) en variedades de crisantemo, cultivado en La Ceja (6° L.N.).	21
Tabla 3.4. Programa de luz interrumpida para standard.	22
Tabla 4.1. Valores óptimos teóricos de los nutrientes en el suelo, según Soil and Plant Laboratory.	25
Tabla 4.2. Medidas de la salinidad y fertilización.	26
Tabla 4.3. Grado de dificultad en la absorción de las formas nutrientes, de menor a mayor, en forma descendente.	27
Tabla 4.4. Valores medios de los nutrientes en las hojas de varios cultivos floricolas .	29
Tabla 4.5. Grado de movilidad de los elementos en el floema.	30
Tabla 4.6. Fertilización liquida sugerida en ppm, según el análisis edáfico y foliar.	30

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 2.1. Producción esquejes variedad Polaris.	6
Gráfica 2.2. Producción esquejes variedad Vero.	7
Gráfica 3.1. Curva crecimiento Vero.	12
Gráfica 3.2. Longitud del día en La Ceja (Antioquia).	14

INTRODUCCIÓN

No sólo en floricultura, sino en toda actividad económica, la productidad es el mayor reto que hoy confrontan las empresas. Al punto de que es ya un lugar común el que se afirme sentenciosamente que quien no acceda a este desafio, pierde competitividad y mercados.

La historia de la floricultura colombiana, que tuvo su época dorada hasta mediados de la decada de los '80, registra ahora los apremios de: La revaluación del peso, el estancamiento de precios por sobre-oferta, la presión del *dumping*, el incremento en los fletes aéreos... Razones que han hecho detener los planes de expansión, revisar los modelos de contratación y selección laboral y reducir el perfil de estructuras fisicas, para orientarse hacia una austera economia de costos, a estudios de tiempos y movimientos para mayor eficiencia del trabajo, así como a la implantación de nuevas tecnologías que permitan mejor eficacia y mayores rendimientos, con la misma o superior calidad.

Ejemplo de estas técnicas son: El Confinamiento (llamado también Reclusión), Calidad de las Plantas Madres, Economía del Fotoperiodo, Manejo Sostenible del Suelo, asi como el Rediseño de Estructuras.

En ***Floricultura y Productividad*** se van abordar los citados temas, aunque no por extenso, sí con el detalle que permita el tiempo del Seminario. El autor quiere presentar este texto como elemento de discusión en la búsqueda de una floricultura proficua y vigorosa.

FLORICULTURA Y PRODUCTIVIDAD

De nuevo, este Seminario[1] pretende aportar algunos elementos que diluciden el complejo problema de la productividad. Para lo pertinente, además de señalar algunos signos para su diagnóstico, se consideran simultáneamente probadas tecnologías y evaluados procedimientos, que ya vienen siendo implantados en varias empresas floricolas, a tiempo que se intenta darles soporte teórico.

1. CONFINAMIENTO

El confinamiento es la concentración de plántulas en semilleros de compartimentos, en donde se les procura cumplir los tempranos requerimientos nutricionales, los controles fitosanitarios y las exigencias fotoperiódicas por un tiempo mayor al convencional, el que varía con la especie, y que resulta en una mejora de la calidad, aumento de la rotación del terreno, menores costos en el control de plagas y enfermedades, como en los de energía (Gómez, 1993, 97).

[1]Curso práctico de investigación en las universidades, anejo a la cátedra.

Entre los semilleros de compartimentos, se han usado varios con buenos resultados: Uno de cono truncado, en icopor de alta densidad, paredes internas lisas, con capacidad para 192 esquejes y con volumen unitario de 60 cc, sin embargo tal volumen debiera ser mayor en un 10-15% (Durán, 1996, 48). Otro, en plástico, de 84 celdas cúbicas con volumen unitario de 125 cc, parece mejor por capacidad y resistencia.

El sistema viene sustituyendo al conocido como *trasplante a raíz desnuda*. Este método convencional arraiga los esquejes en bancos elevados bajo riego nebulizado, y cuando éstos tienen 1,5 cm de raíz, se realiza el trasplante. Tiene como desventajas: El estrés que ocasiona el destrozo de pelos absorbentes y los problemas sanitarios (*Pythium*, *Agrobacterium*, nemátodos...) derivados de la heridas a las raíces en arrancada y trasplante de esquejes.

Las plantas confinadas deben tratarse con técnicas agronómicas depuradas: Selección del material, procedimientos de siembra, substrato, uso de fertilizantes foliares y bioestimulantes, así como de controladores biológicos (45).

Se han empleado diferentes tipos de mezclas para el substrato de confinamiento. Una de ellas es la de cascarilla de arroz Äbien esterilizada[2]Ä y humus en proporción 7:3 (v/v). Otra es la de añadir arena a los materiales anteriores para conseguir una relación 6:2:2 (v/v). A las mezclas anteriores conviene agregarles Carbonato de Calcio y Superfosfato Triple en proporción

[2]Para evitar problemas con *Rhizoctonia spp.*

respectiva de 1,5 y 0,7 kg/m^3.

Gyp, *Gypsophila paniculata*; Statice, *Limonium sinuatum* y Crisantemo (Pompón y Standard), *Dendranthema grandiflora*, son las flores de corte sobre las cuales se ha hecho el mayor número de ensayos. En Gyp, por ejemplo el confinamiento puede ser de 6-7 semanas, sin contar las tres de enraizamiento. Así, se reduciría el período de iluminación extensiva en tres semanas y el vegetativo en dos, con lo que la rotación se aumenta de 2,6 a 3,0 cosechas anuales. Y con la homogeneidad de la floración, que se puede lograr con Acido Giberélico (GA_3) en dosis de 500 ppm, se reduce el período de cosecha de seis a cuatro semanas, con lo que la rotación se puede incrementar a 3,4.

