

# PRODUCCIÓN DE GLADIOLO EN FUNCIÓN DEL NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO

## Gladiolus Production in Relation to Nitrogen-Phosphorus-Potassium

H. Ocampo-Juárez<sup>1</sup>, J. A. S. Escalante-Estrada<sup>1\*</sup>, M. T. Rodríguez-González<sup>1</sup>,  
F. Landeros-Sánchez<sup>1</sup> y L. E. Escalante-Estrada<sup>2</sup>

### RESUMEN

El gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) es una de las especies de mayor demanda como flor de corte, una fuente importante de ingresos y empleo para la población dedicada a su cultivo. Los parámetros de calidad de flor son: altura de la planta, longitud de la inflorescencia y raquis, número y tamaño de flor. El manejo del nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) es fundamental para lograr dicha calidad. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de niveles de N, P y K sobre la fenología, crecimiento, calidad e ingreso neto de gladiolo en clima cálido. La siembra del cultivar Blanca Perla se realizó en Cocula, Guerrero, de clima cálido, a la densidad de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Catorce tratamientos resultaron de la combinación de 0, 80, 160 y 240 kg ha<sup>-1</sup> de N y P; y 0, 40, 80 y 120 kg ha<sup>-1</sup> de K seleccionados con la matriz Plan Puebla 2. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos no afectaron la fecha de ocurrencia de las etapas fenológicas. En contraste, a excepción del número de hojas, el gladiolo con 80-80-80 kg ha<sup>-1</sup> mostró mayor altura, diámetro del tallo, área foliar, materia seca; y en los parámetros de calidad como la longitud de la inflorescencia, el número y tamaño de flores por planta. El N fue el de mayor influencia sobre dicha respuesta. La acumulación de calor y la evapotranspiración total desde la siembra hasta la apertura de la última flor (R3) fue de 1244 °C y 257 mm, respectivamente. El mayor ingreso neto, se encontró con 80-80-40 kg ha<sup>-1</sup> y el más bajo con 0-80-40 de N, P y K. Estos resultados indican

que en clima cálido, mediante la fertilización NPK, se puede mejorar el ingreso de los productores de gladiolo.

**Palabras clave:** *área foliar, número de flores, unidades calor, análisis económico.*

### SUMMARY

Gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) is one of the species most in demand as a cut flower, a major source of income and employment for the population engaged in farming. Flower quality parameters are plant height, length of the inflorescence and rachis, and number and size of flower. The management of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) is essential to achieve quality flowers. The aim of this study was to determine the effect of levels of N, P and K on phenology, growth, quality and net income of gladiolus in warm weather. The cultivar White Pearl was planted at a density of 250 000 plants ha<sup>-1</sup> in Cocula, Guerrero, where the climate is hot. Fourteen treatments resulted from a combination of 0, 80, 160 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of N and P, and 0, 40, 80 and 120 kg K ha<sup>-1</sup> selected with the matrix Plan Puebla 2. The experimental design was randomized complete blocks with 4 replications. Treatments did not affect the date of occurrence of the phenological stages. In contrast, except for the number of leaves, the gladiolus with 80-80-80 kg ha<sup>-1</sup> showed greater height, stem diameter, leaf area, dry matter and quality parameters such as length of inflorescence, number and size flowers per plant. N had the greatest influence on this response. The accumulation of heat and evapotranspiration from planting until the opening of the last flower (R3) was 1244 °C and 257 mm, respectively. The higher net income was with 80-80-40 kg ha<sup>-1</sup> and the lowest with 0-80-40 of N, P and K. These results indicate that in warm weather NPK fertilization can improve the income of gladiolus producers.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, Estado de México.

\* Autor responsable (jasee@colpos.mx)

<sup>2</sup> Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Av. Guerrero 81. 40000 Iguala, Guerrero.

**Index words:** leaf area, flowers number, heat units, economic analysis.

## INTRODUCCIÓN

La flor de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) es una de las especies más demandadas como flor de corte, ya que se utiliza para eventos sociales y se ha convertido en un elemento importante para la decoración y como artículo de regalo. La información sobre los países productores es limitada. No obstante, algunos antecedentes (Castell, 2002) indican que para el cultivo de cormos de gladiolos, Holanda dedica 1400 ha siendo el principal exportador, Francia más de 200 ha y recientemente, Brasil ha destacado como productor. Para flor de corte, Francia ocupa más de 400 hectáreas. La superficie sembrada en México es de 3714 ha, siendo los principales estados productores: el Estado de México (1132 ha), Puebla (1029 ha), Morelos (572 ha), Guerrero (365 ha), Michoacán (498 ha) y Veracruz (107 ha) (SIAP, 2011). Bastantes familias dependen del cultivo, además de jornaleros agrícolas (40 jornales ha<sup>-1</sup>), transportistas y comerciantes (Escalante *et al.*, 2005). La calidad de flor de gladiolo depende de la altura de la planta, la longitud de la inflorescencia y raquis, número y tamaño de flor. El manejo de la fertilización edáfica con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) es fundamental para cumplir con dichos parámetros de calidad. Además, algunos estudios indican que con la aplicación de nutrimentos se reduce el riesgo de enfermedades (Engelhard, 1989). En gladiolo el requerimiento de nutrimentos en las primeras etapas de crecimiento es bajo, ya que la planta aprovecha las reservas acumuladas en el cormo. El requerimiento nutrimental más alto ocurre en la etapa V3 que comprende desde la fase de crecimiento del tallo y hojas, hasta que se produce el corte de la flor (Cabezas, 2002). El N es un nutrimento esencial para el crecimiento y desarrollo de la planta, así como en su diferenciación floral. El P ayuda a, la división celular, así como en la formación y desarrollo de raíces y tallos. El K mejora la calidad de flor y fortalece los tallos (Cabezas, 2002). Khan y Ahmad (2004), encontraron que en invernadero, la altura, el número de hojas, longitud de la hoja y longitud de la inflorescencia de gladiolo se incrementan con la aplicación de N, P y K (10, 10 y 5 g maceta<sup>-1</sup>). Woodson y Boodle (1983) en crisantemo mencionan que es necesario suministrar altos niveles de N durante las primeras siete semanas de crecimiento, de lo contrario,

