



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE BOTÁNICA

FERTILIZACIÓN DE GLADIOLO (*Gladiolus grandiflorus* L.) EN CLIMA CÁLIDO.

HILDA OCAMPO JUÁREZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2008

La presente tesis, titulada: **Fertilización de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) en clima cálido**, realizada por la alumna: **Hilda Ocampo Juárez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

DR. J. ALBERTO ESCALANTE ESTRADA

ASESOR:

M. C. MA. TERESA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

ASESOR:

M. C. FRANCISCO LANDEROS SÁNCHEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Febrero de 2008

FERTILIZACIÓN DE GLADIOLO (*Gladiolus grandiflorus* L.) EN CLIMA CÁLIDO.

Hilda Ocampo Juárez, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2008.

RESUMEN GENERAL

El gladiolo es una de las flores de ornato de mayor demanda en México, por esto, su calidad es un requisito que busca el consumidor. La calidad depende del manejo del cultivo, donde el suministro de nutrimentos como nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), que en combinación con otros factores incrementa el rendimiento y calidad de las cosechas. El N es esencial para el crecimiento y desarrollo, su deficiencia reduce el número de flores. El P es necesario en la fotosíntesis, formación del núcleo y división celular, el K en la formación de las reservas de los cormos. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes niveles y combinaciones de NPK sobre la calidad de producción de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.). El trabajo se presenta en cuatro capítulos: Capítulo I. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), sobre el crecimiento y producción de gladiolo, Capítulo II, III y IV, Biomasa, calidad de la flor de gladiolo y análisis de crecimiento en función de la fertilización con N, P y K, respectivamente. El estudio se realizó en el valle Iguala-Cocula, Gro. La siembra del cultivar “blanca perla” fue el 20 de diciembre de 2004 a una densidad de 250 mil plantas ha⁻¹. Los tratamientos fueron 14, resultado de la combinación de 0, 80, 160 y 240 kg ha⁻¹ de N y P; 0, 40, 80 y 120 kg ha⁻¹ de K, se seleccionaron con la matriz Plan Puebla 2 y el diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar. Los resultados indican que el mayor número de flores y cormillos, tamaño de flor, longitud de inflorescencia, área foliar, diámetro del tallo y cormo y un mayor ingreso neto se encontró con 80-80-80 de NPK. El N aumentó el diámetro del cormo, el área foliar, la longitud y número de flores de la inflorescencia, el tamaño de la flor y la biomasa. El P incremento el número de cormillos y el K en el área foliar, diámetro de cormos y número de cormillos. Así mismo, con la aplicación de NPK, la extracción de NPK, eficiencia agronómica, recuperación aparente y la eficiencia fisiológica son más altas.

Palabras clave: *área foliar, número de flores, longitud de inflorescencia, análisis de crecimiento y económico*

FERTILIZATION OF GLADIOLO (*Gladiolus grandiflorus* L.) IN HOT CLIMATE.

Hilda Ocampo Juárez, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2008.

ABSTRACT

The gladiolus is one of the ornamental flowers that have the highest demand in Mexico, and flower quality is a requirement that consumers search for. The quality depends on the crop management, where the supply of nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), in combination with other factors increases the yield and quality of crops. Nitrogen is essential for growth and development and its deficiency reduces the number of flowers. Phosphorus is needed in photosynthesis, formation of the nucleus and cell division, the potassium in the formation of the reserves of corms. The objective of this study was to evaluate the effect of different levels and combinations of NPK on the quality of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) production. The study is presented in four chapters: Chapter I. Effect of fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium (NPK) on the growth and yield of gladiolus, Chapter II, III and IV, Biomass, flower quality of gladiolus and analysis of growth in response of fertilization with nitrogen, phosphorus and K, respectively. The study was conducted in the Iguala Cocula-Gro valley. Blanca perla gladiolus cultivar was sown at population density of 250 000 plants ha⁻¹ on December 20, 2004. The treatments were 14, at result of the combination of 0, 80, 160 and 240 kg ha⁻¹ of N and P, 0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹ of K, that were selected by plan Puebla 2 Matrix and the experimental design was randomized complete blocks. The results indicate that the largest flowers number and cormels, flower size, length of the spike, leaf area, stem diameter and corm and increased net income met with 80-80-80 of NPK. The N increased corm diameter, leaf area, the length and flowers number on the spike, the flower size and biomass. The P increase the cormels number and K the leaf area, corm diameter and cormels number. Likewise, the application of NPK, the extraction of NPK, agronomic efficiency, apparent recovery and physiological efficiency are highest.

Key words: leaf area, flowers number, spike length, economic analysis and growth.

DEDICATORIA

A mis padres: Sra. Hilda Juárez Benites y Salvador Ocampo Álvarez, por su amor, cariño y la comprensión que me han brindado, por el apoyo moral para continuar estudiando.

A mis hermanos: Aida, Carlos, Lilia, Teodoro, Evertina, Etelberto, Teresa, Maria, Lucino, Remedios y Flocelo por su apoyo y comprensión, pero sobre todo por su amor.

A Gabino Vázquez Casarrubias por ser esa persona tan especial que me ha dado amor, amistad, apoyo, comprensión y por compartir su vida conmigo.

A todos mis sobrinos por el cariño y amor que me han brindado y por la motivación para seguir adelante.

A mis amigos: Sonia, Jair, Maribel, Luis Antonio, Noe, Nelly y Vladimir por su sincera amistad.

A todos mis maestros por haber contribuido en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y la fuerza para seguir con mis estudios y por haberme permitido terminar la carrera.

Al Consejo Nacional de ciencia y Tecnología (CONACYT) por la ayuda económica otorgada para la realización de mis estudios de maestría en el Colegio de Postgraduados.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

Al Dr. J. Alberto S. Escalante Estrada por la dirección, apoyo y consejos para la realización de la presente tesis.

A la M. C. Maria Teresa Rodríguez González por la asesoría, apoyo y consejos para la realización de la presente tesis.

Al M. C. Francisco Landeros Sánchez por la asesoría para la realización de la presente tesis.

Al Dr. Carlos Ramírez Ayala por la asesoría y revisión de la presente tesis.

Al M. C. Luis Enrique Escalante Estrada por su amistad y el apoyo para realización de la presente tesis.

Al Ing. Evaristo Carreño Roman y la Ing. Carmen Linzaga Elizalde por su amistad y apoyo en campo durante la realización del experimento.

Al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero por permitirme realizar mi experimento en sus instalaciones.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS.....	xvi
LISTA DE FIGURAS.....	xviii
LISTA DE CUADROS EN LOS ANEXOS	xxii
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO I. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (NPK), SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE GLADIOLO.....	3
RESUMEN.....	3
SUMMARY.....	4
1.1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.1. Objetivo.....	6
1.2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
1.2.1. Características botánicas del cultivo de gladiolo.....	6
1.2.1.1. Clasificación botánica.....	6
1.2.1.2. Morfología de la planta.....	7
1.2.2. Requerimientos ambientales del cultivo de gladiolo.....	7
1.2.2.1. Temperatura.....	7
1.2.2.2. Luz.....	8
1.2.2.3. Fotoperíodo.....	9
1.2.2.4. Humedad relativa.....	10
1.2.3. Requerimientos edáficos.....	10
1.2.3.1. Tipo de suelo.....	10
1.2.3.2. pH del suelo.....	11
1.2.3.3. Salinidad.....	11
1.2.3.4. Humedad del suelo.....	11
1.2.4. Requerimientos nutrimentales del cultivo de gladiolo.....	12
1.2.5. Mercado del cultivo de gladiolo.....	13

1.2.6. Fenología del cultivo de gladiolo.....	14
1.2.6.1. Crecimiento y desarrollo.....	15
1.2.6.2. Aspectos fisiológicos.....	15
1.2.7. Función del nitrógeno, fósforo y potasio en los cultivos agrícolas.....	16
1.2.7.1. Nitrógeno (N).....	16
1.2.7.1.1. Síntomas de deficiencia.....	16
1.2.7.1.2. Síntomas de exceso.....	17
1.2.7.2. Fósforo.....	17
1.2.7.2.1. Síntomas de deficiencia.....	18
1.2.7.3. Potasio.....	18
1.2.7.3.1. Síntomas de deficiencia.....	18
1.2.8. Función del NPK en el crecimiento de gladiolo.....	19
1.2.9. Función del NPK en la producción de gladiolo.....	20
1.2.10. Efecto de la fertilización con NPK en la acumulación de unidades calor (UC) en la planta	21
1.2.11. Efecto de la fertilización con NPK sobre la evapotranspiración del cultivo (ETc).....	22
1.2.12. Resumen de la literatura.....	23
1.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
1.3.1. Localización del área de estudio.....	24
1.3.2. Suelos predominantes en la zona.....	24
1.3.3. Características del cultivar.....	24
1.3.4. Tratamientos y diseño experimental.....	25
1.3.5. Manejo del experimento.....	25
1.3.6. Variables a evaluar.....	26
1.3.6.1. Factores ambientales.....	26
1.3.6.2. Fenología.....	27
1.3.6.3. Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	27
1.3.6.3.1. Altura de la planta.....	27
1.3.6.3.2. Diámetro del tallo.....	27
1.3.6.3.3. Hojas por planta.....	27

1.3.6.3.4. Área foliar por planta (cm ²).....	28
1.3.6.3.5. Número de flores por planta.....	28
1.3.6.3.6. Tamaño de flor (cm).....	28
1.3.6.3.7. Longitud de la inflorescencia (cm).....	28
1.3.6.3.8. Longitud del raquis (cm).....	28
1.3.6.3.9. Diámetro del corno (cm).....	28
1.3.6.3.10. Peso de cormos.....	28
1.3.6.3.11. Número de cormillos.....	29
1.3.6.3.12. Peso de cormillos.....	29
1.3.6.3.13. Materia seca.....	29
1.3.6.4. Unidades calor (UC).....	29
1.3.6.5. Evapotranspiración del cultivo.....	29
1.3.7. Análisis económico.....	29
1.3.8. Análisis estadístico.....	30
1.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
1.4.1. Análisis de suelo.....	30
1.4.2. Elementos del clima.....	31
1.4.3. Humedad del suelo.....	31
1.4.4. Temperatura del dosel vegetal y del suelo.....	32
1.4.5. Unidades calor (UC) y evapotranspiración del cultivo (ETc).....	33
1.4.6. Fenología del cultivo.....	34
1.4.7. Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	35
1.4.7.1. Número de flores por planta, tamaño de flor, longitud de la inflorescencia y longitud del raquis.....	35
1.4.7.2. Altura de la planta, diámetro del tallo, hojas por planta, área foliar y materia seca.....	37
1.4.7.3. Diámetro y peso del corno, peso y número de cormillos.....	38
1.4.8. Análisis económico.....	39
1.5. CONCLUSIONES.....	41
1.6. LITERATURA CITADA.....	42