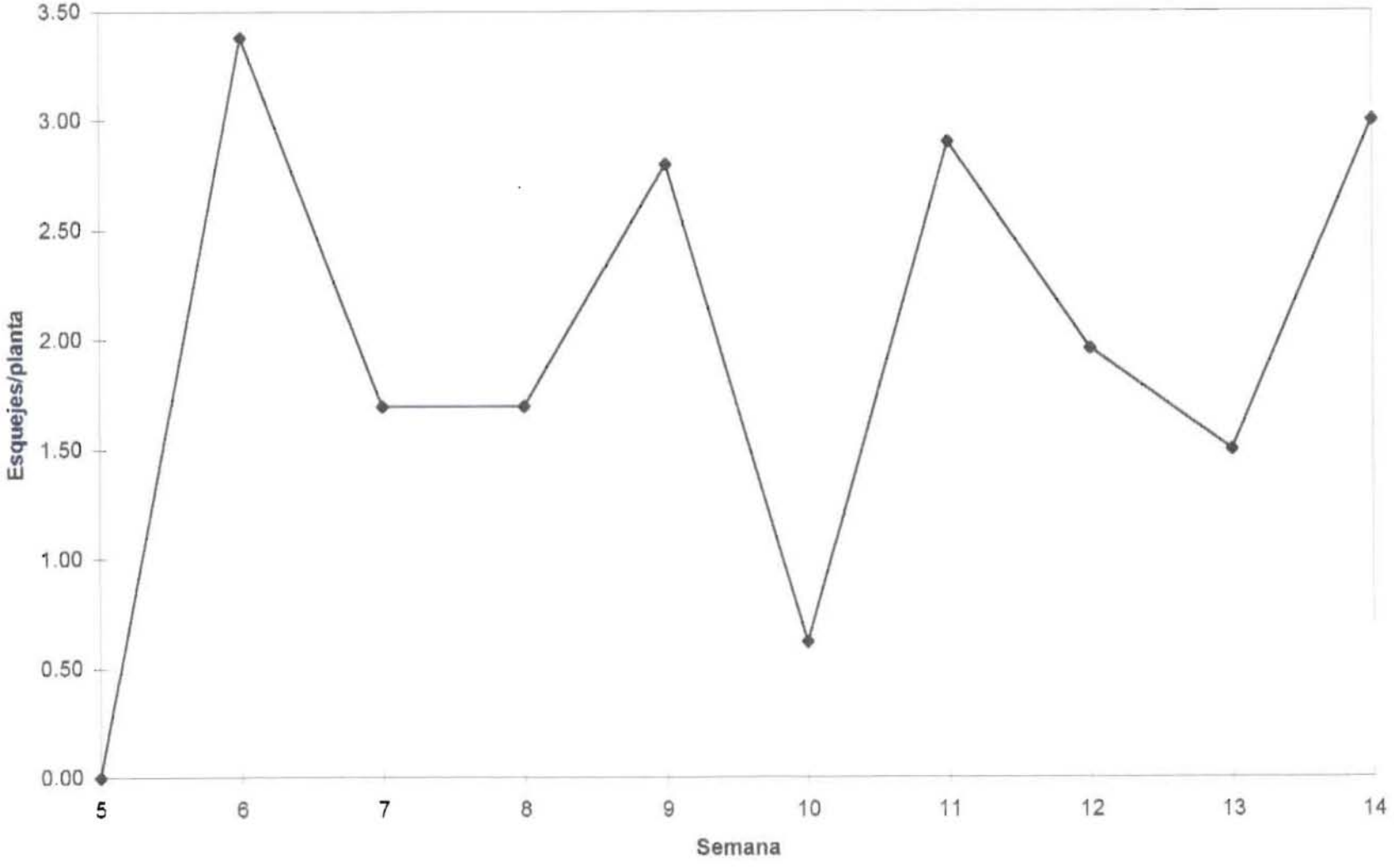
La reclusión del Statice más utilizada es de 45-50 días, incluído el período de germinación que son 8-10. Su ciclo vegetativo normal en el Oriente Antioqueño Cercano es de 110-115 días, desde el trasplante. Además de homogeneizar la floración, éste se puede reducir en 10-15 días con el uso de Acido Giberélico (GA_3), en dosis de 500 ppm, aplicando 10 cc por ápice. Reclusión más regulador de crecimiento hacen reducir en 21-28 días el ciclo vegetativo, con lo que la rotación del terreno se aumenta de 3,2 a 4,2 cosechas anuales.

El crisantemo tiene un período de confinamiento entre 21-28 días (24 en promedio), dándose todo el período de iluminación artificial en el área de reclusión. Esto significa que el uso del terreno se disminuye en 2-3 semanas, o sea que la rotación se incrementa entre 22-35%.

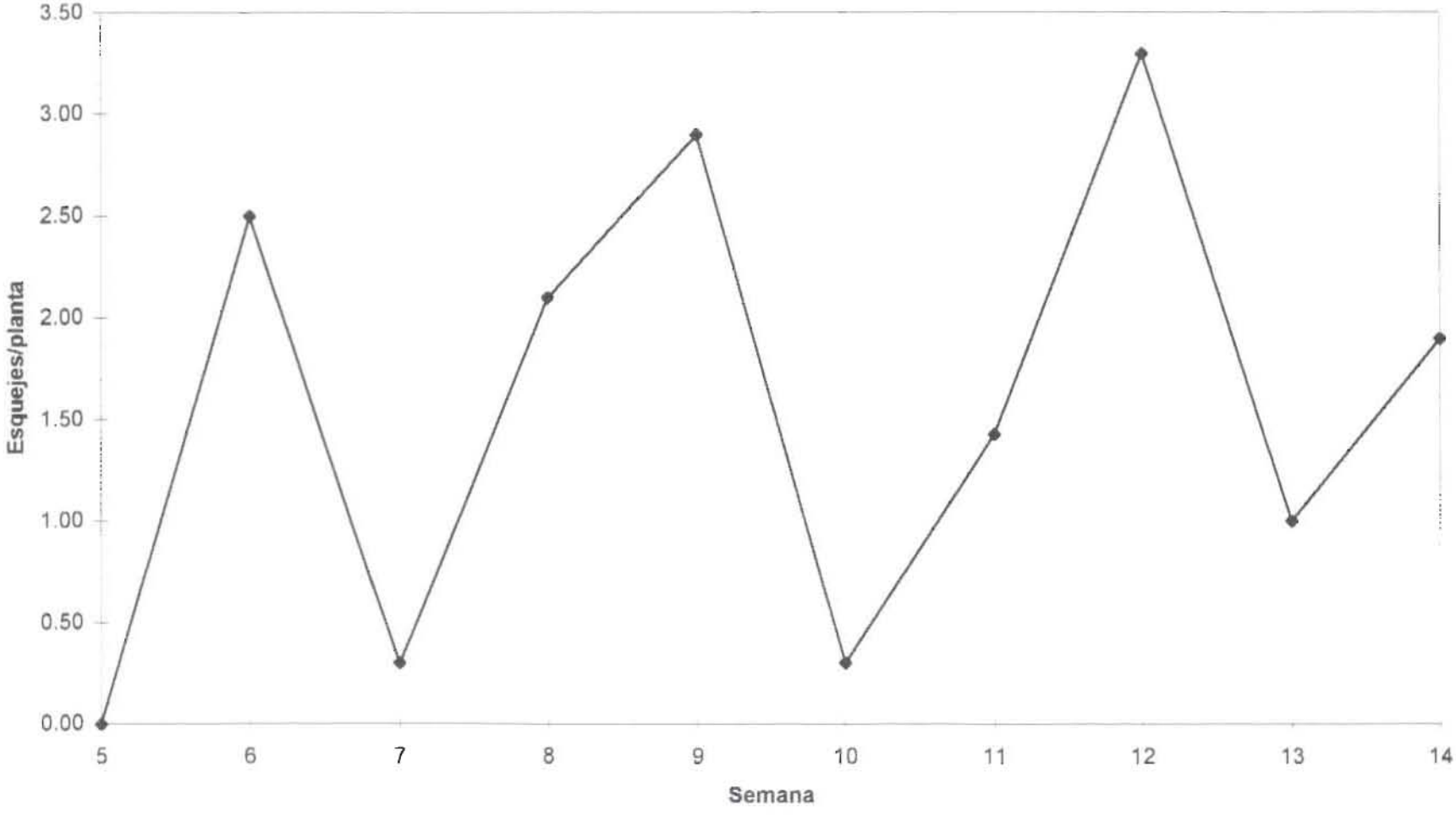
2. CALIDAD DE LAS PLANTAS MADRES

En plantas ornamentales de propagación vegetativa, de ciclo corto y que requieran plantas madres para mantener una producción permanente, se sostiene el principio fundamental, según el cual el éxito del cultivo radica en la calidad del material de propagación, así como de las labores próximas antes y después del trasplante (Machin, 1990, cp). El crisantemo, de fotoperíodo corto, de inducción floral cercano a las 14,5 horas y de desarrollo de 13,5, es el cultivo que más responde al enunciado y por eso se toma como referencia obligada.