se afecta en forma negativa la calidad de la flor y cualquier adición posterior no permite la recuperación de las plantas. Los productores de gladiolo, con el fin de lograr plantas de calidad, aplican fertilizantes de manera empírica, sin conocer la dosis de N, P y K más apropiada de acuerdo al genotipo y condiciones edáficas de la región. Así, el objetivo del presente trabajo fue determinar en gladiolo, el efecto de diferentes niveles de N, P y K sobre: a) la fenología; b) el crecimiento mediante la altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar y materia seca; c) la calidad, mediante el número de flores, tamaño de flor, longitud del raquis e inflorescencia y d) el ingreso neto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Área de Estudio

El estudio se realizó bajo condiciones de campo y riego, en Cocula, Guerrero, (18° 15' N y 99° 39' O y 640 m de altitud). El clima de la región es Awo, que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura promedio anual de 26.4 ° C y la precipitación promedio anual es de 767 mm (García, 2004). Los suelos presenta un contenido de arcilla entre 45 a 70%, clasificándose dentro de los vertisoles, con pH de neutro a moderadamente alcalino, sin problemas de salinidad, con bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno (Olalde *et al.*, 2000).

### Tratamientos y Diseño Experimental

El área experimental consistió de 56 unidades experimentales de 2.4 × 3 m, cada unidad experimental fue constituida por tres surcos. Para la parcela útil se consideró el surco central. Los 14 tratamientos (Cuadro 1) fueron el resultado de la combinación de 0, 80, 160 y 240 kg ha<sup>-1</sup> de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y 0, 40, 80 y 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, seleccionados bajo la matriz Plan Puebla 2 (Turrent y Laird, 1975). El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones.

### Siembra y Manejo del Cultivo

La preparación del terreno consistió en una limpieza para eliminar los residuos de la cosecha anterior (*Vigna* sp. y *Glycine max* L.), un barbecho, rastreo y surcado (0.80 m). Antes de la siembra se tomaron cinco muestras de suelo del lote experimental a una profundidad de

**Cuadro 1. Combinaciones de tratamientos de N, P y K (kg ha<sup>-1</sup>).**

Tratamiento	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
1	80	80	40
2	80	80	80
3	80	160	40
4	80	160	80
5	160	80	40
6	160	80	80
7	160	160	40
8	160	160	80
9	0	80	40
10	240	160	80
11	80	0	40
12	160	240	80
13	80	80	0
14	160	160	120

0 a 30 cm, para determinar: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio inicial, textura, capacidad de campo (CC) y punto de marchitamiento permanente (PMP), con base en el manual del laboratorio de salinidad de EUA (Richards, 1974). La siembra del cultivar de gladiolo Blanca Perla (sembrado por los floricultores de Coatlán del Río, Mor., México con clima similar a la región de estudio y lugar de procedencia de los cormos) se realizó en forma manual, a 5 cm de distancia entre cormos. Durante el crecimiento del cultivo, se aplicaron 15 riegos por gravedad con intervalos de 8 a 12 días, a los 15 días después de la emergencia se aplicó el 50% del fertilizante nitrogenado en forma de sulfato de amonio (20.5 %); todo el fósforo (superfosfato de calcio triple; 46%) y potasio (cloruro de potasio; 60%); 48 días después el resto del N (50%). Adicionalmente, a los 49 y 70 días después de la siembra (dds) se realizaron dos aplicaciones de fertilizante foliar que contenía 5, 9 y 5% de N, P y K, respectivamente, 20% de aminoácidos como: cisteína, ácido glutámico, lisina, prolina, tirosina, valina, triptofano, 2% de catiónicos (K, Ca, Mg, Fe y Zn) y 59% de acondicionadores. El control de maleza se hizo en forma manual.

### Variables de Estudio

**Factores ambientales.** Durante el desarrollo del cultivo se registró: la temperatura máxima, mínima (promedio decenal) y la evaporación (suma semanal). Los datos fueron proporcionados por el Instituto de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Iguala, Guerrero. Además, semanalmente con un termómetro de infrarrojo, se midió la temperatura del dosel vegetal para cada tratamiento y con un geotermómetro, la temperatura del suelo a la profundidad de 15 cm.

**Fenología.** Las etapas fenológicas del gladiolo se determinaron de la manera siguiente:

Siembra (S), momento en que se deposita el cormo en el suelo; E (emergencia), cuando las plántulas han emergido; V1, a partir de la primera hoja con una longitud de 15 cm; V2, etapa de 2 hojas; V3, etapa de 3 hojas; V4, etapa de 4 hojas y así sucesivamente, hasta el inicio de la etapa reproductiva (R). La etapa R1 se caracteriza porque la yema terminal forma una inflorescencia pequeña, en este caso cuando la inflorescencia tenía 7 cm de longitud; R2, se considera como la apertura de la primera flor; R3, se considera cuando la última flor de la inflorescencia abre (final de la floración); R4, se considera cuando el cormo esta fisiológicamente maduro.