CAPÍTULO II. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR DE GLADIOLO Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO.....	50
RESUMEN.....	50
SUMMARY.....	51
2.1. INTRODUCCIÓN.....	52
2.1.1. Objetivo.....	53
2.2. REVISION DE LITERATURA.....	53
2.2.1. Efecto del nitrógeno (N) en los cultivos.....	53
2.2.2. Efecto del N sobre el crecimiento del cultivo de gladiolo.....	54
2.2.3. Efecto del N sobre la producción de biomasa del cultivo.....	55
2.2.4. Efecto del N sobre la calidad de la flor del cultivo.....	56
2.2.5. Eficiencia agronómica del N.....	57
2.2.6. Determinación de clorofila con el SPAD.....	57
2.2.7. Efecto del N en la concentración de clorofila a, b, y total.....	60
2.2.8. Resumen de la literatura.....	61
2.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	62
2.3.1. Localización del área de estudio.....	62
2.3.2. Tratamientos y diseño experimental.....	62
2.3.3. Variables de crecimiento del cultivo de gladiolo.....	62
2.3.3.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	62
2.3.3.1.1. Altura de la planta.....	62
2.3.3.1.2. Diámetro del tallo.....	62
2.3.3.1.3. Hojas por planta.....	63
2.3.3.1.4. Área foliar por planta (cm ²).....	63
2.3.3.1.5. Número de flores por planta.....	63
2.3.3.1.6. Tamaño de flor (cm).....	63
2.3.3.1.7. Longitud de la inflorescencia (cm).....	63
2.3.3.1.8. Longitud del raquis (cm).....	63
2.3.3.1.9. Diámetro del cormo (cm), peso de cormos (g m ⁻²), número de cormillos, peso de cormillos (g m ⁻²).....	63

2.3.3.1.10. Índice de Área foliar (IAF).....	64
2.3.3.1.11. Duración del Área Foliar (DAF).....	64
2.3.4. Análisis de crecimiento del cultivo de gladiolo.....	64
2.3.4.1. Tasa media de crecimiento absoluto (\overline{TCA}).....	64
2.3.4.2. Tasa media de crecimiento relativo (\overline{TCR}).....	65
2.3.4.3. Tasa media del crecimiento del cultivo (\overline{TCC}).....	65
2.3.4.4. Tasa media de asimilación neta (\overline{TAN}).....	65
2.3.5. Análisis del tejido vegetal.....	65
2.3.5.1. Materia seca.....	65
2.3.6. Determinación de clorofila con el SPAD.....	66
2.3.7. Concentración de clorofila a, b y total.....	66
2.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
2.4.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	67
2.4.1.1. Altura de la planta.....	67
2.4.1.2. Diámetro del tallo.....	68
2.4.1.3. Hojas por planta.....	68
2.4.1.4. Área foliar	69
2.4.1.5. Número de flores por planta.....	70
2.4.1.6. Tamaño de la flor.....	71
2.4.1.7. Longitud de la inflorescencia.....	72
2.4.1.8. Longitud del raquis.....	72
2.4.1.9. Diámetro del cormo.....	73
2.4.1.10. Peso de cormos.....	73
2.4.1.11. Número de cormillos.....	74
2.4.1.12. Peso de los cormillos.....	75
2.4.1.13. Índice de área foliar.....	76
2.4.1.14. Duración del área foliar.....	76
2.4.2. Análisis de crecimiento.....	77
2.4.3. Biomasa total.....	78
2.4.4. Relación entre la clorofila total y las lecturas del SPAD en las hojas de gladiolo.....	78

2.4.5. Relación entre las lecturas del SPAD en las hojas y la biomasa por planta (g) de gladiolo.....	78
2.4.6. Eficiencia en el uso del nitrógeno	79
2.5. CONCLUSIONES.....	80
2.6. LITERATURA CITADA.....	81
CAPÍTULO III. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO.....	90
RESUMEN.....	90
SUMMARY.....	91
3.1. INTRODUCCIÓN.....	92
3.1.1. Objetivo.....	93
3.2. REVISION DE LITERATURA.....	93
3.2.1. Efecto del fósforo (P) sobre los cultivos.....	93
3.2.2. Efecto del P sobre el crecimiento del cultivo.....	94
3.2.3. Efecto del P sobre la producción de biomasa del cultivo.....	94
3.2.4. Efecto del P sobre la calidad de la flor.....	95
3.2.5. Eficiencia agronómica del P.....	96
3.2.6. Resumen de la literatura.....	97
3.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	98
3.3.1. Localización del área de estudio.....	98
3.3.2. Tratamientos y diseño experimental.....	98
3.3.3. Variables de crecimiento en el cultivo de gladiolo.....	98
3.3.4. Análisis de crecimiento del cultivo de gladiolo.....	99
3.3.5. Análisis del tejido vegetal	99
3.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	99
3.4.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo	99
3.4.1.1. Altura de la planta.....	99
3.4.1.2. Diámetro del tallo.....	100
3.4.1.3. Hojas por planta.....	101

3.4.1.4. Área foliar.....	101
3.4.1.5. Número de flores por planta.....	102
3.4.1.6. Tamaño de la flor.....	102
3.4.1.7. Longitud de la inflorescencia.....	103
3.4.1.8. Longitud del raquis.....	104
3.4.1.9. Diámetro del cormo.....	105
3.4.1.10. Peso de cormos.....	106
3.4.1.11. Numero de cormillos.....	106
3.4.1.12. Peso de los cormillos.....	107
3.4.1.13. Índice de área foliar.....	107
3.4.1.14. Duración del área foliar.....	108
3.4.2. Análisis de crecimiento.....	108
3.4.3. Biomasa total.....	109
3.4.4. Eficiencia agronómica del fósforo.....	109
3.5. CONCLUSIONES.....	111
3.6. LITERATURA CITADA.....	112
CAPÍTULO IV. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO.	118
RESUMEN.....	118
SUMMARY.....	119
4.1. INTRODUCCIÓN.....	120
4.1.1. Objetivo.....	121
4.2. REVISION DE LITERATURA.....	121
4.2.1. Efecto del potasio (K) sobre los cultivos.....	121
4.2.2. Efecto del K en el crecimiento del cultivo.....	122
4.2.3. Efecto del K en la producción de biomasa del cultivo.....	122
4.2.4. Efecto del potasio sobre la calidad de la flor.....	123
4.2.5. Eficiencia agronómica del potasio.....	123
4.2.6. Resumen de la literatura.....	124

4.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	125
4.3.1. Localización del área de estudio.....	125
4.3.2. Tratamientos y diseño experimental.....	125
4.3.3. Variables de crecimiento del cultivo de gladiolo	125
4.3.4. Análisis de crecimiento del cultivo de gladiolo.....	125
4.3.5. Análisis del tejido vegetal.....	125
4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	126
4.4.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	126
4.4.1.1. Altura de la planta.....	126
4.4.1.2. Diámetro del tallo.....	126
4.4.1.3. Número de hojas por planta.....	127
4.4.1.4. Área foliar	127
4.4.1.5. Número de flores por planta.....	128
4.4.1.6. Tamaño de la flor.....	129
4.4.1.7. Longitud de la inflorescencia.....	129
4.4.1.8. Longitud del raquis.....	130
4.4.1.9. Diámetro del cormo.....	131
4.4.1.10. Peso de cormos.....	132
4.4.1.11. Número de cormillos.....	132
4.4.1.12. Peso de los cormillos.....	133
4.4.1.13. Índice de área foliar.....	134
4.4.1.14. Duración del área foliar.....	134
4.4.2. Análisis de crecimiento.....	134
4.4.3. Biomasa total.....	135
4.4.4. Eficiencia agronómica del potasio.....	135
4.5. CONCLUSIONES.....	136
4.6. LITERATURA CITADA.....	137
ANEXO-A.....	142
ANEXO-B.....	155
ANEXO-C.....	169
ANEXO-D.....	182

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN GENERAL.....	195
1. Discusión general.....	195
2. Conclusión general.....	196

LISTA DE CUADROS

		Página
CAPÍTULO I. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (NPK), SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE GLADIOLO.		
Cuadro 1.1.	Estados productores de flor de corte de gladiolo en el año agrícola 2002..	14
Cuadro 1.2.	Combinaciones de tratamientos de N, P y K (kg ha ⁻¹).....	26
Cuadro 1.3.	Productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	26
Cuadro 1.4.	Costos fijos de producción de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	30
Cuadro 1.5.	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, Gro. 2005.....	36
Cuadro 1.6.	Altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), hojas por planta, área foliar (cm ²), materia seca (g m ⁻²) en función de la fertilización con N, P y K. Cocula, Gro. 2005.....	38
Cuadro 1.7.	Diámetro del cormo (cm), peso de cormos (g m ⁻²), cormillos (m ⁻²) y peso de cormillos (g m ⁻²) en función de la fertilización con N, P y K. Cocula, Gro. 2005.....	39
Cuadro 1.8.	Análisis económico de la producción de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	40
CAPÍTULO II. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR DE GLADIOLO Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO.		
Cuadro 2.1.	Duración del área foliar (DAF) en diferentes períodos de crecimiento de gladiolo en función del nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	77
Cuadro 2.2.	Análisis de crecimiento de la planta de gladiolo en función de la aplicación de nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	77
Cuadro 2.3.	Parámetros fisiológicos y agronómicos de gladiolo con aplicaciones de diferentes niveles de nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	80

CAPÍTULO III. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO.

Cuadro 3.1.	Duración del área foliar (DAF) en diferentes periodos de crecimiento de gladiolo en función del fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	109
Cuadro 3.2.	Análisis de crecimiento de la planta de gladiolo en función de la aplicación de fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	109
Cuadro 3.3.	Eficiencia agronómica (EA), recuperación aparente (RA), eficiencia fisiológica (EF), y extracción de P de gladiolo en función de la aplicación de fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	110

CAPÍTULO IV. BIOMASA, CALIDAD DE FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO.

Cuadro 4.1.	Duración del área foliar (DAF) en diferentes periodos de crecimiento de gladiolo en función del potasio. Cocula, Gro. 2005.....	135
Cuadro 4.2.	Análisis de crecimiento de la planta de gladiolo en función de la aplicación de potasio. Cocula, Gro. 2005.....	135
Cuadro 4.3.	Eficiencia agronómica (EA), recuperación aparente (RA), eficiencia fisiológica (EF) y extracción de K (EK) de gladiolo en función de la aplicación de potasio. Cocula, Gro. 2005.....	136

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO I. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (NPK), SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE GLADIOLO.	
Figura 1.1. Cultivo de gladiolo en Cocula, Guerrero. 2005.....	8
Figura 1.2. Temperaturas máximas y mínimas (°C, media decenal) presentadas durante el desarrollo del cultivo de gladiolo (<i>Gladiolus grandiflorus</i> L.). Cocula, Gro.2005.....	31
Figura 1.3. Promedio de la humedad (%) del suelo durante el desarrollo del cultivo de gladiolo (<i>Gladiolus grandiflorus</i> L.). Cocula, Gro. 2005.....	32
Figura 1.4. Dinámica de la temperatura (°C) en el cultivo de gladiolo (<i>Gladiolus grandiflorus</i> L.) en función de N, P y K. Cocula, Gro. 2005.....	33
Figura 1.5. Unidades calor (UC) acumuladas durante el ciclo del cultivo de gladiolo en Cocula, Gro. 2005.....	34
Figura 1.6. Evapotranspiración del cultivo (ETc) de gladiolo en Cocula, Gro. 2005.....	34
Figura 1.7. Fenología del gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	35
CAPÍTULO II. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR DE GLADIOLO Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO.	
Figura 2.1 Dinámica de la altura de la planta de gladiolo en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	68
Figura 2.2. Dinámica del diámetro del tallo de la planta de gladiolo en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	68
Figura 2.3. Número de hojas por planta en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	69
Figura 2.4. Dinámica de crecimiento del área foliar del cultivo de gladiolo en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	70

Figura 2.5.	Número de flores por planta en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	71
Figura 2.6.	Tamaño de la flor en la inflorescencia en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	71
Figura 2.7.	Dinámica de crecimiento de la longitud de la inflorescencia en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	72
Figura 2.8.	Dinámica de crecimiento de la longitud del raquis (L. R.) en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	73
Figura 2.9.	Diámetro del cormo en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	74
Figura 2.10.	Peso de cormos en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	74
Figura 2.11.	Cormillos por m ² en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	75
Figura 2.12.	Peso de cormillos en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	75
Figura 2.13.	Dinámica del índice de área foliar (IAF) en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	76
Figura 2.14.	Biomasa total (g m ⁻²) en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.....	78
Figura 2.15	Relación entre el contenido de clorofila total (mg L ⁻¹) y lecturas del SPAD en gladiolo (<i>Gladiolus grandiflorus</i> L.). Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.....	79
Figura 2.16.	Lecturas del SPAD y la biomasa por planta en gladiolo en función del nitrógeno. Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.....	79

CAPÍTULO III. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO.