La calidad del material de propagación depende tanto de su inicial procedencia como del manejo de las plantas madres. Tal manejo debe obedecer a directrices bien definidas tanto por edad y fitosanidad, como por condiciones y labores de cultivo, para el logro de unos esquejes, para el caso del crisantemo, que reflejen esa calidad en el marco de los siguientes parámetros: 6-8 cm de largo, 2-3 hojas fuente bien formadas, 4-5 mm en grosor de tallo, 1,0-1,5 cm entre base y próxima hoja. La selección de esquejes bajo tales definiciones es básica. La edad de la planta madre juega un papel decisivo, particularmente en la calidad fisiólogica del esqueje, de modo significativo en la prevención del desorden denominado *formación compuesta* (Cockshull, 1983, 117). En este sentido es prevalente en la planta madre el tiempo de producción de esquejes; según las gráficas 2.1 y 2.2, éstas deberían tener un ciclo no mayor de 12 semanas, pues a partir de la misma se inician los rendimientos decrecientes y la calidad de los esquejes se ve disminuída.



Gráfica 2.1. Producción de esquejes para la variedad Polaris



Gráfica 2.2 Producción de esquejes para la variedad Vero

Aún más, la teoria del *Número de Hojas de Dia Largo* ÄNHDLÄ (120) indica la propensión a la antesis en la medida del tiempo, tras el desarrollo foliar, no obstante el suministro de los días largos. Ello significa que en tanto más edad tenga la planta madre, mayor es la tendencia a producir esquejes floralmente inducidos.

La labor de poda, o selección de los mejores brotes, normalmente los más apicales, es significativa en la calidad de los esquejes. Los brotes medios o basales son más lignificados y, cubiertos por los apicales, reciben menor intensidad lumínica, tanto natural como artificial.

La cosecha de esquejes debería no ser menor a tres veces por semana. Con ello, no sólo hay más uniformidad en el propágulo, sino mayor productividad de la planta madre.

3. ECONOMIA DEL FOTOPERIODO

El crisantemo, como ya se dijo, es una planta de fotoperiodo corto; es decir, florece cuando la longitud del día es inferior a una determinada cantidad límite, a saber: 14½ horas, que es su fotoperiodo crítico inductivo (FCI), y 13½ horas para que el desarrollo de la floración (FCD) se produzca normalmente. Para esta planta, pues, un día corto es el que tiene menos de las mencionadas longitudes críticas y un día largo, el que las iguala o excede. Esto significa que para mantener su condición vegetativa el crisantemo requiere un FCI cuando menos de 14½ horas. Para su desarrollo floral, en cambio, exige un FCD inferior a 13½ horas (Fides, 1990, 13).

3.1 GRUPO DE RESPUESTA

Grupo de Respuesta (GR) es el tiempo transcurrido desde la iniciación de los días cortos hasta la antesis o floración. La gran mayoría de las variedades comerciales tiene un GR que varía entre 50 y 65 días. Y por ser una característica genotípica o varietal, ha de entenderse el GR como constante para los efectos de calcular el tiempo de cosecha. La tendencia comercial se inclina por la búsqueda de variedades con menor GR y con un buen comportamiento agronómico, a fin de lograr una mayor rotación del terreno.

El ciclo total (CT) es igual al GR, más los días largos (DL); es decir, **CT = GR + DL**. El objetivo de extender la longitud del día en el crisantemo -vale decir, sumar entre luz natural y artificial una cantidad superior o igual a 14½ horas - es la obtención de tallos florales con longitud no inferior a 80 cm y cepas de 25-30 cm. La necesidad de conocer el GR es fundamental en el control del tiempo de cosecha. Generalmente lo suministra el proveedor de esquejes, pero es necesario determinarlo con precisión en las condiciones locales. El procedimiento consiste en sembrar, bajo condiciones de día corto, algunos esquejes de la variedad y establecer en cuánto tiempo florecen. Al sumar este GR, así definido, a los DL que la planta requiere para alcanzar una altura final determinada, se podrá conocer el CT y el día de la siembra (DS), de tal modo que la cosecha de las distintas variedades sea simultánea y se puedan cumplir las proporciones de empaque requeridas. En la Tabla 3.1 se puede observar el comportamiento fotoperiódico de algunas variedades cultivadas en el Oriente Antioqueño (6° LN).

Tabla 3.1 Comportamiento fotoperiódico de algunas variedades de crisantemo en el Oriente Antioqueño (6° L.N.).

Variedad	GR	DL	CT	DS
Yellow Vero	61	13	74	+1
Vero	61	13	74	+1
Volare	53	14	67	+8
G. Polaris	63	15	78	-3
Reagan	58	18	76	-1
Royal Mundial	60	18	78	-3
Statesman	59	21	80	-5
Ready	56	25	81	+2
Eleonora	59	25	84	-2
S. White	64	27	91	0
S. Yellow	64	27	91	0

Sede Medellín
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS
Ciencias Agropecuarias y Ciencias

El DS, que es un ajuste para que la cosecha sea simultánea, se hace de tal manera que, si el promedio del CT para la variedades de pompón, como en este caso es de 75 días, este número en cuenta regresiva, desde el pico de cosecha hasta un día que se denomina cero. A partir del día cero se hace el ajuste de siembra mencionado. Este procedimiento es fundamental, particularmente en los picos de producción de las festividades.

Los DL se determinan de manera precisa por medio de la curva varietal de crecimiento. Ella se elabora con el establecimiento de la altura alcanzada por la planta en cada semana del ciclo. Esta curva sigmoidal permite mantener el control de la altura de la planta en relación con el tiempo de cultivo. Sin embargo, de una manera más simple, la aplicación de la fórmula

$$\mathbf{Af = Ai\ (1+K)}$$

en donde la altura final (Af) será igual a la inicial (Ai) - la alcanzada al momento de iniciar los días cortos - por el binomio uno más la constante K. La constante K, que resulta de la pendiente de la curva, se puede obtener de las mediciones Af y Ai anteriores. Para una Af dada, por ejemplo 105 cms, los DL se determinan con la proyección a la abscisa de la Ai calculada. Las curvas de crecimiento son de gran utilidad para el control semanal de la altura de las plantas, siendo herramienta para tomar los correctivos oportunamente. La Gráfica 3.1 registra la curva de crecimiento de una variedad representativa (Vero).