**Crecimiento.** El crecimiento se determinó, en una muestra de tres plantas de cada unidad experimental (tratamiento-repetición), con base en: la altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas por planta, área foliar por planta (cm<sup>2</sup>, con un integrador de área foliar), la biomasa con base en materia seca (MS), la cual se obtiene, después de colocar el material vegetal en una estufa de aire forzado a 80 °C por 72 h.

**Calidad.** La calidad del gladiolo, se evaluó cuando la planta presentó de uno a cinco botones florales, mostrando color (Buschman, 1985; Salinger, 1991) que se considera punto de corte. Para lo cual, se hizo un muestreo de tres plantas por unidad experimental, cuantificando: el número de flores por planta, tamaño de flor (cm, longitud promedio de tres flores de la inflorescencia), longitud de la inflorescencia (cm), longitud del raquis (cm, desde la base del tallo hasta el inicio de la inflorescencia).

**Unidades calor (UC).** Las unidades calor se determinaron por el método residual (Snyder, 1985), mediante la relación:

$UC = (T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}) / 2 - TB$ . Donde:  $T_{\text{máx}}$  = temperatura máxima diaria,  $T_{\text{mín}}$  = temperatura mínima diaria y  $TB$  = temperatura base del cultivo (la cual fue considerada como de 10 °C, Leszczyńska y Borys, 1994).

**Evapotranspiración del cultivo.** La evapotranspiración diaria del cultivo (ETc) se calculó a partir de los datos de la evaporación (Ev) del tanque tipo A, utilizando 0.6 como coeficiente para el evaporímetro (Ke) y como

coeficiente del cultivo ( $K_c$ ) 0.85 (Doorenbos y Pruitt, 1977), mediante la fórmula:  $ET_c = (E_v) (0.6) (0.85)$ .

**Análisis económico.** Se realizó un análisis económico en función de la calidad de la flor de corte de cada tratamiento, considerando para la calidad, el número de flores por planta, tamaño de la flor (cm), longitud de la inflorescencia y la altura de la planta (cm). Con ello se obtuvo la dosis óptima económica (mayor ingreso neto), utilizando la siguiente relación:  $IN = YPy - (SIPI + CF)$  (Volke, 1982), donde  $IN$  = ingreso neto,  $Y$  = número de gruesas  $ha^{-1}$ ,  $Py$  = precio por gruesa (que dependió de la calidad de la flor y del precio del mercado en Iguala, Guerrero),  $SIPI$  = Suma de los costos variables (costo de fertilizante y aplicación),  $CF$  = Costo fijo (incluye costos de siembra, de semilla, preparación del terreno, deshierbe, control de plagas y enfermedades, Cuadro 2). Los costos variables fueron: el saco de 50 kg de N, P y K con un costo de \$ 95.00, \$ 170.00 y \$ 160.00, respectivamente. Se utilizaron cuatro jornales con un costo de \$ 80.00 pesos por cada fertilización, considerando que el N se aplicó de forma fraccionada.

**Análisis estadístico.** A los datos de las variables en estudio, se les aplicó un análisis de varianza mediante el programa de SAS (SAS Institute, 2002), de acuerdo al diseño experimental de bloques completos al azar y la prueba de comparación de medias de Tukey (5%).

**Cuadro 2. Costos fijos de producción de gladiolo por hectárea en Cocula, Guerrero.**

Actividad y material	Presentación	Cantidad	Precio	
			Unitario	Total
			- - - \$ - - -	
Cormo (semilla)	Cormo	250 000	3	75 000
Renta y preparación del terreno			1300	1300
Siembra	Jornal	10	80	800
Aporque y deshierbe	Jornal	12	80	960
Aplicación de fertilizante	Jornal	4	80	320
Agroquímicos (plaguicidas, fungicidas, fertilizante foliar)			380	380
Cortes	Jornal	20	100	2000
Transporte de flor	Viaje	10	570	5700
Costo total				86 460

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Suelo

El suelo donde se estableció el estudio fue de textura arcillosa con pH de 7.5 (moderadamente alcalino), sin problemas de salinidad ( $CE = 0.55 \text{ dS m}^{-1}$ ), bajo contenido de materia orgánica (0.83%),  $16.6 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $N\text{-NO}_3$  (bajo en N),  $26.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ , que indica bajo en fósforo y bajo en  $K_2O$  con  $132 \text{ kg ha}^{-1}$ , CC de 42.1% y PMP de 30.2%.