Figura 3.1.	Dinámica de la altura de la planta de gladiolo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	100
-------------	---	-----

Figura 3.2.	Dinámica del diámetro del tallo de la planta de gladiolo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	100
Figura 3.3.	Número de hojas por planta en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	101
Figura 3.4.	Dinámica de crecimiento del área foliar del cultivo de gladiolo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	102
Figura 3.5.	Número de flores por planta en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	103
Figura 3.6.	Tamaño de la flor en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	103
Figura 3.7.	Dinámica de crecimiento de la longitud de la inflorescencia (L.I.) en función de la fertilización con fósforo, Cocula. Gro. 2005.....	104
Figura 3.8.	Dinámica de crecimiento de la longitud del raquis (L. R.) en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	105
Figura 3.9.	Diámetro del cormo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	105
Figura 3.10.	Peso de cormos en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	106
Figura 3.11.	Cormillos por m ² en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	107
Figura 3.12.	Peso de cormillos en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	107
Figura 3.13.	Dinámica del índice de área foliar (IAF) en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	108
Figura 3.14.	Biomasa total (g m ⁻²) en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.....	110

CAPÍTULO IV. BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO.

Figura 4.1.	Dinámica de la altura de la planta de gladiolo en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro.2005.....	126
Figura 4.2.	Dinámica del diámetro del tallo de la planta de gladiolo en función de la fertilización potasio. Cocula, Gro. 2005.....	127
Figura 4.3.	Número de hojas por planta en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	128
Figura 4.4.	Dinámica de crecimiento del área foliar del cultivo de gladiolo en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	128
Figura 4.5.	Número de flores por planta en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	129
Figura 4.6.	Tamaño de la flor en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	130
Figura 4.7.	Dinámica de crecimiento de la longitud de la inflorescencia (L. I.) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	130
Figura 4.8.	Dinámica de crecimiento de la longitud del raquis (L. R.) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	131
Figura 4.9.	Diámetro del cormo en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	131
Figura 4.10.	Peso de cormos en función de la fertilización con potasio, Cocula, Gro. 2005.....	132
Figura 4.11.	Cormillos por m ² en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro...	133
Figura 4.12.	Peso de cormillos en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	133
Figura 4.13.	Dinámica del índice de área foliar (IAF) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	134
Figura 4.14.	Biomasa total (g m ⁻²) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.....	136

LISTA DE CUADROS EN LOS ANEXOS

	Página
ANEXO-A	
Cuadro A-1a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	142
Cuadro A-1b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	142
Cuadro A-2a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	143
Cuadro A-2b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	143
Cuadro A-3a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud de la inflorescencia a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	144
Cuadro A-3b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud de la inflorescencia a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	144
Cuadro A-4a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud del raquis a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	145
Cuadro A-4b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	145
Cuadro A-5a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre la altura de la planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	146
Cuadro A-5b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	146
Cuadro A-6a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	147
Cuadro A-6b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	147
Cuadro A-7a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de hojas por planta 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	148

Cuadro A-7b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	148
Cuadro A-8a.	Efecto de la fertilización con NPK, sobre el área foliar de la planta (cm ²) a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	149
Cuadro A-8b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el área foliar (cm ²) de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	149
Cuadro A-9a.	Efecto de la fertilización con NPK, sobre la cantidad de materia seca acumulada (g m ⁻²) a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	150
Cuadro A-9b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la cantidad de materia seca acumulada (g m ⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	150
Cuadro A-10a.	Efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	151
Cuadro A-10b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	151
Cuadro A-11a.	Efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormos (g m ⁻²) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	152
Cuadro A-11b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	152
Cuadro A-12a.	Efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de cormillos (m ²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	153
Cuadro A-12b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización NPK, sobre el número de cormillos (m ²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	153
Cuadro A-13a.	Efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormillos (g m ⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	154
Cuadro A-13b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormillos (g m ⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	154

ANEXO-B

Cuadro B-1a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la altura de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	155
Cuadro B-1b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	155
Cuadro B-2a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	155
Cuadro B-2b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	155
Cuadro B-3a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta a los 82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	156
Cuadro B-3b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	156
Cuadro B-4a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	156
Cuadro B-4b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	156
Cuadro B-5a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	157
Cuadro B-5b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	157
Cuadro B-6a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el área foliar de la planta (cm ²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	157
Cuadro B-6b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el área foliar de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	157
Cuadro B-7a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	158
Cuadro B-7b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	158
Cuadro B-8a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	158

Cuadro B-8b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	158
Cuadro B-9a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	159
Cuadro B-9b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	159
Cuadro B-10a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	159
Cuadro B-10b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	159
Cuadro B-11a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud de la inflorescencia a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	160
Cuadro B-11b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud de la inflorescencia en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	160
Cuadro B-12a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud del raquis a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	160
Cuadro B-12b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	160
Cuadro B-13a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	161
Cuadro B-13b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.	161
Cuadro B-14a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormos (g m^{-2}) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	161
Cuadro B-14b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	161
Cuadro B-15a.	Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de cormillos (m^2) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	162
Cuadro B-15b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización nitrógeno, sobre el número de cormillos (m^2) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	162

Cuadro B-16a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormillos (g m ⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	162
Cuadro B-16b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormillos (g m ⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	162
Cuadro B-17a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.	163
Cuadro B-17b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.	163
Cuadro B-18a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.	163
Cuadro B-18b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.	163
Cuadro B-19a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	164
Cuadro B-19b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	164
Cuadro B-20a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	164
Cuadro B-20b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	164
Cuadro B-21a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	165
Cuadro B-21b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	165
Cuadro B-22a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	165

Cuadro B-22b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	165
Cuadro B-23a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	166
Cuadro B-23b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	166
Cuadro B-24a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	166
Cuadro B-24b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	166
Cuadro B-25a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre las lecturas del SPAD en gladiolo. Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.....	167
Cuadro B-25b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre las lecturas del SPAD en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	167
Cuadro B-26a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa por planta (g pl^{-1}) en gladiolo. Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.....	167
Cuadro B-26b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa por planta (g pl^{-1}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	167
Cuadro B-27a. Contenido de nitrógeno (%) en la planta de gladiolo. Datos a los 89 dds. Cocula, Gro. 2005.....	168

ANEXO-C

Cuadro C-1a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la altura de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	169
Cuadro C-1b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	169
Cuadro C-2a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	169
Cuadro C-2b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	169
Cuadro C-3a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta a los 82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	170
Cuadro C-3b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	170
Cuadro C-4a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	170
Cuadro C-4b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	170
Cuadro C-5a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	171
Cuadro C-5b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	171
Cuadro C-6a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el área foliar de la planta (cm ²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	171
Cuadro C-6b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el área foliar de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	171
Cuadro C-7a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	172
Cuadro C-7b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	172
Cuadro C-8a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	172

Cuadro C-8b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	172
Cuadro C-9a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	173
Cuadro C-9b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	173
Cuadro C-10a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	173
Cuadro C-10b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	173
Cuadro C-11a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud de la inflorescencia a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	174
Cuadro C-11b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud de la inflorescencia en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	174
Cuadro C-12a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud del raquis a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	174
Cuadro C-12b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	174
Cuadro C-13a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del corno de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	175
Cuadro C-13b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del corno de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	175
Cuadro C-14a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormos (g m^{-2}) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	175
Cuadro C-14b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	175
Cuadro C-15a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de cormillos (m^2) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	176
Cuadro C-15b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de cormillos (m^2) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	176

Cuadro C-16a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormillos (g m^{-2}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	176
Cuadro C-16b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormillos (g m^{-2}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	176
Cuadro C-17a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	177
Cuadro C-17b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	177
Cuadro C-18a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	177
Cuadro C-18b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	177
Cuadro C-19a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	178
Cuadro C-19b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	178
Cuadro C-20a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	178
Cuadro C-20b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	178
Cuadro C-21a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	179
Cuadro C-21b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	179
Cuadro C-22a.	Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	179

Cuadro C-22b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	179
Cuadro C-23a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	180
Cuadro C-23b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	180
Cuadro C-24a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	180
Cuadro C-24b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	180
Cuadro C-25a. Contenido de fósforo (%) en la planta de gladiolo. Datos a los 89 dds. Cocula, Gro. 2005.....	181

ANEXO-D

Cuadro D-1a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre la altura de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	182
Cuadro D-1b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	182
Cuadro D-2a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	182
Cuadro D-2b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	182
Cuadro D-3a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta a los 82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	183
Cuadro D-3b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	183
Cuadro D-4a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	183
Cuadro D-4b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	183
Cuadro D-5a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	184
Cuadro D-5b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	184
Cuadro D-6a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el área foliar de la planta (cm ²) a los 96 dds siembra en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	184
Cuadro D-6b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el área foliar de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	184
Cuadro D-7a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	185
Cuadro D-7b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	185
Cuadro D-8a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	185

Cuadro D-8b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	185
Cuadro D-9a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	186
Cuadro D-9b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	186
Cuadro D-10a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	186
Cuadro D-10b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	186
Cuadro D-11a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud de la inflorescencia a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	187
Cuadro D-11b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud de la inflorescencia en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	187
Cuadro D-12a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud del raquis a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	187
Cuadro D-12b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	187
Cuadro D-13a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del corno de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	188
Cuadro D-13b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del corno de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	188
Cuadro D-14a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormos (g m^{-2}) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	188
Cuadro D-14b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	188
Cuadro D-15a.	Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de cormillos (m^2) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	189
Cuadro D-15b.	Análisis de varianza del efecto de la fertilización potasio, sobre el número de cormillos (m^2) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	189

Cuadro D-16a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormillos (g m^{-2}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	189
Cuadro D-16b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormillos (g m^{-2}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	189
Cuadro D-17a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	190
Cuadro D-17b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	190
Cuadro D-18a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	190
Cuadro D-18b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	190
Cuadro D-19a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	191
Cuadro D-19b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	191
Cuadro D-20a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	191
Cuadro D-20b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	191
Cuadro D-21a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	192
Cuadro D-21b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	192
Cuadro D-22a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	192

Cuadro D-22b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	192
Cuadro D-23a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	193
Cuadro D-23b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	193
Cuadro D-24a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	193
Cuadro D-24b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.....	193
Cuadro D-25a. Contenido de potasio (%) en la planta de gladiolo. Datos a los 89 dds. Cocula, Gro. 2005.....	194