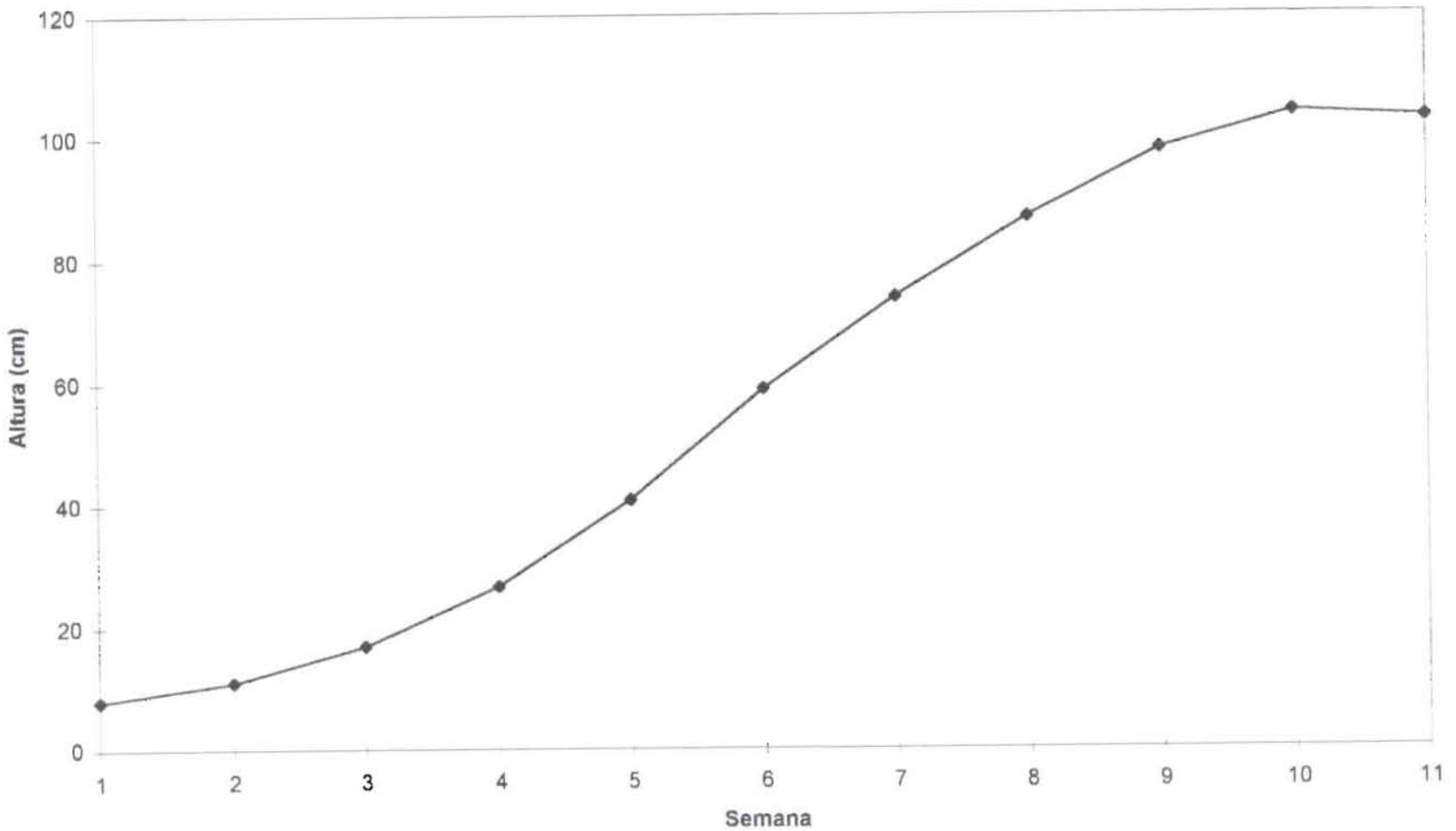


Gráfico 3.1. Curva de crecimiento Vero

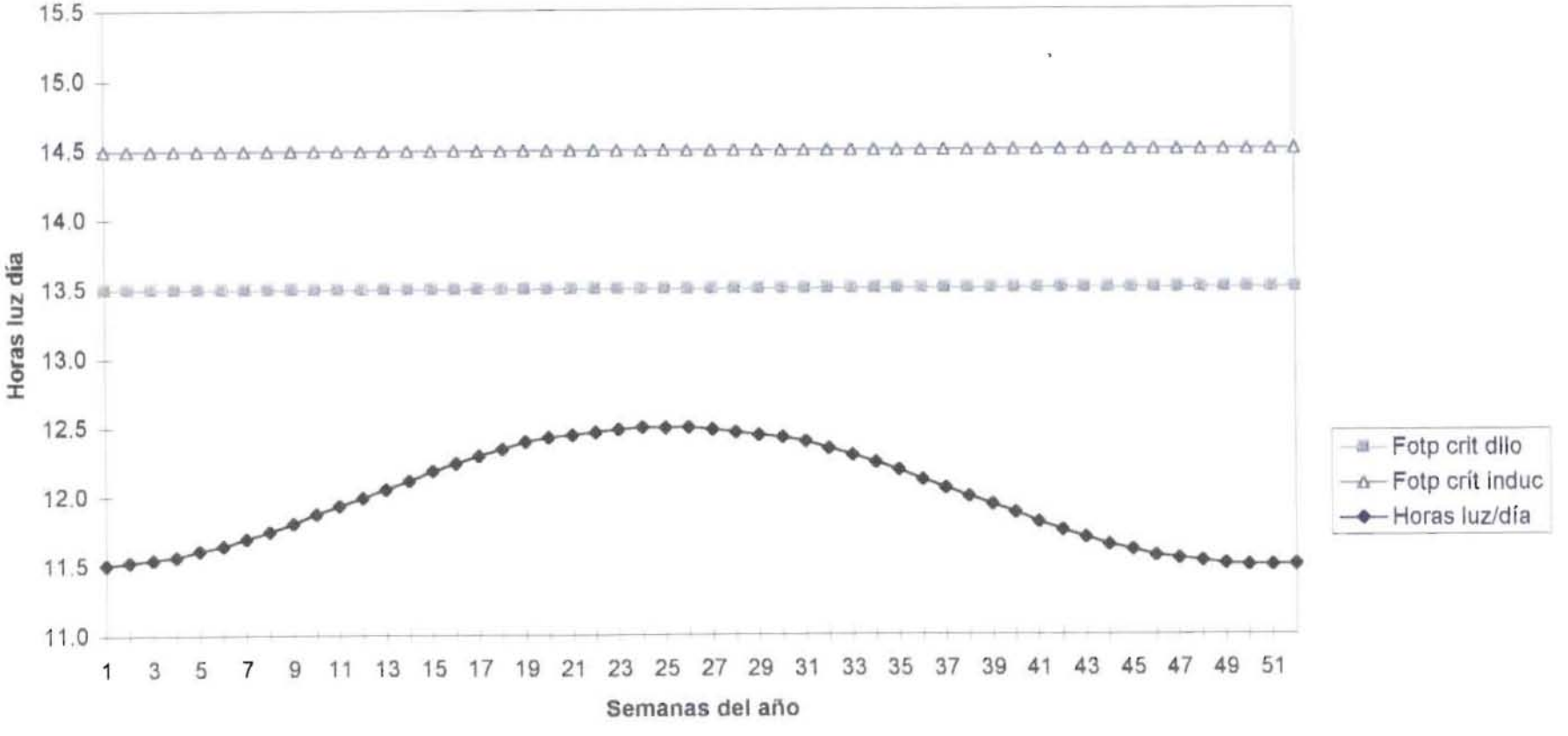
La siembra de un lote de producción se inicia con las variedades que menos DL requieren y termina con las de mayor número. De este modo, la cortina negra -cuyas especificaciones se dan más adelante - que separa el sector bajo días cortos del que está sometido a DL, se puede desplazar ordenadamente, según se vayan cumpliendo esas necesidades lumínicas.