### Elementos del Clima

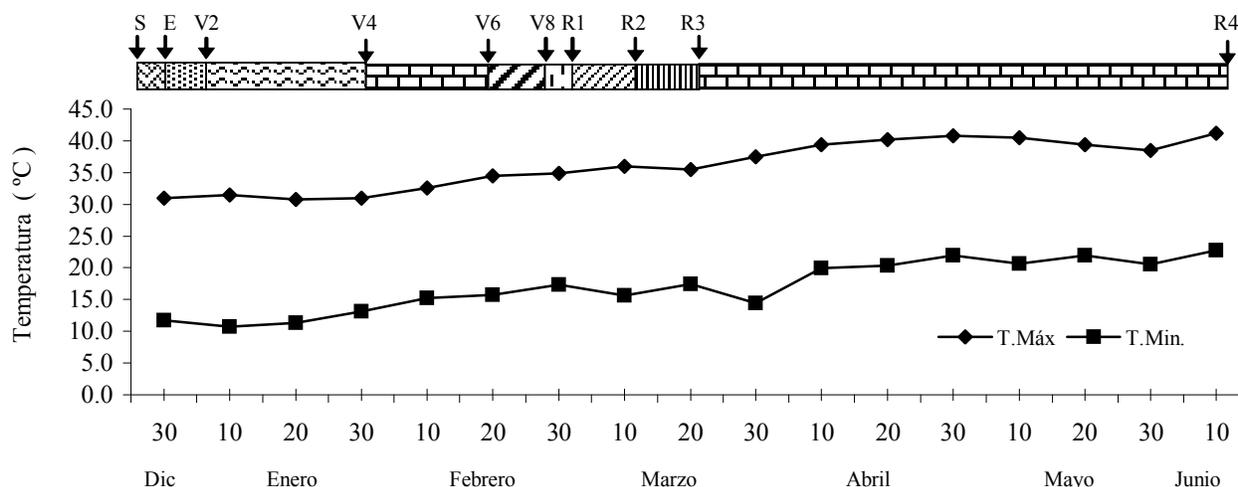
En la Figura 1, que presenta la dinámica de la temperatura máxima y mínima (media decenal) durante el ciclo del cultivo, se observa que la temperatura mínima osciló entre 9 a  $15^\circ\text{C}$  y la máxima se incrementó a partir de la siembra hasta alcanzar el máximo (cerca de  $40^\circ\text{C}$ ) durante la etapa reproductiva. Posiblemente, esta temperatura alta pudo ser limitante para la calidad del gladiolo ya que Leszczyńska y Borys (1994), mencionan que la temperatura óptima para el desarrollo de gladiolo es de  $25^\circ\text{C}$  y en temperaturas inferiores a  $10^\circ\text{C}$  la planta detiene su crecimiento (Vidalie, 2001). Imanishi e Imae (1990) mencionan que el gladiolo es más sensible a la temperatura baja en la fase de una a dos hojas y en la etapa de cinco a seis hojas se afecta la inflorescencia.

### Humedad del Suelo

De los 24 a 86 dds, la humedad del suelo en los primeros 30 cm no llegó al PMP, lo que indica que el cultivo no sufrió de un estrés hídrico severo (Figura 2). Sin embargo, el contenido de agua del suelo en las etapas V3 y V7 (43 y 66 dds, respectivamente), las más sensibles al déficit de humedad (Buschman, 1985), estuvo por debajo del 50% de humedad a CC, lo que pudo limitar un mayor desarrollo del gladiolo y calidad del mismo.

### Temperatura del Dosel Vegetal y del Suelo

Para los tratamientos 80-80-40, 80-80-80, y 0-80-40 de N, P y K, respectivamente, la dinámica de la temperatura del dosel y del suelo siguió un patrón similar (Figuras 3-A y 3-B, respectivamente), las cuales se incrementaron conforme avanzó la estación de crecimiento, a excepción de la temperatura del dosel

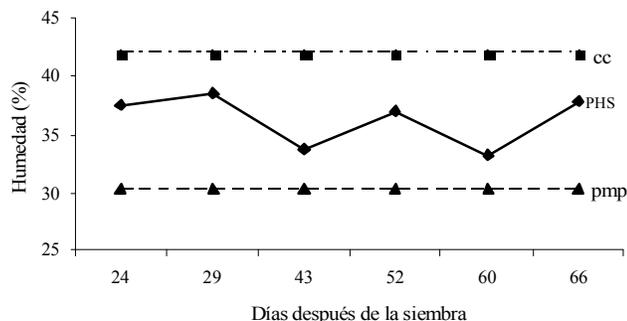


**Figura 1.** Dinámica de la temperatura máxima y mínima (°C, media decenal) durante el desarrollo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) en Cocula, Guerrero, 2005. S = siembra, E = emergencia, V2 = primeras dos hojas, V4, V6, V8 = presencia de 4, 6 y 8 hojas, R1 = aparición de la inflorescencia, R2 = apertura de la primera flor en la inflorescencia, R3 = apertura de la última flor de la inflorescencia, R4 = madurez fisiológica del cormo.

que presentó una caída a los 68 dds (cerca de la etapa R1), posiblemente generada por una mayor transpiración y mayor disponibilidad de agua en el suelo (Figura 2). Durante el desarrollo del cultivo la temperatura del dosel fluctuó entre 19 y 27 °C y en el suelo entre 23 y 27 °C. Esta última pudo ser limitante para una mayor expresión del crecimiento y calidad del gladiolo, ya que supera a la temperatura del suelo más apropiada para el crecimiento del gladiolo (12 a 14 °C) durante el desarrollo y 18 °C cuando la inflorescencia es visible (Leszczyńska y Borys, 1994).

### Unidades Calor y Evapotranspiración del Cultivo

Las unidades calor (UC) y la evapotranspiración estacional del cultivo (ETc, mm) fueron de 2630 °C días



**Figura 2.** Porcentaje de la humedad (%) del suelo (PHS) durante el desarrollo del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) en Cocula, Guerrero, 2005. CC = % humedad del suelo a capacidad de campo, PMP = % humedad del suelo a punto de marchitamiento permanente.

y 551 mm, respectivamente. Dichas variables se distribuyeron de la manera siguiente: en la fase vegetativa hasta V8 las UC fue de 906 °C y en la fase reproductiva, de R1 y R3 fue de 1014 y 1244 °C, respectivamente, y 1386 °C de R3 a R4; la ETc en la etapa vegetativa hasta V8 fue de 184 mm y en la fase reproductiva, de R1 y R3 fue de 210 y 257 mm, respectivamente y 294 mm de R3 a R4. Los valores más altos de UC y ETc se registraron en la etapa reproductiva del cultivo (R1 a R4). Esto indica que la fase de mayor demanda evaporativa, coincidió con las temperaturas elevadas de esta etapa. La utilidad del registro de estos parámetros radica en que conociendo los valores se puede predecir el comportamiento del cultivo bajo condiciones similares. Las UC de siembra a la apertura de última flor (R3) fueron superiores a las reportadas para gladiolo en clima templado (1444 a 1662 °C) por González *et al.* (2011).