INTRODUCCIÓN GENERAL

El gladiolo es una de las especies de ornato de mayor demanda, ya que sus elegantes espigas poseen una rica variación de colores y tamaños, por tal es su uso en eventos sociales como bodas, quince años, cumpleaños entre otras festividades. En Iguala, Gro., la gran mayoría de las flores existentes en el mercado provienen del Estado de México y Morelos. Cultivar el gladiolo en la región generará más empleos, además de poder ofrecerle al consumidor flor más fresca y de buena calidad. La calidad de la planta depende del manejo del cultivo, donde el suministro de nutrimentos como nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), que en combinación con otros factores incrementa el rendimiento y calidad de las cosechas. Sin embargo, los productores aplican estos nutrimentos en dosis de manera empírica. Por esto, es importante conocer la dosis óptima económica (DOE) con el objeto de obtener la máxima ganancia con el cultivo. El nitrógeno (N) es esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que la deficiencia de N retrasa el desarrollo de las plantas, la floración, además entrenudos cortos, brotes débiles, inflorescencias y menor número de flores, en casos extremos las hojas se decoloran y amarillean, esto ocasiona una mayor susceptibilidad a las enfermedades. El fósforo es un nutrimento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que las plantas lo necesitan en la fotosíntesis, formación del núcleo y división celular, elaboración de grasas, organización celular, transmisión de la herencia, etc. El potasio (K) juega un importante papel en las plantas, en los cormos de gladiolo forma las reservas contenidos en estos, activa diversas enzimas que favorecen la fotosíntesis y respiración, además contribuye de manera importante al potencial osmótico de las células y eleva la resistencia de los cultivos a ciertas enfermedades y en general ejerce un balance entre el nitrógeno y el fósforo, además, eleva el vigor del gladiolo, puesto que el K estimula la floración y el fortalecimiento de los tallos florales, evitando que se doblen, por tal motivo, es necesario la aportación de fertilizantes ricos en K durante la floración. El manuscrito del presente trabajo se presenta en cuatro capítulos: Capítulo I. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), sobre el crecimiento y producción de gladiolo, 2) Capítulo II. Biomasa, calidad de la flor de gladiolo y análisis de crecimiento en función de la fertilización con nitrógeno, 3) Capítulo III. Biomasa, calidad de la flor y análisis de crecimiento en función de la fertilización con fósforo,

4) Capítulo IV. Biomasa, calidad de la flor y análisis de crecimiento en función de la fertilización con potasio.

En esta investigación se plantean los objetivos generales siguientes:

1. Evaluar el efecto de diferentes niveles y combinaciones de N, P y K sobre la calidad de producción de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.).
2. Determinar bajo condiciones de clima cálido, la dosis de N, P y K óptima biológica y económica para producción y calidad de flor.
3. Determinar la influencia del N, P y K sobre el crecimiento, la producción de biomasa y eficiencia agronómica del N, P y K del gladiolo.

CAPÍTULO I

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (NPK), SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE GLADIOLO.

RESUMEN

En el cultivo de gladiolo el suministro de nutrimentos como N, P y K es fundamental durante el crecimiento de tallos y hojas, hasta que se produce el corte de la flor para obtener calidad de producción de gladiolo que involucra la altura de la planta, longitud de la inflorescencia, número y tamaño de flor. El efecto de N, P y K sobre la calidad de producción de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) se estudió en condiciones de clima cálido. La siembra de gladiolo cultivar Blanca perla se realizó el 20 de diciembre de 2004 con una densidad de población de 250 mil plantas ha⁻¹. Se aplicaron la combinación de cuatro dosis de N, P y K (0, 80, 160 y 240 kg ha⁻¹ para N y P; 0, 40, 80 y 120 kg ha⁻¹ de K). Los tratamientos se seleccionaron bajo la matriz Plan Puebla 2 y el diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tiempo a ocurrencia de las etapas fenológicas no fue afectado por los tratamientos. El que generó mayor número de flores por planta, tamaño de flor, longitud de la inflorescencia, área foliar, diámetro de tallo, número de cormillos y mayor ingreso neto fue el 80, 80 y 80 de N, P y K. Los valores más bajos de estas variables se encontraron con 00, 80 y 40 kg ha⁻¹ de N, P y K. Estos resultados sugieren que se requiere conocer la combinación apropiada de N, P y K para lograr un rendimiento alto de gladiolo.

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

CHAPTER I
**EFFECT OF FERTILIZATION WITH NITROGEN, PHOSPHORUS AND
POTASSIUM (NPK), ON GROWTH AND PRODUCTION OF GLADIOLUS**

SUMMARY

In the crop of gladiolus the supply of N, P and K is essential for the growth of stems and leaves, until the cut of the flower takes place to obtain quality of production of gladiolo that involves the height of the plant, length of the spike, number and size of flower. The effect of N, P and K on the quality of production of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) was studied in conditions of warm climate. The sowing of Blanca perla gladiolus cultivar was at December 20, 2004 with a population density of 250 000 plants ha⁻¹. The combination of four levels of N, P and K were applied (0, 80, 160 and 240 kg ha⁻¹ for N and P, and 0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹ for K). The treatments were selected under the Plan Puebla 2 Matrix and the experimental design was a randomized complete blocks with four replications. The phenology was not affected by the treatments. The level that generate highest flowers number by plant, flower size, length of the spike, leaf area, stem diameter, cormels number and greater net income was 80, 80 and 80 N, P and K. The lowest values of these variables were found with 00, 80 and 40 kg ha⁻¹ N, P and K. These results suggest that is requires to know the appropriate combination of N, P and K to obtain a high yield of gladiolus.

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

1.1. INTRODUCCIÓN

La calidad de flor en el cultivo de gladiolo depende de la altura de la planta, la longitud de la inflorescencia, raquis, número y tamaño de flor. Por lo tanto, es necesario realizar un manejo apropiado del cultivo para cumplir con estas demandas. Dentro de estas actividades se encuentran el riego, la fertilización edáfica y foliar, el control de plagas y enfermedades, entre otras labores, las cuales requieren gran cantidad de mano de obra e insumos como son fertilizantes y plaguicidas, entre otros. La fertilización es una práctica fundamental que permite aumentar el rendimiento por unidad de superficie, por lo que la restitución de la fertilidad de los suelos por medio de los abonos minerales es de gran importancia, ya que se considera más fácil, rápida y de cierta manera costeable, siendo el nitrógeno y el fósforo los elementos esenciales que con más frecuencia deben aplicarse al suelo. En gladiolo, el requerimiento de nutrimentos es constante durante todo el ciclo, sin embargo, en las primeras etapas de crecimiento la necesidad es baja, ya que la planta aprovecha las reservas acumuladas en el cormo. El requerimiento más alto ocurre durante el crecimiento del tallo y hojas, hasta que se produce el corte de la flor (Rubio, 2005). Por tal razón, es necesario el suministro de nutrimentos al suelo, como son: nitrógeno, fósforo y potasio. El nitrógeno es un nutrimento esencial en el crecimiento y desarrollo de la planta, así como en su diferenciación floral. El fósforo ayuda a la resistencia de enfermedades, la división celular, el crecimiento celular, en la formación y desarrollo de raíces y tallos. Mientras que el potasio mejora la calidad de flor y el fortalecimiento de los tallos (Rubio, 2005). La importancia de la aplicación de potasio en gladiolo ha sido reportada por varios investigadores. Wilfret (1980), menciona que la deficiencia de potasio en gladiolo reduce la longitud y el número de flores en la inflorescencia, retrasa la floración, estimula la senescencia y amarillamiento intervenal de las hojas jóvenes. Ansetta (1958), reporta que el potasio debe aplicarse un mes antes de la floración, para obtener mayor calidad de flores de gladiolo. Khan y Ahmad (2004), en *Gladiolus hortulanus* L., encontraron que en invernadero y macetas, la altura de la planta, el número de hojas, longitud de la hoja y longitud de la inflorescencia se incrementan con la aplicación de N, P y K (10, 10 y 5 g por maceta de N, P y K). En otras plantas ornamentales, como el crisantemo, Lunt y Kofranek (1958), demuestran la necesidad de suministrar altos niveles de nitrógeno a crisantemo durante las primeras siete semanas de crecimiento, de lo

contrario, se afecta adversamente la calidad de la flor y cualquier adición posterior no permite la recuperación de las plantas. Las hojas, pecíolos y tallos son los sitios donde el N se acumula y a partir de allí se transporta para sostener el desarrollo de las inflorescencias (Woodson y Boodley, 1983). El crisantemo cultivado en suelo y bajo condiciones de invernadero, es común que se apliquen hasta 4500 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ (Nelson, 1998), lo cual demuestra que esta especie presenta altos requerimientos de N, principalmente durante su período vegetativo. Los productores de gladiolo, con el fin de lograr plantas de mayor calidad, aplican fertilizantes de manera empírica, sin saber si éstas son las combinaciones de N, P y K más apropiadas para la región.

1.1.1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue determinar bajo condiciones de clima cálido, la dosis de N, P y K óptima biológica y económica para producción y calidad de flor.

1.1. REVISION DE LITERATURA

1.2.1. Características botánicas del cultivo de gladiolo

1.2.1.1. Clasificación botánica

El género *Gladiolus* de la familia Iridiaceae está representado por 180 especies. El origen de las gladiolos comerciales es la hibridación entre las especies, por lo que su denominación es la de *Gladiolus x hybridos*. Se consideran dos centros de distribución de las especies de gladiolos, ambos en el clima subtropical: 1) en el mediterráneo y 2) en el sur y centro de África. Las especies del mediterráneo *Gladiolus communis*, *G. segetum* y *G. byzanthius*, son poliploides (2n=60 a 130), se introdujeron al menos hace 500 años; sin embargo, no participan en los cultivares modernos y las especies del sur de África son principalmente diploides (2n=30). Dentro de este grupo se encuentra *G. alatus*, *G. corneus* entre otros (Lewis *et al.*, 1972). Los híbridos modernos, designados como *G. grandiflorus*, son un complejo de cuando menos 11 especies, varios de los cuales están representados por diferentes formas de colores o variedades botánicas (Larson, 2004).

1.2.1.2. Morfología de la planta

Los gladiolos son plantas herbáceas que se desarrollan de un tallo subterráneo llamado cormo (tallo agrandado, llamado también plato basal que tiene nudos y entrenudos, éste es encerrado por varias hojas secas, conocidas como túnicas) el cual es reemplazado anualmente, formados por el acortamiento de los entrenudos basales del eje de la planta, el cual forma la base del tallo floral (Shillo y Halevy, 1976a). El cormo es una estructura sólida que posee dos tipos de yemas: principal y laterales estas se encuentran en la parte superior del cormo y están distribuidas una por anillo (Leszczyńska y Borys, 1994). La yema principal del cormo contiene de 9 a 11 hojas reducidas a vainas y 3-4 hojas foliares, estas son dísticas, alargadas, paralelinervias y lanceoladas recubiertas de una cutícula cerosa. La mayoría de las hojas en forma de vaina son dañadas durante la emergencia y solamente crecen 3-4 hojas de 2-4cm sobre el nivel del suelo y estas sirven como protección. El total de hojas foliares es de 8 a 10 y varía dependiendo del cultivar (Shillo y Halevy, 1976a). La inflorescencia es una espiga y se origina como un eje terminal (Larson, 2004), donde las flores están dispuestas a lo largo del eje central, el desarrollo de las flores es acropétalo, el número puede llegar hasta 30 (Figura 1.1). Las flores individuales están encerradas con dos valvas verdes. La corola es tubular con tres lóbulos superiores generalmente más largos que los tres inferiores, con tres estambres. El pistilo consiste de tres lóbulos, un estilo simple no ramificado y un ovario ínfero. Las flores son bilaterales o radialmente simétricas (Shillo y Halevy, 1976a).