3.2 LONGITUD DEL DIA

En las condiciones de La Ceja (Antioquia), Colombia, a unos 6° L.N., el comportamiento anual de la longitud natural del día se describe en la Gráfica 3.2.

La longitud del día, considerada hasta que la intensidad lumínica solar sea de 15 bujías-pie (fc)[3], como se puede apreciar, oscila entre 11½ horas (Diciembre 21: solsticio de invierno) y 12½ horas (Junio 21: solsticio de verano). Bajo tales condiciones, para producir el efecto de día largo es necesario prolongar, artificialmente, la luz del día entre dos y tres horas, según el faltante para alcanzar el fotoperíodo crítico inductivo (FCI). Este complemento debe ser suministrado en la mitad del período oscuro, y sin que este último exceda las cinco horas continuas. La razón de ello es que, según la investigación más reciente, el crisantemo es una planta que florece bajo noches largas. Una noche larga para esta planta es la que tiene un período oscuro superior o igual a 9½ horas, con una intensidad lumínica inferior a 2 fc.

[3]Bujía-pie es una medida de la intensidad lumínica, conocida con la sigla en inglés fc y 10,7 fc son iguales a un lux.



Gráfica 3.2. Longitud del día en La Ceja (Antioquia)

Ensayos sin publicar que el autor ha realizado en La Ceja, señalan que la fórmula *dos noches sí, una no*; es decir, dos noches bajo DL seguidas de un DC, que economiza el 33% de energía, no mostraron ninguna diferencia significativa respecto de la forma convencional ininterrumpida de suministrar los días largos.

3.3 LUCES CONTINUA Y CICLICA

El complemento de la luz artificial con fines de lograr el efecto de día largo, puede ser dado mediante la luces continua o cíclica. En el caso de la luz continua y de acuerdo con la Gráfica 3.2 para alcanzar el FCI, que es de 14½ horas, se procede así: Las 3 horas se proveen entre las 22:00 y la 01:00, desde principios de noviembre hasta inicios de febrero. Las 2½ horas se aplican entre las 23:00 y 01:30 a un sector y, entre las 22:30 y 01:00 al otro, desde inicios de febrero hasta finales de abril y desde inicios de agosto hasta final de octubre. Finalmente, las 2 horas se suministran entre las 23:00 y 01:00, desde principios de mayo hasta final de julio.

La luz cíclica es el suministro del fotoperiodo en forma intermitente, en la que los ciclos de oscuridad se alternan secuencialmente con los de iluminación. El control de la alternancia de los ciclos se puede hacer manualmente o mediante temporizador. Esos dos sistemas de luz cíclica son:

- **De operación manual**, que suministra el fotoperiodo en ciclos de luz de media o una hora, con

intervalos de oscuridad no mayores de cinco horas. Por razones de tipo económico, cada vez se utiliza menos esta modalidad.

- **Con temporizador**, en el que - el ciclo más comúnmente empleado - alterna períodos de seis minutos de luz con 24 de oscuridad. Aunque sus costos iniciales son relativamente altos, el sistema se impone cada vez más por la considerable disminución de energía demandada. La luz cíclica guarda relación de equivalencia por efecto con la continua, si se suministra con arreglo a la Tabla 3.2.

La iluminación cíclica obviamente economiza energía; pero, dado su punto de marginalidad crítica, no es recomendable usarla en plantas madres, donde la necesidad de preservar su estado vegetativo, hace imprescindible el rigor en el efecto de día largo. Sin embargo, el concepto en sí no desaconseja, como de

Tabla 3.2 Equivalencia entre el suministro de luz continua y cíclica.

	Luz continua		**Luz cíclica**	
No horas	**Horario**	**Tiempo del año**	**Horario**	**Tiempo**
2.0	23 : 00 - 01 :00	Ini May - Fin Jul	22 :00 - 02 :00	48'
2.5	23 :00 - 01 :30	Ini Feb - Fin Abr	22 :00 - 03 : 00	60'
2.5	22 :30 - 01 :00	Ini Ago - Fin Oct	21 : 00 - 02 : 00	60'
3.0	22 :00 - 01 :00	Ini Nov - Ini Feb	21 : 00 - 03 : 00	72'

De hecho se viene haciendo, adelantar ensayos con buen soporte estadístico y severidad metodológica, que busquen reducir el alto costo de la iluminación. No es tampoco recomendable suministrar luz cíclica a las variedades de crisantemo del tipo standard en sitios donde las temperaturas nocturnas sean inferiores a 10°C, debido a la propensión, bajo tales circunstancias, a la indeseable "botonadura en corona". Este desorden fisiológico, caracterizado por un mayor desarrollo de los botones axilares respecto del apical, es resultado de la marginalidad crítica del fotoperíodo, modificado por la temperatura.

3.4 CALIDAD E INTENSIDAD DE LA LUZ

La respuesta fotoperiódica no se debe exclusivamente a la longitud del día, sino también a la calidad e intensidad de la luz. La parte roja del espectro de luz, entre 5.800 y 7.200 Å (unos 600 nanómetros[4] de longitud de onda), es la responsable de hacer producir la respuesta fotoperiódica. Las lámparas incandescentes y fluorescentes proveen igual cantidad de la parte roja del espectro, sin embargo, las últimas emiten muy poca cantidad de luz infrarroja, que es la responsable de la elongación de los tallos. Por tal razón la luz fluorescente se desaconseja usarla en plantas de producción de flor, donde se necesita que los tallos elonguen para alcanzar las longitudes exigidas por el mercado. La luz fluorescente, de hecho, sólo se usa en plantas madres, donde es preferible mantenerlas pequeñas.

[4]Nanómetro es igual a 10^{-9} mts.

Si bien la luz fluorescente es de menor consumo y demanda de energía que la incandescente, su instalación y mantenimiento son más costosos, aparte de que, después de ciertas horas de uso, inicia un titilar, imperceptible al ojo humano, que puede hacer fallar el efecto de día largo.

Por las limitaciones anteriores, el sistema de Sodio a alta presión (SAP) viene imponiéndose, por sobre todo debido a su mayor eficiencia lumínica (3,75 veces más que la incandescente). SAP puede utilizar la misma infraestructura eléctrica utilizada en la incandescente, por lo que el cambio no resulta muy oneroso. La intensidad lumínica sugerida para SAP es de 20 fc.

La intensidad luminica, para el caso de la luz continua, no debe ser inferior a 10 fc y de 15 fc para la luz cíclica. Las lecturas de fotómetro, a efecto de verificar las anteriores intensidades, deben hacerse colocando el aparato en la intersección de los conos de iluminación y sobre el ápice de las plantas.