### Fenología

En la ocurrencia de las etapas fenológicas de gladiolo, no se observaron diferencias debido a la fertilización. Respuestas similares han sido reportadas para las variedades de gladiolo Borrega roja y Espuma bajo condiciones de clima templado (González *et al.*, 2011). Esto contrasta con lo encontrado por Khan y Ahmad (2004), quienes señalan un retraso en el tiempo a ocurrencia de las etapas fenológicas con dosis altas de N, P y K, bajo condiciones de invernadero. En la Figura 4, se observa que la emergencia ocurrió a

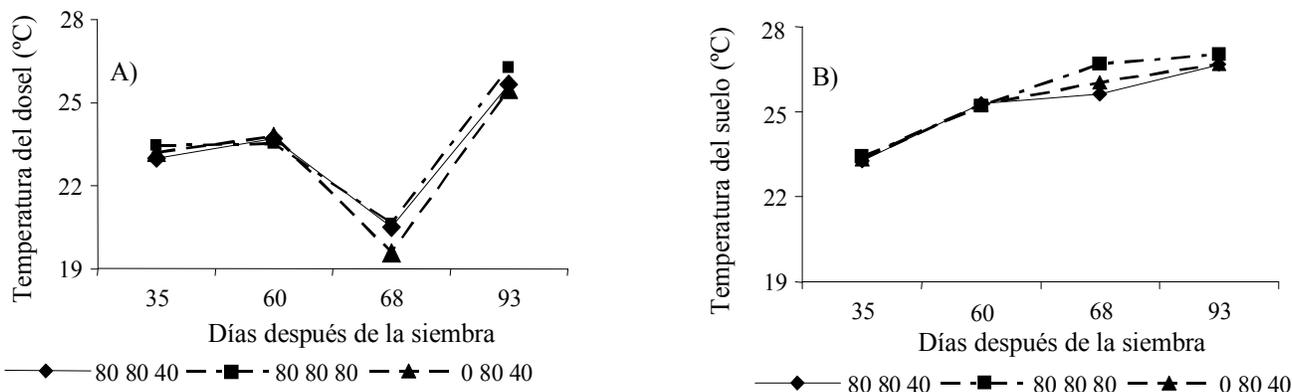


Figura 3. Dinámica de la temperatura (°C) en el cultivo de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) en función de N, P y K. Cocula, Guerrero, 2005. A: dosel, B: suelo.

los 8 días después de la siembra (dds); las etapas V2, V3, V4, V5, V6 y V8 a los 18, 28, 40, 53, 61 y 68 dds, respectivamente; la emergencia de la inflorescencia a los 71 dds (R1), la apertura de la primera flor basal a los 82 dds (R2). En este punto la planta está lista para el corte y venta. En clima templado, se han reportado para esta etapa 81 y 99 dds para los cv. Borrega Roja y Espuma, respectivamente (González *et al.*, 2011). A los 90 dds se registró la apertura de la última flor de la inflorescencia (R3). La madurez fisiológica del cormo y cosecha se presentó a los 161 dds (R4).

**Número de Flores por Planta, Tamaño de Flor, Longitud de la Inflorescencia y Longitud del Raquis**

En el Cuadro 3 se observa que en las combinaciones donde se suministró N, el número de flores por planta

fue más alto (9.2 en promedio). Flores e inflorescencias de mayor tamaño, también se encontraron con 80-80-80; 80-80-40 de N, P y K respectivamente. En contraste con 00-80-40 de N, P y K, el valor de dichas variables fue el más bajo. Tendencias similares fueron reportadas por Khan y Ahmad (2004) bajo condiciones de invernadero. Por otra parte, la mayor longitud del raquis se observó con 240-160-80 de N, P y K, respectivamente. Estos resultados sugieren que el incremento en el número de flores y la longitud de la inflorescencia está determinado principalmente por el N y en menor grado por el K y P (Shah *et al.*, 1984).

**Altura de la Planta y Diámetro del Tallo**

Para la altura de la planta y el diámetro del tallo el análisis de varianza mostró cambios significativos por