1.2.2. Requerimientos ambientales del cultivo de gladiolo

1.2.2.1. Temperatura

La temperatura del suelo, debe ser entre 10 y 12° C en la plantación y de 12 a 14° C durante el desarrollo, y puede ser hasta 18° C cuando la inflorescencia es visible (Buschman, 1985). Sin embargo, Vidalie (2001), menciona que la emergencia de la yema vegetativa es más rápido a temperaturas menores a 10° C y se detiene a partir de los 20° C. La temperatura mínima biológica (cero de vegetación) es de 5 a 6° C. Las temperaturas nocturnas bajas de 1 a 4° C que se presentan durante el desarrollo del cultivo disminuyen el porcentaje de floración y calidad de la inflorescencia, siendo la etapa más crítica de 2-5 hojas. Puede resistir temporalmente temperaturas superiores a 25° C (en ocasiones hasta 40° C solo si la humedad relativa es alta y la del suelo es óptima); pero pueden ocasionar necrosamiento en la

inflorescencia afectando la calidad. La formación de raíces contráctiles (carnosas, las que nacen del cormo nuevo) requiere que exista variación de temperatura en el día y en la noche. El crecimiento del cormo se favorece con temperaturas de 20° C, así también la temperatura afecta la dormancia de los cormos, es decir, los cormos producidos con altas temperaturas del suelo tienen un período más largo de dormancia que los cormos producidos a temperaturas bajas (Buschman, 1985). McKay *et al.* (1981) reportan que el número de días a floración lo determina la temperatura sobre un rango de fotoperíodo de 12.3 a 15.8 horas luz. Por otra parte, Imanishi e Imae (1990), indican que la etapa de 1-2 hojas y de 5-6 hojas es la más sensible a la temperatura baja ya que reducen el porcentaje de floración. De acuerdo con Leszczyńska y Borys (1994), la temperatura óptima para el desarrollo del gladiolo es de 25° C (el rango es entre 10 y 25° C, temperaturas ambientales entre los 10 a 15° C por la noche y 20 a 25° C durante el día), temperaturas menores a 10° C detienen el crecimiento de la planta.



Figura 1.1. Cultivo de gladiolo en Cocula, Guerrero. 2005.

1.2.2.2. Luz

Shillo y Halevy (1976e), mencionan que el fotoperíodo y la intensidad de la luz solar influyen en la floración. La baja disponibilidad de la luz en la fase inicial de crecimiento, ocasiona que

las inflorescencias se sequen. La etapa en la cual se ve más afectada la planta es desde la aparición de la primera hoja hasta la sexta o séptima hoja, cuando ocurre la diferenciación floral, provocando una disminución en el porcentaje de floración y una reducción en el número de flores por inflorescencia. Esto es confirmado por los estudios realizados por Buschman (1985), en los que menciona que las condiciones de luz deben ser óptimas desde la primera hoja hasta la sexta ó séptima. Si existe una deficiencia de luz en la primera fase, la inflorescencia se desecará; sin embargo, si ocurre en la etapa de la quinta hoja a la séptima la inflorescencia se forma pero con menor número de botones florales. Por otro lado, Imanishi e Imae (1990), reportan que la etapa más sensible es de 4-5 hojas, ya que la baja intensidad de luz durante este período reduce el porcentaje de floración y el número de flores por inflorescencia; en la fase de 6-7 hojas solo reduce el número de flores por inflorescencia. Además, reporta que la reducción de intensidad de luz por dos semanas en la etapa de 1-3 hojas retrasa la floración de 6-10 días, pero tiene poco efecto en el porcentaje de floración. De Hertogh y Le Nard (1993), indican que las condiciones de luz son afectadas por la temperatura, de esta manera a mayor temperatura el requerimiento de luz necesario para evitar el aborto de flores es más alto, dependiendo de la variedad. También mencionan que la luz no afecta la iniciación floral debido a que puede efectuarse uniformemente bajo oscuridad. La baja intensidad luminosa aplicada con una prolongación de día largo o noche corta es efectiva, debido a que el porcentaje de floración y la calidad de la inflorescencia se incrementan y la antétesis se retrasa. Leszczńska y Borys (1994), señalan que para reducir la incidencia de esta enfermedad fisiológica es necesario: a) seleccionar variedades de menor requerimiento de condiciones lumínicas; b) reducir la densidad de plantación; c) ajustar el arreglo de la plantación de cormos y dirección de las hileras, para mejorar la cantidad de radiación solar integral diaria; d) incrementar la intensidad lumínica y extender las horas luz a través de la iluminación artificial; y e) utilizar cormos de tamaño grande. Al respecto, López (1989), recomienda que para siembras de primavera se utilice el cormo número 2 ó 3 (tamaño mediano), y cuando se cultive en invierno utilizar el número 1 o gigante.

1.2.2.3. Fotoperíodo

Con fotoperíodos largos se tiene una mejor calidad en la flor pero una disminución en el peso del cormo. Esto es corroborado por Rees (1992) y McKay *et al.* (1982), quienes mencionan

que los días largos incrementan el porcentaje de floración, número de flores por inflorescencia y longitud de la inflorescencia, pero retrasa el desarrollo de la inflorescencia y antésis, mientras que los días cortos promueven el crecimiento del cormo. Tal efecto establece una competencia por fotosintatos entre las flores con cormos y cormillos, con los días largos favorece el desarrollo de la inflorescencia y flores a expensas del cormo y cormillos.

1.2.2.4. Humedad relativa

El desarrollo de la planta en suelos húmedos permite tolerar a la planta temperatura hasta de 50° C. Por otra parte, la traslocación de asimilados para el desarrollo de la inflorescencia se reduce bajo estas condiciones con un rápido desarrollo del cormo nuevo (Shillo y Halevy, 1976d). La humedad ambiental requerida para el desarrollo de la planta deberá estar comprendida entre el 60-70%. Las plantas son muy sensibles a los rocíos y lluvias por lo que se recomienda cubrir los cultivos en invierno.

1.2.3. Requerimientos edáficos

1.2.3.1. Tipo de suelo

El gladiolo generalmente se puede cultivar en la mayoría de los suelos, la condición es que sean ricos en materia orgánica, que tengan buena estructura y permeabilidad. Una estructura inadecuada puede disminuir el rendimiento de los cormos hasta en un 30% (Leszczyńska y Borys, 1994). De hecho, los suelos franco-arenosos son los más ideales para la producción de flores y cormos de gladiolo. Los suelos con otro tipo de textura presentan ciertos problemas; por ejemplo, en los suelos arenosos puede presentarse más deficiencia de micro-nutrientes por la rápida y fácil lixiviación de estos; en suelos arcillosos, la cosecha de los cormos es la más difícil, además durante el ciclo de vida del cultivo se presenta con más frecuencia problemas fitosanitarios debido al exceso de humedad; y en los suelos orgánicos pueden producirse inflorescencias florales largas y fuertes, cormos más grandes, pero estos últimos requieren de un cuidado especial durante el secado, principalmente por la humedad y las enfermedades fungosas (Salinger, 1991).

1.2.3.2. pH del suelo

Se recomienda el cultivo de flores de gladiolo a un pH de 6 a 7; debido a que un pH menor de 5 hace posible que se presenten daños en el cultivo por deficiencias de flúor; mientras que un pH mayor a 7.5 presentan los síntomas de deficiencia de hierro que se tornan más severos (Buschman, 1985).

1.2.3.3. Salinidad

El gladiolo es una planta sensible al contenido de sales. Al respecto se menciona que el cloro (Cl) en el suelo debe ser menor de 3 meq L⁻¹, en el agua de riego para el cultivo en invernadero no mayor de 200 meq L⁻¹; y en el agua de riego para cultivo al aire libre no debe exceder las 600 ppm (Buschman, 1985). La reducción de la producción debido a la salinidad del suelo en el cultivo de gladiolo, es de un 10% a 1.5 dS m⁻¹, 25% a 3.5 dS m⁻¹ y un 50% de disminución en la producción a 7.0 dS m⁻¹ (Salinger, 1991).

1.2.3.4. Humedad del suelo

El déficit de humedad del suelo reduce el número de flores. Buschman (1985), indica que la etapa en que se ve más afectado el cultivo de gladiolo en cuanto a humedad, es de la tercera a la séptima hoja, es decir, durante el desarrollo de la inflorescencia. Grabowska (1986); considera al gladiolo como una planta muy exigente en agua, la cual dependiendo del tamaño de la planta, llega a extraer de 5 a 10 litros de agua del suelo durante su periodo vegetativo. Robinson *et al.* (1983), señalan que el gladiolo presenta un estrés mínimo en el rango de potencial de agua del suelo de -3.8 a -6 bar; la cual ocasiona una gran reducción en la fijación de CO₂ y en menor grado un retraso en la traslocación de asimilados hacia las hojas, también disminuye la cantidad de asimilados en la inflorescencia y los incrementa en el cormo; es por eso que en este último órgano se incrementan el peso seco y el potencial hídrico disminuye en la parte aérea. Salinger, (1991); Shillo y Halevy (1976d), reportan que en la condición de suelo seco acelera el desarrollo de la inflorescencia y la apertura floral; y por el contrario, si existe una humedad alta permite a la planta tolerar una temperatura alta hasta de 50° C, pero si la humedad se aloja en los ángulos de las hojas se induce al desarrollo y proliferación de enfermedades fungosas.

1.2.4. Requerimientos nutrimentales del cultivo de gladiolo

Los requerimientos de fertilizante para el crecimiento de las plantas varían con las condiciones climáticas, método de riego y tipo de suelo. En suelos arenosos, es necesario aplicar con mayor frecuencia el fertilizante, especialmente durante la estación de lluvias. En suelos más pesados no se requiere fertilizante o muy poco para la producción de flores (Stuart y McClellan, 1951; Van Diest y Flannery, 1963; Woltz, 1955), aunque las necesidades nutritivas del gladiolo son constantes durante todo el ciclo (Rubio, 2005). En las primeras etapas de crecimiento el requerimiento de nutrimentos es bajo ya que la planta aprovecha los nutrientes orgánicos e inorgánicos acumulados en el cormo. De hecho, el beneficio del fertilizante se ve durante la segunda estación (Woltz, 1955). El requerimiento máximo ocurre al momento de crecimiento de tallos y hojas, hasta que se produce el corte de la flor (Rubio, 2005). Es decir, el requerimiento nutricional del gladiolo varía según la fertilización previa al cormo madre, pero en general un cultivo de gladiolo en suelos arenosos debe tener de 90 a 135 kg de N, de 90 a 180 kg de fósforo y de 110 a 180 kg de potasio por hectárea (Woltz, 1955). De acuerdo con lo anterior, las necesidades nutrimentales de esta planta dependerán del cultivar, tamaño de cormo (cantidad de reserva), y de la etapa de desarrollo (Larson, 2004; Salinger, 1991; Leszczyńska y Borys, 1994). Por otra parte, Gilreath (1986), mencionan que en un suelo de arena fina, con materia orgánica de 0.7% y pH de 6.1 a 6.8, se debe aplicar un total de 237-103-196 kg ha⁻¹ de NPK. Sin embargo, Gowda *et al.* (1988), señala que por las investigaciones realizadas en la India en gladiolo cv. Debonair, han indicado que hay que aplicar 400-400-200 kg ha⁻¹ de NPK para asegurar un alto número de espigas por planta, mayor número de flores por inflorescencia (14.6), mayor tamaño de la flor (9cm de diámetro) y espigas florales más largas (89.7cm). En México, según la encuesta realizada por Leszczyńska y Borys (1994), encontraron que para el cultivo de gladiolo se prefieren suelos arcillo-arenosos en la región de Atlixco, Puebla; donde utilizan dosis de 200 kg de nitrato de amonio, 100 kg de potasio y 200 kg de 18-46-0 de N, P y K ha⁻¹ al momento de la siembra; al inicio de la primera espiga aplican 200kg de 18-46-0 de N, P y K ha⁻¹ y 100 kg ha⁻¹ de cloruro de potasio.