Las bombillas deben ser del tipo bulbo reflector o, en su defecto, hacerles una cobertura cónica de material aislante, con el fin de evitar los indeseados reflejos en el plástico de los cobertizos. Hay variedades de crisantemo que tienen reacción fotoperiódica a intensidades lumínicas entre 3 y 5 fc, así que tales reflejos pudieran provocarles el efecto de día largo, produciéndose irregularidades fisiológicas (formación compuesta, por ejemplo) y retraso en la floración. Para prevenir lo anterior es necesario utilizar cortinas negras para separar el área de plantas bajo días largos de la sometida a días cortos. Estas cortinas deberían ser de satín negro que garanticen la

total oscuridad en el área bajo días cortos[5]. Se pueden utilizar otros materiales más económicos, pero siempre será necesario tener control sobre la luz que pudiera filtrarse. El uso del fotómetro debe ser una práctica regular en el cultivo de crisantemo. De este modo se pueden controlar algunos desórdenes fisiológicos y los inesperados retrasos de la cosecha.

3.5 NUMERO DE HOJAS DE DIA LARGO

El estado vegetativo en el crisantemo no es posible mantenerlo indefinidamente, así se provean rigurosamente las condiciones de longitud del día, calidad e intensidad de la luz, analizadas anteriormente. El botón floral se iniciará, inevitablemente, cuando el meristema apical haya "formado" un determinado número de hojas. Cuando la planta alcanza el "número de hojas de día largo", NHDL, el botón floral se inicia, independientemente de la longitud del día.

El NHDL depende de la variedad, y si éste es excedido, probablemente, el tallo floral manifestará la indeseable "formación compuesta", cuya característica es la de que los botones inferiores inmaduros sobrepasan en crecimiento a los apicales más desarrollados.

Esto sucede cuando, para retrasar la cosecha o alcanzar mayor altura, se emplean más DL que los necesarios. El resultado inevitable es la pérdida en la estética del tallo floral y el incremento en los costos de energía.

[5]La tela debe tener no menos de 27 urdimbres y 41 tramas por cm^2.

El botón prematuro es una expresión de formación compuesta, muy común en variedades con un NHDL relativamente bajo. En razón de la alta luminosidad, imperante cerca del ecuador terrestre, las plántas de crisantemo "forman" un más rápido y menor número de hojas que el NHDL establecido para latitudes septentrionales. Un caso típico de lo anterior lo representan las variedades del grupo Vero, en las que se ve aún más pronunciado el efecto bajo condiciones de temperatura por debajo de 10°C.

Para contrarrestar tales efectos ha de evitarse producir esquejes por más de siete semanas en variedades de NHDL reducido; además, se sugiere disminuir el tiempo entre el despunte y el fin de los días largos, efectuándolo 18-20 días después del transplante. Igualmente, es deseable reducir el diferencial de temperaturas diurna y nocturna, que hace más notorio el efecto anterior, replegando las cortinas laterales durante el día, para permitir una buena ventilación, y desplegándolas durante la noche, para conservar por más tiempo el calor interno.

La tabla 3.3 registra el número de hojas de día largo (NHDL) para algunas de las variedades más cultivadas en Colombia. Su efecto práctico es el de proporcionar información para el manejo de las plantas madres, así como el de contar con un criterio más certero para el suministro del fotoperiodo, según la variedad.

Tabla 3.3 Número de hojas de día largo (NHDL) en variedades de crisantemo, cultivadas en La Ceja (6° LN).

Número de hojas	Variedad
20 - 23 hojas	Vero Y. Vero Grupo Reagan
24 - 26 hojas	G. Polaris Polaris Dolly
27 - 30 hojas	Cotton ball Delicius Gallant Royal Mundial
31 - 34 hojas	Ready Reflect Statesman S. White S. Yellow Tinsel White Rhino
35 - 38 hojas	Naru Regatta Volare

La temperatura nocturna tiene un efecto modificador de la respuesta fotoperiódica al variar el NHDL. En los pisos térmicos donde se cultiva el crisantemo en Colombia (1.800-2.500 msnm y 13-22°C de temperatura media), en algunas épocas del año, las temperaturas nocturnas son muy frías (menos de 10°C), lo cual hace que la planta forme un mayor número de hojas antes del botón, inhibiendo o retrasando la floración.

3.6 LUZ INTERRUMPIDA

La luz interrumpida consiste en producir el efecto de día largo, después de que transcurren unos

cuantos días cortos, y se ha inducido por tanto la floración. Varios ensayos indican que los días largos aplicados después de unos días cortos, tras el régimen fotoperiódico normal, reducen el número de flores discales y aumentan el de las lígulas, lo cual produce capítulos de mayor volumen en los standard.

El botón se forma aproximadamente a los 20 días después de la iniciación de los días cortos, así que producir nuevamente el efecto de día largo, con la floración ya inducida, intenta modificar el fotoperiodo crítico de desarrollo (FCD), con los efectos ya descritos.

La temperatura -cuando la nocturna está por debajo de 10°C o el diferencial entre ésta y la diurna es mayor de 12- ejerce su papel modificador del fotoperiodo justamente en el momento de la formación del botón. Este es un aspecto que pasa muchas veces inadvertido por los cultivadores, y es la razón por la que, en algunas épocas del año, se acentúan algunos desórdenes fisiológicos como la formación compuesta y el antocianismo.

Tabla 3.4 Programa de luz interrumpida para standard.

Estado de la planta en días	Número de días fotoperiódicos	Longitud del día
01 a 28	28	Corto
29 a 40	12	Corto
41 a 50	10	Largo
51 a flor	41(±)	Corto

El programa de luz interrumpida no se sugiere a cultivadores que no tengan resueltos otros problemas -nutricionales, estructura del suelo, humedad, enfermedades, nemátodos- que afectan el diámetro del capítulo.

4. MANEJO SOSTENIBLE DEL SUELO

Un programa de fertilización apropiado y balanceado mejorará la duración de vida en florero, reducirá los problemas de plagas y enfermedades, amén de mejorar la productividad. La planta requiere, para un normal desarrollo, tanto de los llamados macro-elementos (N, P, K, Ca, Mg y S), como de los micro-elementos (Cu, Zn, Mn, Fe, B y Mo); pero la adecuada aprovechabilidad de éstos depende, entre otros, del contenido de materia orgánica, del mantenimiento de la estructura, del pH del suelo, del correcto suministro de agua, de la fuente de fertilizante utilizada, de las relaciones que los elementos deben guardar, así como de la actividad biótica (Rutten, 1993, 20), (Burbano, 1989, 145).

El suelo es un complejo biótico, físico y químico y, como tal, no se rige por leyes exactas para preservarlo. Es conveniente, sí, mantener los criterios del párrafo anterior evitando el sobre-laboreo, la fumigación innecesaria, la falta de contención de la era, los excesivos volúmenes y altos caudales de agua, así como inapropiados programas de fertilización. En cuanto a lo último, las excesivas aplicaciones de un elemento no necesariamente serán asimiladas en relación directa con su cantidad, y más bien podrían interferir la normal absorción de otros. Así, por ejemplo, un exceso de Calcio reduce la aprovechabilidad del Fósforo y del Boro; el Potasio en demasía interfiere la asimilación del Magnesio; el exceso de Fósforo bloquea el Zinc, como el alto contenido de Nitrógeno inhibe la absorción del Cobre y visceversa (Rutten, 1993, 22).