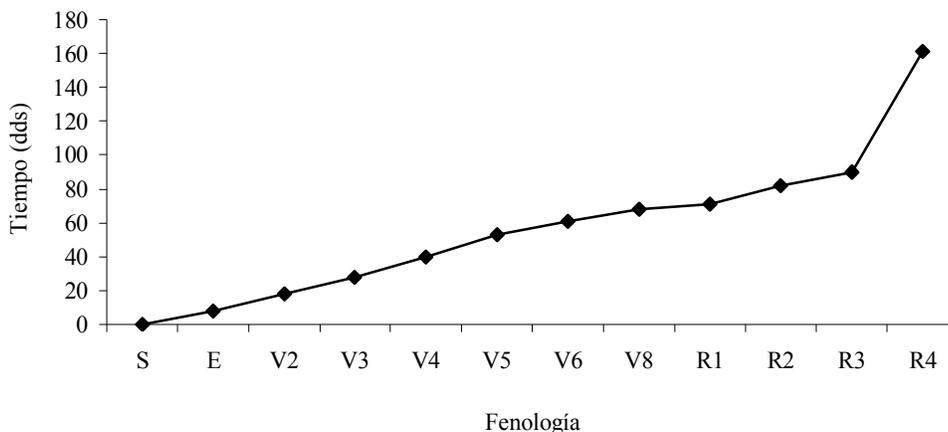


Figura 4. Fenología del gladiolo. Cocula, Guerrero, 2005. S = siembra, E = emergencia, V2 = primeras dos hojas, V3, V4, V5, V6, V8 = presencia de 3, 4, 5, 6 y 8 hojas, R1 = aparición de la inflorescencia, R2 = apertura de la primera flor en la inflorescencia, R3 = apertura de la última flor de la inflorescencia, R4 = madurez fisiológica del cormo.

**Cuadro 3. Número de flores por planta, tamaño de flor (cm), longitud de la inflorescencia (cm) y longitud del raquis (cm) en función de la fertilización con N, P y K. Cocula, Guerrero, 2005.**

Tratamientos			Flores por planta	Tamaño de flor	Longitud de la inflorescencia	Longitud del raquis
N	P	K	----- cm -----			
160	80	80	9.5 a	5.87 cde	26.4 ab	49.7 abcdef
160	160	80	9.4 a	5.78 cdef	27.6 a	52.0 ab
80	80	80	9.4 a	6.50 a	29.3 a	47.2 f
160	160	40	9.3 a	5.43 fg	26.8 ab	48.5 def
160	80	40	9.3 a	5.33 g	26.4 ab	51.2 abcd
240	160	80	9.3 a	5.58 efg	26.1 ab	52.1 a
80	80	40	9.3 a	6.07 bc	27.3 a	49.1 cdef
160	240	80	9.2 a	6.00 bcd	27.5 a	51.7 abc
80	160	80	9.1 a	5.23 g	26.6 ab	49.7 abcdef
80	160	40	9.1 a	5.28 g	25.7 ab	49.4 bcdef
160	160	120	9.0 a	6.40 ab	28.1 a	52.2 a
80	80	0	9.0 a	5.60 defg	26.8 ab	50.3 abcde
80	0	40	8.9 a	6.00 bcd	26.4 ab	48.6 def
0	80	40	8.2 a	5.33 g	23.5 b	48.3 ef
Media general			9.2	5.70	26.7	50.0
Prueba F			**	**	**	**
Tukey 5%			0.67	0.4	3.85	2.73

En columna medias con la misma letra son estadísticamente iguales; \*\* indica diferencia significativa ( $P < 0.01$ ); NS indica diferencias no significativa ( $P < 0.05$ ).

efecto de los tratamientos (Cuadro 4). La mayor altura de la planta (80.3 cm) con un diámetro de 2.17 cm, se encontró con 160-160-120; seguido del tratamiento de 80-80-80 que mostró una altura de la planta y diámetro del tallo de 76.5 cm. y 2.22 cm, respectivamente; los valores más bajos correspondieron a 00-80-40 de N, P y K con 72 cm y 1.96 cm, respectivamente. Particularmente se observa que el N, tiene mayor influencia sobre la altura de la planta y diámetro del tallo que el P y K. Esta respuesta contrasta con la reportada por González *et al.* (2011), quienes no encontraron efecto de la fertilización en variedades de gladiolo Borrega Roja y Espuma bajo condiciones de clima templado.

### Número de Hojas, Área Foliar y Materia Seca

En el Cuadro 4, se observa que a excepción del número de hojas (que en promedio fueron 10), el área foliar y producción de MS mostraron cambios significativos por efecto de los tratamientos. Los tratamientos 160-240-80 y 80-80-80 de N, P y K respectivamente, mostraron un área foliar similar (487.4 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> en promedio) y fue la más alta en

relación al resto de los tratamientos. En contraste, la producción de MS fue de 175 y 169.0 g m<sup>-2</sup>, respectivamente. El área foliar y MS más baja (426.9 cm<sup>2</sup> y 143.7 g m<sup>-2</sup>, respectivamente) correspondió al tratamiento de 00-80-40 de N, P y K. Estos resultados indican que un mayor suministro de N y K conduce a una mayor altura de la planta, diámetro del tallo y producción de MS, y que el número de hojas por planta es una característica fijada genéticamente, puesto que no fue afectada por el cambio en el nivel de nutrimentos como ha sido documentado en girasol por Escalante (1999). Aumento en el área foliar con fertilización N, P, K y micronutrimentos también han sido reportados por González *et al.* (2011).