Cuevas (1999), señala que los nutrimentos de mayor influencia sobre el crecimiento de gladiolo son el nitrógeno, fósforo y potasio. Generalmente son los que primero presentan sus deficiencias en el suelo por sus altos niveles de extracción por parte de las plantas, mientras

que los secundarios son requeridos en menores cantidades y sus deficiencias no son tan evidentes pero si muy importantes de considerar (Rubio, 2005). En el caso de gladiolo la deficiencia más común es el hierro y se corrige fácilmente con quelatos (Seemann, 2000), esta se manifiesta como clorosis intravenal de las hojas nuevas (Larson, 2004). La deficiencia de calcio causa que la inflorescencia se troce generalmente por debajo de la segunda o tercera flor (Larson, 2004). Además, el botón floral presenta un síntoma muy particular de apariencia colgante cuando las flores de la parte apical de la inflorescencia se abren (Leszczyńska y Borys, 1994) y en casos más severos la desintegración de la yema o pudrición (Larson, 2004). Un excesivo contenido de Ca, conduce a deficiencias de K y Mg (Woltz, 1976). Los nutrimentos como calcio, magnesio, hierro y boro, pueden ser aplicados en forma de pequeños fragmentos como elementos menores durante la preparación del suelo. Se recomienda cuando menos cuatro aplicaciones de fertilizantes: 1) incorporación antes de la plantación, 2) aplicación lateral durante la etapa de dos a tres hojas; 3) aplicación lateral durante la etapa de los vástagos cuando la inflorescencia emerge de las hojas; y 4) aplicación lateral unas dos semanas después de la floración para desarrollar el nuevo cormo y cormillos (Wilfret, 1970). La nutrición adecuada de gladiolo, no solo repercute en el crecimiento y desarrollo de la planta sino que también tiene influencia en la vida postcosecha de las inflorescencias.

1.2.5. Mercado del cultivo de gladiolo

Una parte de las necesidades estéticas del hombre está contemplada por el contacto con la belleza vegetal. Las flores y el follaje en el florero, cerca del hombre, hacen posible el contacto íntimo con la fuente de impresiones estéticas. Los arreglos florales a veces aseguran una mayor recepción de valores estéticos ofrecidos por las plantas. Esto es lo que generan el comercio y la producción de flores (Leszczyńska-Borys, 1990). La demanda está condicionada principalmente por la población de las grandes ciudades y por los días festivos. Hay fechas muy especiales que reubican la importancia del comercio de flores de ciudades hacia pueblos. Tal es el caso de semana santa (Leszczyńska y Borys, 1994).

En nuestro país los principales estados productores de gladiolo son Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Veracruz; con una producción de 14,247 toneladas en el año 2002 (Cuadro 1.1).

En Iguala Gro., la gran mayoría de las diferentes flores existentes en el mercado provienen de los estados de Morelos y México. La flor de gladiolo se comercializa como flor de corte y al consumidor en esta ciudad se ofrece en arreglos florales y en manojos (docena), o según se solicite, teniendo su mayor demanda en semana santa, graduaciones, día de la Virgen de Guadalupe, día de muertos y en los pueblos cercanos, cuando se festeja la fiesta de algún santo.

Cuadro 1.1. Estados productores de flor de corte de gladiolo en el año agrícola 2002.

Estado	Superficie sembrada (Ha.)	Producción (Ton.)	Rendimiento (Ton/Ha.) *	Valor de la producción (Miles de pesos)
Guanajuato	3	12	4.000	31.2
Guerrero	232	2,366	10.196	42,408.0
Michoacán	293	1,805	6.160	9,096.6
Oaxaca	10	54	5.400	612.0
Puebla	539	9,449	17.531	51,974.8
Veracruz	85	561	6.600	2,244.0
Total	1,162	14,247	12.260	106,366.6

Fuente: Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera, SAGARPA. * Materia seca

1.2.6. Fenología del cultivo de gladiolo

El fenotipo de una planta es la resultante de la interacción del genotipo representado por la variedad, y el ambiente, como el clima, suelo y factores bióticos (Escalante y Kohashi, 1993). La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos o etapas diferenciadas que ocurren en el ciclo biológico de las plantas, relacionados con el ambiente y manejo en el cual se desarrollan. El estudio de la fenología permite entender la respuesta de la planta a los efectos ya sean inducidos o provocados por el ambiente y su variación a lo largo de su ciclo biológico, así como, conocer los periodos o etapas críticas de las plantas cultivadas, lo que nos permite incrementar su producción y hacer un uso más eficiente de los insumos disponibles, ya que este conocimiento nos permitirá aplicarlos en la dosis y momentos adecuados (Hinojosa, 1989). Kasem y El-Mesilhy (1992), reportan que la aplicación de 60 kg ha⁻¹ de N al cultivo de girasol, ocasionó un adelanto en la fenología comparando la aplicación de 20 kg ha⁻¹ y el testigo. Por otra parte, la deficiencia de P ocasiona que la fenología del cultivo se retrase, debido a que las hojas operan normalmente a tasas de fotosíntesis inferiores a las que son capaces, debido a una acumulación de azúcares. Esto mismo es corroborado por Habbasi y Schumacher (1994), en maíz, quien indica que el P acorta las etapas fenológicas.

1.2.6.1. Crecimiento y desarrollo

La diferenciación en el tallo (iniciación floral) en gladiolo ocurre en las primeras fases de crecimiento (Halevy, 1972; Rees, 1992), en la etapa de la segunda hoja. El desarrollo de la yema floral depende de las condiciones ambientales como luz, temperatura y niveles de humedad del suelo (Halevy, 1962; Halevy, 1972; Shillo y Halevy, 1976e). La intensidad y duración de la luz son consideradas como los factores más importantes en el desarrollo de la floración (Shillo y Halevy, 1976b; Groen y Rotten, 1980). Ambos factores influyen sobre la calidad y cantidad de floración en gladiolo. La iniciación de las flores se da cuando las plantas tienen de 30 a 40mm de altura y continúa hasta la expansión de la séptima hoja (Shillo y Halevy, 1976d), si las condiciones ambientales en esta etapa no son óptimas ocurre marchitamiento de las flores individuales o en toda la inflorescencia (Shillo y Halevy, 1976a). La diferenciación de la inflorescencia ocurre después de que se ha iniciado el número total de hojas en un rango de 3 a 8 semanas después de la plantación la cual depende de la temperatura y condiciones de luz (Shillo y Halevy, 1976a). La sensibilidad de la planta a condiciones adversas depende de la etapa de desarrollo y el tiempo de exposición. En las etapas tempranas (desde la plantación hasta la aparición de las hojas reducidas a vainas), el gladiolo es sensible al estrés de humedad en el suelo y a las altas temperaturas (Shillo y Halevy, 1976d). El número de flores por inflorescencia y el porcentaje de floración son afectados por las condiciones desfavorables. De esta manera cuando el gladiolo se encuentra en la fase de 1-4 hojas, es más afectada por las condiciones desfavorables de intensidad y duración de la luz (Shillo y Halevy, 1976 c y d). Por otra parte, la sensibilidad a las temperaturas y estrés de humedad, se incrementa cuando se esta formando la primera hoja y es más sensible en la etapa de 4-6 hojas.

1.2.6.2. Aspectos fisiológicos

La fotosíntesis es importante para el crecimiento de las plantas, existe una correlación positiva entre la tasa de crecimiento y la fotosíntesis (Beer, 1986). El resultado de la tasa de crecimiento se da por la diferencia entre la fotosíntesis y la respiración, que a su vez estas actividades son afectadas por factores internos (biológicos) y factores externos (ambiente). Los factores externos pueden afectar directamente o indirectamente la fotosíntesis y respiración, por ejemplo, la concentración de CO₂ puede afectar la fotosíntesis y por ende la

tasa de crecimiento, pero también pueden afectar el nivel de hormonas y enzimas (Beer, 1986). Valdés (1995), encontró que existe una relación lineal entre la variable producción de flores y la fotosíntesis en anturio, lo que significa que entre más alta sea la tasa fotosintética el rendimiento de flores se eleva en forma lineal.

1.2.7. Función del nitrógeno, fósforo y potasio en los cultivos agrícolas

1.2.7.1. Nitrógeno (N)

El nitrógeno (N) es un componente integral de muchos compuestos, incluyendo clorofila y enzimas, es esencial para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas (Brady, 1990; Cuevas, 1999), es el componente esencial de aminoácidos y proteínas relacionadas, que no solo son críticas para los tejidos de las plantas, sino también el núcleo de la célula. Es esencial para el uso de carbohidratos, estimula el crecimiento y desarrollo de la raíz, además, colabora en la absorción de otros nutrimentos (Brady, 1990). El N estimula el desarrollo de las hojas, es un elemento que da vigor a las plantas y abundancia de hojas. En el suelo, el N puede perderse por volatilización, lixiviación y desnitrificación, como consecuencia se presenta una baja absorción de nitrógeno y la contaminación de aguas subterráneas. Por ello es recomendable la aplicación de un abono de liberación lenta o un uso racional de ellos como las aplicaciones divididas. Los abonos de liberación lenta libera los nutrientes a medida que la planta los necesita y de esta forma la absorción de N es máxima, al mismo tiempo que tienen muy bajo efecto salinizante, aspecto muy importante en ornamentales, donde es importante que las hojas y flores no presenten necrosis o cualquier otro daño que las devalúe en el mercado (Rubio, 2005).

1.2.7.1.1. Síntomas de deficiencia

La deficiencia de N se manifiesta en un retraso del desarrollo de las plantas, retraso de la floración, entrenudos cortos, brotaciones débiles y flores pequeñas (Woltz, 1957). Otros síntomas son el menor número de flores e inflorescencias, en casos extremos las hojas se decoloran, se amarillean y tienen mayor sensibilidad a las enfermedades. Aunque la clorosis llegue a toda la planta los síntomas son más evidentes en las hojas viejas, si la deficiencia continúa las hojas inferiores caen, el follaje es escaso y no crece, aunque puede florecer con

cierta abundancia (Larson, 2004). En definitiva la planta presenta tallos más delgados, un aspecto raquíptico y amarillento (Cuevas, 1999; Larson, 2004).

1.2.7.1.2. Síntomas de exceso

El gladiolo es un cultivo exigente en N, pero su exceso favorece el desarrollo de la vegetación en detrimento del tamaño de las inflorescencias y en las variedades que tienen tendencia a arquearse se acentúa este problema, (Larson, 2004) debido al exagerado crecimiento de los tallos (Cuevas, 1999). Un exceso produce un crecimiento exagerado y color verde intenso, se forman plantas débiles con tejidos tiernos, y por tanto, más propensas a las plagas y enfermedades, al viento, a la lluvia, al granizo y a las heladas. Las plantas abonadas con un exceso de nitrógeno, son más sensibles a los ácaros, la floración es escasa porque predominan las hojas, en otros casos, puede causar la pudrición del botón floral (Leszczyńska y Borys, 1994), flores incompletas, sin estambres o sin pistilos, caída de flores y frutos, frutos con color anormal. También baja la absorción de Fósforo, Potasio, Cobre y otros (Larson, 2004). Además presenta síntomas de deficiencia de calcio (Woltz, 1976).