Un programa nutricional está basado en la aproximación a rangos específicos que intenta un adecuado balance entre los elementos; para lo cual los frecuentes análisis de suelos y foliares son una valiosa herramienta. En la Tabla 4.1 se presentan los valores óptimos teóricos de los distintos nutrientes en el suelo para varios cultivos floricolas, con porcentajes de saturación media entre 40 y 50%, según Soil and Plant Laboratory, Inc.

Tabla 4.1 Valores óptimos teóricos de los nutrientes en el suelo, según Soil and Plant Laboratory.

Parámetro	Valor óptimo
Potencial hidrógeno (pH)	5.5 - 6.5
Conductividad eléctrica	< 3.0 (*)
Nitrógeno nitrico	115 - 140 ppm
Nitrógeno amoniacal	9 - 11 ppm
P como fosfato	40 - 50 ppm
Potasio	200 - 250 ppm
Calcio	4300 - 5400 ppm
Magnesio	570 - 620 ppm
Cobre	2.0 - 2.5 ppm
Zinc	4.0 - 5.0 ppm
Manganeso	12 - 15 ppm
Hierro	80 - 100 ppm
Boro	0.3 ppm

(*) Mmhos/cm.

Las relaciones más importantes por mantener son las siguientes: Ca/Mg:7,5/1; Mg/K:2,9/1; Ca/K:22/1; N-nitrico/N-amoniacal:13/1; K/N:1,6/1.

La conductividad eléctrica, o la medida de la salinidad, nos indica el nivel de la fertilización, según la etapa del cultivo, asi como los requerimientos de la planta en cada fase. La Tabla 4.2 muestra lo anterior, bajo tres escalas de la salinidad (Joiner *et al*, 1981, 229).

Tabla 4.2 Medidas de la salinidad y fertilización.

$Kx10^{-5}$	$E.C.x10^{-3}$	ppm	Rango
25	0.25	162	A
50	0.50	325	
75	0.75	487	
100	1.00	650	
125	1.25	812	A
150	1.50	975	
175	1.75	1137	C
200	2.00	1300	
225	2.25	1462	
250	2.50	1625	
275	2.75	1787	D
300	3.00	1950	
325	3.25	2112	E
350	3.50	2275	
375	3.75	2437	
400	4.00	2500	

El rango A es el nivel satisfactorio en el suelo, previo a la siembra, pero es deficiente para plantas establecidas. El rango B es un nivel en el que las plantas pueden exhibir deficiencia de Nitrógeno y pobre color. El rango C es el de mayor eficiencia y economía en crisantemo: No hay mayores deficiencias. El rango D es el nivel de máxima salinidad permisible. Y en el rango E hay un

definitivo peligro para la cosecha: Los márgenes de las hojas se ven quemados y el sistema de raíces no funciona normalmente.

Las fuentes de fertilizantes deben seleccionarse muy bien, a fin de suministrar a las plantas los nutrientes de la manera más adecuada, ya que no todas las formas iónicas y catiónicas son absorbidas con la misma facilidad. La Tabla 4.3 señala el grado de dificultad en la absorción de los nutrientes, el cual aumenta progresivamente de A a E.

Tabla 4.3 Grado de dificultad en la absorción de las formas nutrientes, de menor a mayor, en forma descendente.

Nivel A:	NO_3^-		Cl^-
Nivel B:	K^+	Na^+	NH_4^+
Nivel C:	Mg^{++}	Ca^{++}	S^{++}
Nivel D:	Mn^{++}	Cu^{++}	Zn^{++}
Nivel E:	PO_4^{---}	Fe^{+++}	Mo^{+++}

Las siguientes consideraciones se desprenden del análisis de la Tabla 4.3: El Nitrógeno y el Potasio, por su altísima disponibilidad y posibilidad de pérdida -por volatilización o lixiviado-, preferiblemente deben ser aplicados en los riegos fertilizados. Las formas no muy solubles de Fósforo, Calcio y Magnesio deben ser aplicadas en la fertilización pre-siembra, finamente

molidas, para asegurar su más rápida disponibilidad.

Especial cuidado merece el Cloro en exceso por su característica depresiva para la planta y por la alta residualidad que tienen algunas formas, por lo que se debe evitar el riego con aguas que contengan más de 1,0 meq/l de cloruros, así como restringir al máximo el uso de biocidas clorinados y de fertilizantes a base de éllos. Es también importante señalar el perjuicio que tiene para la planta el alto contenido de la forma amoniacal de Nitrógeno o de su desbalance en relación con la forma nítrica. Este produce un crecimiento suculento, con menor peso seco y hace que las plantas sean más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, por la marcada interferencia del amonio en la síntesis de carbohidratos. Adicionalmente, en el proceso de mineralización del Nitrógeno, la forma de nitrito, que es muy tóxica para las plantas, permanece estable, particularmente en suelos que se mantienen muy húmedos.

Una muy eficaz manera de mejorar el aprovechamiento de las formas con más alto grado de dificultad en su absorción, como lo es el Fósforo en andosoles, es mediante el empleo de micorrizas. La inoculación del suelo con *Glomus fasciculatus*, por ejemplo, ha dado buenos resultados en floricultura, no sólo desde el punto de vista de la menor cantidad de fertilizantes, particularmente fosfóricos, sino de la obtención de un mayor vigor y un más rápido crecimiento (Burbano, 1989, 145).

El desarrollo, como las necesidades nutricionales de las plantas, se representan en una curva

sigmoidal, en donde al principio y al final aquellos son muy lentos. Hay algunos elementos como el Calcio que se concentran al final con la madurez de la planta. Por la razón anterior es conveniente efectuar el análisis foliar, simultáneamente con el edáfico, en la parte media de la vida de la planta, desde luego en las de ciclo corto, en donde refleja más su verdadero estado nutricional. En la Tabla 4.4 se señalan los valores medios de los nutrientes en las hojas de varios cultivos floricolas (Larson, 1992, vr)

En la Tabla 4.5 se señala el orden de movilidad de los elementos en el floema. El concepto de la movilidad y los criterios anteriormente descritos, nos permiten establecer con base cierta un programa de fertilización adecuado.

Tabla 4.4 Valores medios de los nutrientes en las hojas de varios cultivos floricolas.

Elemento	Crisantemo	Clavel	Rosa	Aster
N (%)	5.00	4.00	3.60	3.75
P (%)	0.45	0.30	0.25	0.40
K (%)	5.25	3.00	2.20	3.75
Ca (%)	1.50	1.50	2.30	1.20
Mg (%)	0.45	0.30	0.30	0.30
S (%)	0.50	-	0.15	-
Fe (ppm)	300	100	115	175
Mn (ppm)	190	170	140	165
B (ppm)	55	65	45	50
Cu (ppm)	14	12	10	15
Zn(ppm)	50	50	35	55

Tabla 4.5 Grado de movilidad de los elementos en el floema.