### Análisis Económico

En el Cuadro 5, que presenta el análisis económico se observa que con 80-80-40 kg ha<sup>-1</sup> y 80-80-80 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K se generó el mayor ingreso neto (\$103 666 en promedio), con una inversión de \$85 132, que puede ser apropiada para productores de capital ilimitado. Con la aplicación de 00-80-40 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K el ingreso neto e inversión fueron más bajos (\$79 440 y \$84 285,

**Cuadro 4. Altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm), hojas por planta, área foliar (cm<sup>2</sup>), materia seca (g m<sup>-2</sup>) en función de la fertilización con N, P y K. Cocula, Guerrero, 2005.**

Tratamientos			Altura de la planta	Diámetro	Hojas por planta	Área foliar por planta	Materia seca
N	P	K	----- cm -----			cm <sup>2</sup>	gm <sup>-2</sup>
160	80	80	75.3 ef	1.86 e	9.7 a	475.0 abc	165.2 cde
160	160	80	78.7 abc	2.15 ab	9.9 a	475.9 abc	168.7 abcd
80	80	80	76.5 de	2.22 a	10.0 a	487.4 a	169.0 abcd
160	160	40	75.2 ef	2.10 abcd	9.9 a	463.3 bcd	164.2 cde
160	80	40	78.4 bc	1.92 cde	9.8 a	461.1 cd	162.3 cdef
240	160	80	78.2 bc	2.06 abcde	10.0 a	480.1 abc	162.7 def
80	80	40	78.4 bc	2.10 abcd	9.6 a	448.2 de	169.2 abc
160	240	80	79.1 ab	2.17 a	9.9 a	487.8 a	175.0 a
80	160	80	77.3 dc	2.21 a	10.1 a	462.8 bcd	156.9 fg
80	160	40	75.1 ef	1.90 de	9.9 a	478.5 abc	158.7 efg
160	160	120	80.3 a	2.12 abc	10.1 a	483.2 ab	172.5 ab
80	80	0	74.0 f	2.10 abcd	9.8 a	420.2 f	167.7 bcd
80	0	40	75.5 ef	2.07 abcde	10.0 a	433.3 ef	152.5 g
0	80	40	72.0 g	1.96 bcde	9.8 a	426.9 f	143.7 h
Media general			76.7	2.07	10.0	463.1	163.5
Prueba F			**	**	NS	**	**
Tukey 5%			1.6	0.21	0.73	20.85	6.87

En columna medias con la misma letra son estadísticamente iguales; \*\* indica diferencia significativa ( $P < 0.01$ ); NS indica diferencias no significativa ( $P < 0.05$ ).

respectivamente), lo cual sería una alternativa para productores de capital limitado.

En resumen, el suministro de diferentes niveles de N, P y K en este estudio, no afectó la ocurrencia de las etapas fenológicas del gladiolo, lo que sugiere que el estrés ocasionado por un posible déficit o exceso de nutrimentos no fue tan severo para producir cambios en la fenología del cultivo. Esto contrasta con el resultado de Khan y Ahmad (2004) quienes encontraron diferencias en el tiempo de ocurrencia en las etapas fenológicas con diferentes niveles de N, P y K, bajo condiciones de invernadero. Tendencias similares a las reportadas en este estudio para gladiolo, han sido observadas al variar el suministro de N en girasol (Olalde *et al.*, 2000; Vega *et al.*, 2001). Por otra parte, con 80-80-80, 80-80-40 y 160-240-80 de N, P y K respectivamente, se logró la mayor calidad del gladiolo. Sin embargo, éste último con menor ingreso neto. En contraste la menor calidad e ingreso neto correspondió al tratamiento de 00-80-40 de N, P y K. Tomando en consideración además del mayor ingreso neto, que al utilizar menor cantidad de fertilizante se contamina menos el ambiente, se sugiere a 80-80-40 como el tratamiento más apropiado para la producción de gladiolo

en la región de estudio. Dichos resultados sugieren que el número de flores por planta, el tamaño de flor, el área foliar y el diámetro del tallo están determinados particularmente por el suministro de N (Escalante, 1999) y en menor grado por el K (Khan y Ahmad, 2004), lo que contrasta (a excepción de la respuesta en el área foliar), con lo reportado por González *et al.* (2011) quienes no encontraron incrementos en éstas variables como respuesta a la fertilización. Por otra parte, con dosis de N superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup> se observa un mayor crecimiento del tallo. Tendencias similares fueron reportadas por Larson (2004). En este estudio, la respuesta del gladiolo a diferentes niveles de N, P y K fueron con un nivel inicial de N, P y K del suelo de 16.6, 26.2 y 132 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente y una acumulación de calor durante el desarrollo del cultivo de 2630 °C y 551 mm de evapotranspiración. Resultados similares podrían esperarse para otras regiones de clima cálido, bajo un manejo del cultivo, acumulación de calor y ETc semejantes. Cabe señalar, que las condiciones ambientales de la región de estudio, fueron limitantes por su temperatura alta para lograr una mayor expresión del crecimiento y calidad de rendimiento del gladiolo (Vidalie, 2001), reflejándose en una menor longitud de

**Cuadro 5. Análisis económico de de la producción de gladiolo por hectárea. Cocula, Guerrero, 2005.**

Tratamiento			Costo variable	Costo fijo	Costo de la producción	Precio de la gruesa	Producción de flor (gruesa)	Valor de la cosecha	Ingreso neto
N	P	K	\$						
160	80	80	2500	86 360	88 680	122	1475	179 950	91 270
160	160	80	3091	86 360	89 451	126	1475	185 850	96 399
80	80	80	1759	86 360	88 119	128	1475	188 800	100 681
160	160	40	2878	86 360	89 238	120	1475	177 000	87 762
160	80	40	2287	86 360	88 647	124	1475	182 900	94 253
240	160	80	3833	86 360	90 193	126	1475	185 850	95 657
80	80	40	1546	86 360	87 906	128	1475	188 800	100 894
160	240	80	3683	86 360	90 043	126	1475	185 850	95 807
80	160	80	2350	86 360	88 710	120	1475	177 000	88 290
80	160	40	2137	86 360	86 497	116	1475	171 100	84 603
160	160	120	3305	86 360	89 665	128	1475	188 800	99 135
80	80	0	1333	86 360	86 493	120	1475	177 000	90 507
80	0	40	955	86 360	87 315	120	1475	177 000	89 685
0	80	40	804	86 360	87 164	111	1475	163 725	76 561

El valor se calculó en base al precio comercial de Iguala, Guerrero, en el periodo de primavera 2005.

la espiga (<1 m). Aunque en parte esto dependería del cultivar utilizado, González *et al.* (2011), señalan que una longitud de la espiga superior a 1.2 m se considera de calidad excelente o de primera. A pesar de esta limitante en la calidad debido a las altas temperaturas, en regiones de clima cálido, el gladiolo sigue representando una fuente de ingreso importante para los productores de la región.