1.2.7.2. Fósforo

El fósforo (P) es esencial para el crecimiento de las plantas, principalmente contribuye a un alargamiento y engrosamiento de los tejidos de sostén (Cuevas, 1999), es componente del adenosin difosfato (ADP) y adenosin trifosfato (ATP), los dos compuestos involucrados en la transformación de la energía en las plantas; entre las funciones más importantes, el fósforo tiene un importante efecto en la fotosíntesis, fijación de nitrógeno, maduración de cultivos, floración, fructificación, incluyendo la formación de semillas, desarrollo de raíces, además de proporcionar calidad a los cultivos (Brady, 1990). El P es también un elemento muy importante, siendo fundamental su aplicación en una relación equilibrada con el N. Ayuda a la resistencia de enfermedades, en la división y crecimiento celular, metabolismo de azúcares, en las semillas para la transferencia de información genética, interviene en la formación y desarrollo de raíces y tallos. Además, es requerido en dosis inferiores, es esencial en las primeras etapas de desarrollo, ya que estimula el crecimiento de las raíces (Rubio, 2005).

1.2.7.2.1. Síntomas de deficiencia

Los síntomas de deficiencia se manifiestan con la coloración violácea de las hojas, iniciando en las hojas inferiores (las hojas más viejas). Posteriormente llegan a secarse, además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas, menor desarrollo radicular, un menor número de flores y cuajado de los frutos más bajo. Un exceso de fósforo no parece causar daños (Rubio, 2005). Un exceso de P manifiesta síntomas de deficiencia de Fe (Woltz, 1976).

1.2.7.3. Potasio

El potasio (K^+) juega un papel importante en las plantas, en los cormos de gladiolo forma las reservas contenidos en estos (Cuevas, 1999), además, es un activador de una docena de enzimas, responsables de los procesos de metabolismo de energía, síntesis de almidón, reducción de nitratos y degradación de azúcares. El K^+ es extremadamente móvil a través de la planta, regula la apertura y cierre de estomas en las hojas y la absorción de agua por las células de las raíces, eleva la resistencia de los cultivos a ciertas enfermedades, a la sequía, al frío y en general ejerce un balance entre el nitrógeno y el fósforo (Brady, 1990). El K^+ se mueve hasta la raíz por flujo de masa y difusión. La cantidad del nutrimento que se mueve por difusión está directamente relacionada con la concentración de K^+ en la solución del suelo. Es un nutriente móvil en el floema (Rubio, 2005). El K eleva el vigor del gladiolo, puesto que estimula la floración y el fortalecimiento de los tallos florales, esto evita que se doblen (Cuevas, 1999), por tal motivo, se recomienda la aplicación de fertilizantes ricos en K^+ durante la floración.

1.2.7.3.1. Síntomas de deficiencia

Los primeros síntomas de su deficiencia, cuando todavía no es muy marcada, se observan en las hojas viejas; pero cuando es aguda, son los brotes jóvenes los más severamente afectados, llegando a secarse. Lo más común, son los bordes y puntas de las hojas más viejas secas después de amarillear. Son síntomas semejantes a la deficiencia de Magnesio, pero los del K se acentúan más en los bordes. El déficit de K causa una reducción en el número de yemas florales, acortamiento del tallo de la flor, retraso en la floración, un amarillamiento general de las hojas más viejas y un amarillo intravenal de las hojas más jóvenes (Woltz, 1957). Woltz

(1976), menciona que un exceso de K^+ provoca la aparición de síntomas por deficiencia de Ca y Mg.

1.2.8. Función del NPK en el crecimiento del gladiolo

En años recientes, se ha investigado la forma de fertilización (Hershey y Paul, 1982), frecuencia de aplicación (Stewart *et al.*, 1981), dosis y método de aplicación (Yelanich y Biernbaum, 1990) y el control de la tecnología de riego (Newman *et al.*, 1992). La nutrición apropiada a partir de la siembra, contribuye en gran medida, al desarrollo de plántulas vigorosas (Kratky y Mishima, 1981; Dufault, 1986) y es uno de los factores más importantes en la producción de plántulas, en donde el nitrógeno y el potasio son los nutrimentos más requeridos en mayor cantidad (Marschner, 1995), especialmente en las etapas tempranas de crecimiento (Steiner, 1973). El gladiolo responde a la nutrición balanceada con una máxima producción de flor y mayor crecimiento. La nutrición no apropiada de la planta causa desordenes serios, puede conducir eventualmente a la declinación del vigor y de la producción de flores (Bhattacharjee, 1981). Roy *et al.* (1997), mencionan que la nutrición edáfica y foliar afecta significativamente el crecimiento vegetativo y los caracteres florales. Trabajos realizados por Pandey *et al.* (2000), observaron que en *Gladiolus* con una dosis de 20 g N y 40 g P m^2 se obtiene un mayor número de hojas. Pradhan *et al.* (2004) encontraron que con la combinación de 40-40-30 g m^{-2} de NPK se registró la mayor altura de la planta (60.0 cm), hojas por planta (11.0) y área foliar (88.0 cm^2). Sehrawat *et al.* (2000), señalan que el crecimiento en gladiolo se incrementa con un alza en los niveles de N. Shah y Muhammad (2005), indican que con la aplicación de 1500 g de sulfato de amonio, 26.4555 onzas de superfosfato y 750 g de sulfato de potasio más 60 kg de estiércol, se produce un mayor peso de la espiga de nardo (75.7 g), siendo mayor en 21.5% que el testigo y 365mm de longitud de la espiga, mayor en 19.7% que el testigo. Pal y Biswas (2005), reportan que con la aplicación de 20 g m^{-2} de NPK se registró la mayor altura de la planta, número de hojas y longitud de la espiga. Mientras que con 15 g m^{-2} de NPK fue mayor la altura de la planta y número de hojas por planta de nardo en el cultivo de retoño. Bankar y Mukhopadhyay (1990), en un estudio realizado en nardo con diferentes niveles de nitrógeno (0, 5 10, 15 y 20 g N m^{-2}), fósforo (0, 20 y 40 g de P_2O_5 m^{-2}) y potasio (0, 20 y 40 g K_2O m^{-2}), mostró efecto significativo con la aplicación de N sobre el crecimiento del cultivo, teniendo mayor altura y número de hojas por

planta con el nivel de N más alto. Sin embargo, no se encontró influencia del P y K. Dahiya *et al.* (2001), mencionan que la altura de la planta y número de hojas se incrementa con la aplicación de N y P. Kamel *et al.* (1977) encontraron en gerbera que una relación de 2: 4: 1 de NPK estimula el número de flores.

1.2.9. Función del NPK en la producción de gladiolo

El N, P y K se distribuye con facilidad de los órganos maduros a los juveniles, por lo tanto su deficiencia se ve en las hojas de mayor edad y sus efectos son directamente sobre el índice de cosecha; rendimiento, componentes del rendimiento y eficiencia en el uso del agua (Salisbury y Ross, 1992). Existe una fuerte correlación entre las hojas y la acumulación de materia seca de la planta, una adecuada fuente productora de fotosintatos proporcionará mayor rendimiento agronómico y acumulación de biomasa total (Feller y Fischer, 1994).

Barman *et al.* (1998), observaron el efecto de N y K que era más pronunciado que los del P en número, tamaño, peso de cormos y cormillos. Mientras que Mukesh y Chattopadhyay (2001) mencionan que con 50-10-20 g m⁻² de NPK en *Gladiolus grandiflorus* se logra un mayor peso de la inflorescencia, número de flores por inflorescencia, diámetro y tamaño de la flor, número y peso de cormos. Pradhan *et al.* (2004) reportan que con la combinación de 40-40-30 g m⁻² de NPK se logró una mayor longitud de la inflorescencia y número de flores por inflorescencia. En el cultivo de nardo Yadav *et al.* (1985), señalan que el mayor crecimiento y rendimiento de flores se obtuvo con 300-200 kg ha⁻¹ de NP, respectivamente. Dahiya *et al.* (2001), indican que con la aplicación de 180 ppm de N y 60 ppm de P se logra un mayor rendimiento de materia seca. Sin embargo, niveles mayores a estos afectan el crecimiento y rendimiento de la materia seca. Mallick *et al.* (2001), observaron el efecto de diferentes dosis de N sobre la longitud de la espiga, donde no hubo diferencias significativas. La influencia de diferentes dosis de P incluyendo K mostró cambios significativos en la longitud de la espiga. Por otra parte, la interacción de varias combinaciones de NPK no ocasionó diferencias significativas.

Higaki *et al.* (1992), citan que la fertilización óptima de de NPK para la producción y rendimiento del cultivo de *Anthurium andreaum* en Hawai se alcanzan con aplicaciones de 0, 224, 448 kg ha⁻¹ por año con combinaciones de nutrimentos en cada nivel. La producción de flores se obtuvo con una relación 0.7:1.0:0.83 de NPK. El incremento en N y K resultó en un mayor tamaño de las flores. La longitud del tallo floral sólo se incremento aumentando las

proporciones de N, P, K. El máximo rendimiento de flores se obtuvo con una relación 0.9:0.08:1.0 de NPK en las hojas. La mejor longitud del tallo floral y el tamaño de flores se tuvo con un máximo en las hojas de 1.59 y 1.67 % N y 2.20 y 1.86 % de K respectivamente. Es decir, los niveles de N y K influyen para obtener una máxima longitud en tallos, tamaño y producción de flores. Bankar y Mukhopadhyay (1990), reportan que en el cultivo de nardo la aplicación de N influye sobre los días a la emergencia de la inflorescencia, adelantando hasta por 24 días con el nivel de 20 g m⁻² de N, con respecto al testigo. Con P y K no se encontró efecto. Además al aumentar los niveles de aplicación de N hasta 20 g m⁻² se incremento el número de espigas por planta, longitud de la espiga, longitud del raquis y el número de flores por espiga

Valdés (1995) realizó un estudio para evaluar el efecto de la interacción CO₂, N (130 y 200 ppm), P (30 y 50 ppm) y K (180 y 200 ppm) en *Anthurium*, mostrando una correlación entre los niveles más altos de CO₂ y la fertilización con la mayor producción de flores. Así mismo, Sotero y Fitzgerald (1983), trabajando con tres niveles de fertilización con NPK en *L. pycnostachya* Michx. cv. Eureka, en Lincoln, Nebraska, EE.UU., encontraron que tasas de 3 kg 100 m² de una mezcla de fertilizantes (37% de N, 32% de P₂O₅ y 31% de K₂O, equivalentes a dosis NK de 111-96-93 kg ha⁻¹), fueron suficientes para obtener tallos florales de excelente calidad, propagados a través de cormos, en comparación al tratamiento testigo (sin fertilización) y al tratamiento con el doble de la dosis de fertilizantes antes señalada. Anserwadekar y Patil (1986), al estudiar el efecto de diferentes niveles de NPK en la vida en florero, observaron que con el equivalente a 100 kg de N ha⁻¹ la planta mostró mayor número de flores abiertas por inflorescencia, aunque en algunas ocasiones con el nivel más alto de P (150 kg ha⁻¹) se logró mayor respuesta. Pal y Biswas (2005), encontraron en nardo que con la aplicación de 20-15-20 g m⁻² de NPK incrementó el peso de la espiga y el rendimiento, así como el número de flores por espiga para el primer año en nardo. Por otra parte, con las dosis bajas de fertilización se redujo la producción y calidad de flor.