Móvil	Intermedio	Poco móvil
Nitrógeno	Hierro	Calcio
Fósforo	Manganeso	Boro
Potasio	Cobre	
Sodio	Zinc	
Magnesio	Molibdeno	
Azufre		
Cloro		

En la Tabla 4.6 se sugieren unos rangos para la nutrición del crisantemo, cuando se emplea el riego fertilizado y están basados en el contenido de cada uno de esos elementos en el suelo y en las hojas.

Tabla 4.6 Fertilización líquida sugerida en ppm, según el análisis edáfico y foliar.

Nutriente	Contenido en suelos y hojas		
	Alto	Medio	Bajo
N-Amoniacal	0 - 3	6 - 8	12 - 16
N-Nítrico	10 - 40	90 - 100	180 - 200
Fósforo	0 - 20	50 - 80	100 - 160
Potasio	10 - 40	150 - 180	200 - 220
Boro	0 - 0.2	0.3 - 0.4	0.5 - 0.6

Otros elementos no considerados en la Tabla 4.6, como Cobre, Zinc, Hierro y Manganeso, de encontrarse en nivel bajo, y dada su condición de elementos traza, se puede recurrir a la forma quelatada para su aplicación foliar. O bien que, por tratarse de elementos de movilidad intermedia - y que son metales pesados contenidos en los más comunes fungicidas - se podría reforzar con uno de ellos, dentro del programa de prevención de enfermedades, según las circunstancias. La inclusión del Boro se debe a la importancia del elemento en las cosechas florales y a su escasa movilidad. No sobra indicar que las fuentes empleadas deben ser de alta reacción y solubilidad.

Para el cálculo rápido de las partes por millón (ppm) se procede así: Las ppm que aporta una fuente fertilizante, cuando se diluyen 28,35 g (una onza) de ésta en 378 l (100 gal) de agua, son iguales al porcentaje del nutriente en dicha fuente, multiplicado por la constante 0,75. Por ejemplo, 28,35 g de Nitrato de Potasio (13-0-44), diluidos en 378 l, aportan 9,75 ppm de Nitrógeno y 33 ppm de Potasio.

El riego fertilizado convencional se prepara ya bien en estanques con agitadores motorizados o manuales - para mantener una solución homogénea -, o en dispositivos que permiten inyectar al agua de riego los nutrientes en la proporción deseada. A fin de no ocasionar erosión de la capa vegetal, conviene no exceder el caudal del *fertirriego* en 5 gal/30 seg (0,6 lt/seg).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Medellín
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS
Ciencias Agropecuarias y Ciencias

5. REDISEÑO DE ESTRUCTURAS

La incidencia de muchas enfermedades, así como el incremento poblacional de artrópodos dañinos, indican que algo en el diseño del cobertizo[6], por su efecto epifitológicamente modificador, debe revisarse.

Tal diseño debe estar en armonía con las normas que rigen el mantenimiento de plantas con buen estado fitosanitario y que llenen ciertos requisitos de calidad. A continuación se citan algunas de esas normas:

5.1 ALTURA MÍNIMA DEL COBERTIZO

La altura mínima del cobertizo no debe ser inferior al doble de la adquirida finalmente por la planta (Joiner, 1981, 61). Esta norma persigue crear un ámbito adecuadamente aireado en su dosel, para evitar la cámara húmeda que genera muchos problemas fitosanitarios. En el caso del crisantemo, que al momento de la antesis debe tener un porte de 100-110 cm (80 de corte y 20-30 de cepa), la dimensión vertical mínima debe ser de 2,0-2,2 mt. Alturas inferiores propician el desarrollo de enfermedades como *Botrytis*, *Ascochyta*, *Stemphylium*. Asimismo, la pendiente de las canoas de desagüe no debe ser inferior al 5%.

---

[6]No se utiliza el término invernadero porque éste tiene una connotación y especificaciones muy diferentes.

5.2 DURACION DEL POLIETILENO

La duración de polietileno depende de varios factores:

- La orientación del cobertizo («agua» superior) debe quedar en sentido contrapuesto a la dirección predominante de los vientos. Con ello, no sólo se propicia la renovación del aire por convección, sino que se reducen los daños a la estructura por efecto de las corrientes laterales.

- El cambio de la repisada del polietileno sobre la alfarda, en el cobertizo tradicional, por puntos internos de apoyo plástico entre ésta y aquél reduce, el movimiento del polietileno, a la vez que la forma convexa adquirida por la sujeción de los extremos del polietileno a la alfarda y los puntos de apoyo mencionados, hacen disminuir la fuerza de impacto de las corrientes de aire, con lo que se extiende la vida útil del plástico de cobertura (Segal, 1997, 24A).

La duración del polietileno, sin embargo, no debe prolongarse más allá de cierto límite. El solo hecho de que la lámina plástica no esté rota es buen criterio para definir su reposición. El polvo y las algas acumuladas, que disminuyen la transparencia, es otro factor a considerar, por su decisiva incidencia en la productividad. Cuando la luminosidad se reduce dentro del cobertizo hasta el 30% en relación con la parte externa, es una norma cada vez más aceptada para reponer el polietileno.

5.3 COBERTURA LATERAL

El objetivo de la misma es servir de barrera rompevientos para evitar la deshidratación de las plantas en la vecindad del perímetro, la salpicadura del agua lluvia, asi como la protección del propio cobertizo de las fuertes corrientes de aire.

Esa franja protectora no debe tener un ancho mayor al de la altura final de la planta, y es deseable que sea de color claro y material ralo (unos 10 urdimbres y tramas por cm^2). De este modo se permite una apropiada aireación y las temperaturas internas no se elevan demasiado.

BIBLIOGRAFIA

BURBANO, Hernán. El Suelo, una Visión sobre sus Componentes Biorgánicos. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 1989. 447 p.

COCCKSULL, K.E. and F.A. LANGTON. A key to the causes of Compound Spray Formation in Chrysanthemum. Anual Report Glasshouse Crops Research Institute. Littlehampton, England. 1983. 117-134 p.

DURAN, Daniel. Confinamiento, Fisiología y Medio Ambiente en el cultivo de Pompón. Simposio Nacional del Crisantemo, Asocolflores. Rionegro, Antioquia. 1996. 97 p.

FIDES MUMS MANUAL. For all year round Chrysanthemum. Holland BV, De Lier. 1990. 102 p.

GOMEZ, Hernando. Enfoque del Confinamiento como alternativa económica. Simposio Nacional del Crisantemo, Asocolflores. Rionegro, Antioquia, Colombia. 1993. 107 p.

JOINER, J.N. *et al.* Foliage Plant Production. Nutrition and Fertilization. Prentice-Hall Inc., Englewood, N.J. 1981. 229-268 p.

LARSON, Roy A. Introduction to Floriculture. Academic Press Inc. North Carolina State University, Raleigh. Second Edition. 1992. 636 p.

MACHIN, Barry. Comunicación personal. 1990.

RUTTEN, Theo. Provide balanced nutrition for high quality crops. FloraCulture International. Vol 3, N°8. Batavia, Illinois. 20-23 p.

SEGAL, Luis. Consideraciones sobre el viento y el plástico de invernadero. FloraCulture International. Vol 7, N°5. Batavia, Illinois. 26A p.