### CONCLUSIONES

Para la región de Cocula Guerrero, de clima cálido con un nivel inicial de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) bajo, la fertilización con diferentes dosis de N, P y K, no afecta el tiempo de ocurrencia de las etapas fenológicas en gladiolo. A excepción del número de hojas, la fertilización con N, P y K incrementa la altura de la planta y el diámetro del tallo, el área foliar, la producción de materia seca, la longitud de la espiga, el número y tamaño de flor. El nitrógeno es el nutrimento de mayor influencia sobre dicha respuesta. La fertilización con 80-80-40 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K se considera la más apropiada para la producción de gladiolo por su mayor ingreso neto y menor uso de fertilizante. Con 0-80-40 de N, P y K se obtiene el menor ingreso neto y menor calidad del gladiolo. Para lograr esta producción de gladiolo se requiere una acumulación de calor de 2630 °C y una evapotranspiración de 551 mm desde siembra hasta

la cosecha del cormo. Estos resultados muestran que aún cuando, las condiciones ambientales de clima cálido no son las más favorables para el crecimiento de ésta ornamental, se puede lograr producción de calidad con la fertilización N, P, K y de esta manera generar mayores ingresos para los productores de gladiolo de la región.

### LITERATURA CITADA

- Buschman, J. C. M. 1985. El gladiolo como flor cortada en zonas subtropicales y tropicales. Centro internacional de bulbos y flores. Hillegon, Holanda.
- Cabezas A., C. E. 2002. Nutrición vegetal en flor de corte en el sur del Estado de México. <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia08.pdf> (Consulta: mayo 19, 2011).
- Castell, T. J. 2002. El cultivo del gladiolo. Sector de producción ornamental. Revista bulbos. <http://www.infoagro.com/flores/flores/gladiolo.htm> (Consulta: agosto 15, 2012).
- Doorenbos, J. y W. O. Pruiitt. 1977. Las necesidades de agua por los cultivos. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 24. Roma, Italia.
- Engelhard, W. A. 1989. Soilborne plant pathogens: Management of disease with macro and microelements. APS Press. St. Paul, MN, USA.
- Escalante Estrada, J. A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. Terra 17: 149-157.
- Escalante Estrada, L. E., Y. I. Escalante Estrada, C. Linzaga E. y E. Carreño R. 2005. Efecto de diferentes dosis de sulfato de amonio en el rendimiento del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.). Rev. Alternativa 22: 1-5.

- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- González P., E., O. J. Ayala G., J. A. Carrillo S., G. García de los Santos, Ma. de J. Yañez y J. Juárez M. 2011. Estudio del desarrollo, calidad de flor y dosis de fertilización en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* Hort.). Rev. Fitotec. Méx. 34:277-283.
- Imanishi, H. and Y. Imae. 1990. Effects of low light intensity and low temperature given at different developmental stages on flowering of gladiolus. Acta Hort. 266: 189-196.
- Khan, M. A. and I. Ahmad. 2004. Growth and flowering of *Gladiolus hortulanus* L. cv. Wind song as influenced by various levels of NPK. Int. J. Agric. Biol. 6: 1037-1039.
- Larson, R. A. 2004. Introducción a la floricultura. AGT. México, D. F.
- Leszczyńska, H. y M. W. Borys. 1994. Gladiola. Producción cultivo y desarrollo. Edamex. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. México, D. F.
- Olalde G., V. M., J. A. Escalante E., P. Sánchez G., L. Tijerina Ch., A. A. Mastache L. y E. Carreño R. 2000. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. Terra 18: 313-323.
- Richards, L. A. 1974. Suelos salinos y sódicos. Limusa. México, D. F.
- Salinger, J. P. 1991. Producción comercial de flores. Acribia. Zaragoza, España.
- Shah, A., S. B. Lal, and J. N. Sethi. 1984. Effect of different levels of N and P on growth flowering and yield of gladiolus cv. Vinks Glory. Prog. Hort.16: 305-307.
- SAS Institute. 2002. SAS-STAT proceeding guide, version 9.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Cierre de la producción Agrícola por estado. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México (SAGARPA). www.siap.gob.mx (Consulta: agosto 15, 2012).
- Snyder, R. L. 1985. Hand calculating degree days. J. Agric. For. Meteorol. 35: 353-358.
- Turrent, A. y R. J. Laird. 1975. La matriz experimental Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Agrociencia 19: 117-143.
- Vega M., R., J. A. Escalante E., P. Sánchez G., C. Ramírez A. y E. Cuenca A. 2001. Asignación de biomasa y rendimiento de girasol con relación al nitrógeno y densidad de población. Terra 19: 75-81.
- Vidalie, H. 2001. Producción de flores y plantas ornamentales. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Volke, H. V. 1982. Optimización de insumos de la producción en la agricultura. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Woodson, W. R. and J. W. Boodley. 1983. Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of *Chrysanthemum*. HortScience 18: 196-197.