1.2.10. Efecto de la fertilización con NPK en la acumulación de unidades calor (UC) en la planta

La temperatura es uno de los factores del ambiente que más influye en el desarrollo vegetal; medida como “Grados Días Desarrollo (GDD)” o “Unidades Calor (UC)” ambos índices se

han utilizado en numerosos estudios para predecir el crecimiento y desarrollo de los cultivos, clasificar especies y variedades o evaluar el manejo de los cultivos (Ruselle *et al.*, 1984). Generalmente las unidades calor se definen como la acumulación de temperatura media diaria durante el periodo de crecimiento arriba de una temperatura base o cero biológico, debajo de la cual no ocurre el crecimiento (Snyder, 1985).

1.2.11. Efecto de la fertilización con NPK en la evapotranspiración del cultivo (ETc)

Desde una superficie cubierta total o parcialmente con plantas, el agua se puede evaporar hacia la atmósfera por dos vías: 1) la evaporación directa desde cuerpos de agua libre como lagos, lagunas, canales etc.; desde el suelo, películas de agua sobre órganos vegetales y otros objetos o cuerpos y 2) la transpiración, que es el agua que ha pasado a través de la planta. La evaporación directa tiene como principal fuente la que ocurre a partir del suelo y la transpiración que ocurre a través de los estomas. La evaporación directa del suelo y la transpiración ocurren simultáneamente en la naturaleza, por lo que se usa el término evapotranspiración para describir el proceso total de transferencia de agua hacia la atmósfera por las dos vías (Rosenberg *et al.*, 1983). López (1989), señala que el conocimiento de los valores del proceso evapotranspirativo de un cultivo determinado son importantes por las aplicaciones que de él pueden derivarse. Uno de los usos es para la elaboración de calendarios de riego para los cultivos, es decir definir láminas de riego e intervalos de riego. Permite determinar en forma general la eficiencia con la que se está aprovechando el agua y por lo mismo planear debidamente el conjunto de actividades que se generan en los distritos de riego para proporcionar el agua a los cultivos oportunamente. Para obtener los periodos de crecimiento, los cuales como ya se ha indicado, es el número de días durante el año en los que existe disponibilidad de agua y temperaturas favorables para el desarrollo del cultivo. La obtención de estos periodos de crecimiento se han utilizado en estudios de zonificación agroecológica (López, 1989). El proceso evapotranspirativo puede ser afectado por factores edáficos (textura, estructura, materia orgánica, concentración de sales, profundidad, fertilidad y porosidad), climáticos (radiación solar, temperatura, humedad del aire, precipitación y el viento) y de la planta (como la especie, el cultivo, la edad, la magnitud del ciclo vegetativo, profundidad radical, la altura, cobertura, morfología y apertura estomatal) (Aguilera y Martínez, 1986).

Por otra parte, los factores que influyen en el cálculo del coeficiente del cultivo (Kc) según Gavande (1979), Doorenbos y Pruitt (1986), son los siguientes: resistencia de los estomas a la difusión del agua, temperatura y otros elementos climáticas que regulan la apertura o cierre estomatal, condiciones de humedad en el suelo, cualquier condición que modifique el área foliar o la resistencia interna a la difusión del agua hacia el exterior, la especie del cultivo, fecha de siembra o plantación, ritmo de desarrollo del cultivo y la duración del período vegetativo, las condiciones climáticas y especialmente durante la primera fase de crecimiento, la frecuencia de las lluvias o del riego. Según Doorenbos y Pruitt (1986), además para el cálculo de Kc, es necesario conocer las fases o etapas de desarrollo del cultivo, las cuales son: duración de la fase inicial (desde la emergencia hasta el 10% de cobertura del terreno) , duración de la fase de desarrollo del cultivo (10% al 80% de cobertura del terreno), duración de la fase intermedia del período (80% de la cobertura del terreno hasta el inicio de madurez) y la duración de la fase final del período (inicio de maduración hasta madurez total o cosecha).

1.2.12. Resumen de la literatura

En resumen, los gladiolos son plantas herbáceas que se desarrollan de un tallo subterráneo llamado cormo (Shillo y Halevy, 1976a). La inflorescencia es una espiga y se origina como un eje terminal (Larson, 2004). De acuerdo con Leszczyńska y Borys (1994), la temperatura óptima para el desarrollo del gladiolo es de 25° C, menores de 10° C detienen el crecimiento de la planta (Imanishi e Imae, 1990). Por otra parte, las necesidades nutritivas en las primeras etapas de crecimiento el requerimiento es bajo, ya que las plantas aprovechan lo acumulado en el cormo. Es decir, las necesidades de nutrimentos dependen del cultivar, tamaño de cormo (cantidad de reserva) y de la etapa de desarrollo (Larson, 2004; Salinger, 1991; Leszczyńska y Borys, 1994). Por lo tanto, se han realizado estudios en los que coinciden que con la fertilización de N, P y K se incrementa el número de flores por inflorescencia, tamaño de la flor y longitud de la inflorescencia (Kamel *et al.*, 1977; Gowda *et al.*, 1988; Brady, 1990; Cuevas, 1999; Mukesh y Chattopadhyay, 2001; Pradhan *et al.*, 2004), longitud del raquis (Bankar y Mukhopadhyay, 1990), así como mayor crecimiento y máxima producción de flor (Bhattacharjee, 1981; Pandey *et al.*, 2000; Sehrawat *et al.*, 2000; Pradhan *et al.*, 2004). Con la aplicación de N se obtiene un mayor número de hojas y en combinación con PK se logra la mayor altura de la planta, hojas por planta, área foliar (Shah y Muhammad, 2005) y mayor

peso de la espiga (Bankar y Mukhopadhyay, 1990; Dahiya *et al.*, 2001; Pal y Biswas, 2005). El N, P y K incrementa el tamaño, el peso de cormos y cormillos (Barman *et al.*, 1998), el número de cormos (Pradhan *et al.*, 2004); además, eleva las reservas de los cormos (Cuevas, 1999), eleva la resistencia de los cultivos a ciertas enfermedades, a la sequía y al frío (Brady, 1990). El déficit de NPK retrasa el desarrollo de las plantas, la floración, ocasiona inflorescencias de menor longitud, reduce el número de flores (Woltz, 1957) y el desarrollo radicular (Rubio, 2005).

1.3. MATERIALES Y MÉTODOS

1.3.1. Localización del área de estudio.

El estudio se realizó durante la primavera de 2005 en condiciones de riego, en el campo experimental del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, ubicado en el km 14.5, de la carretera Iguala-Cocula; (18° 15' 26'' N y 99° 39' 26'' O), a 640 msnm. El clima de la región es A W₀, 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).

1.3.2. Suelos predominantes en la zona

Se caracterizan por presentar texturas finas (45 a 70% de arcilla), clasificándose dentro de los vertisoles. En la época seca del año normalmente forman grietas profundas de 1 a 5 cm de ancho. El pH de los suelos fluctúa de neutro a moderadamente alcalino, sin problemas de salinidad, con bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno (Basilio, 1993).

1.3.3. Características del cultivar

Se sembró la variedad de gladiolo Blanca perla que utilizan los agricultores de Coatlan del Río, Mor. El gladiolo puede alcanzar una altura de 150 cm. Las variedades de planta pequeña son de una altura de 50 cm. Se conservan excelentemente: de 12 a 14 días bajo condiciones de florero. Una condición para ello es que en el momento de la compra tengan suficientes capullos que muestren color.

1.3.4. Tratamientos y diseño experimental

El área experimental consistió de 56 unidades experimentales de 2.4 x 3 m, cada unidad constituida por tres surcos con una longitud de 3.0 m, con una separación de 80 cm y 5 cm de distancia entre cormos. Para la parcela útil se consideró el surco central, de el se utilizaron las matas centrales en competencia completa, para medir las variables de estudio evitando el efecto de orilla. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 0, 80, 160 y 240 kg de N por ha.; 0, 80, 160 y 240 kg de P₂O₅ por ha. y 0, 40, 80 y 120 kg de K₂O por ha., que utilizando la matriz Plan Puebla 2 (Turrent y Laird, 1975) generó 14 combinaciones de N, P y K (Cuadro 1.2) con cuatro repeticiones. El diseño experimental fue bloques al azar con 4 repeticiones.

1.3.5. Manejo del experimento

La preparación del terreno consistió en una limpia para eliminar los residuos de la cosecha anterior (*Vigna* sp. y *Glycine max* L.), un barbecho, rastreo y surcado (0.80m). Antes de la siembra se tomaron cinco muestras de suelo del lote experimental a una profundidad de 0 a 30cm, para determinar: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio, textura, capacidad de campo (cc) y punto de marchitamiento permanente (pmp). La metodología empleada para la determinación de todos los elementos esenciales y micro elementos antes mencionados se hizo en base al manual del Laboratorio de salinidad de E. U. A. (Richards, 1974). La siembra de gladiolo cultivar “Blanca perla” (sembrado por los floricultores de Coatlán del Río, Mor. México) se realizó en suelo húmedo el 20 de diciembre de 2004 en forma manual, colocando los cormos en el talud del surco a 5cm de profundidad y 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 partir del inicio de la floración, los riegos fueron cada 8 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%) y 48 días después el resto del N (50%). La fertilización se hizo en banda, a 5 cm de distancia de la base del tallo. Adicionalmente, a los 49 y 70 días después de la siembra (dds) se realizaron dos aplicaciones de fertilizante foliar que contenía 5% de N, 9% P, 5% K, aminoácidos como: cisteína, ácido glutámico, lisina, prolina, tirosina, valina, triptofano 20%, catiónicos 2%, acondicionadores 59%, con dosis de 70 ml por bomba (15 L). El control de maleza se hizo en forma manual a los 23 y 45 días

después de la siembra. El control de plagas y enfermedades se realizó como se muestra en el cuadro 1.3.

Cuadro 1.3. Productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

Control de:	Producto (i. a)	Frecuencia de aplicación	Dosis por bomba (15 L)
Enfermedades: <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>	Benomilo	Al cormo, antes de la siembra	10 g
Plagas: Gusano cogollero	Monocrotofos	Cada 4 días	25 – 30 mL
Gusano falso medidor y grillos	Cipermetrina	Cada 4 días	25 mL

1.3.6. Variables a evaluar

1.3.6.1. Factores ambientales

Durante el desarrollo del cultivo se registró la temperatura máxima, mínima (promedio decenal), así como la evaporación (suma semanal); éstos fueron proporcionados por la estación meteorológica del INIFAP de Iguala, Guerrero. Semanalmente, con un termómetro de infrarrojo se registró la temperatura del dosel y con un PC 18° C meter la del suelo a la profundidad de 15 cm.

Cuadro 1.2. Combinaciones de tratamientos de N, P y K (kg ha⁻¹). Cocula, Gro. 2005.

Tratamiento	N	P	K
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

1.3.6.2. Fenología

Las etapas fenológicas del gladiolo se determinaron de la manera siguiente, de acuerdo a observaciones personales sobre el cultivo en desarrollo:

Siembra (S).

Etapa E (Emergencia). Las plántulas han emergido 5 cm del suelo.

Etapa V (Vegetativa). Se considera a partir de la primera hoja bien diferenciada con una longitud de 15 cm, iniciando con V2, V3, V4, V5, V6, V8 y V10 (V2= etapa de 2 hojas, V3 = etapa de 3 hojas, V4 = etapa de 4 hojas y así sucesivamente).

Etapa R1 (Reproductiva). La yema terminal forma una inflorescencia pequeña, este dato se tomó cuando la inflorescencia tenía 7cm de longitud.

Etapa R2. Se considera como la apertura de la primera flor.

Etapa R3. Se considera cuando la última flor de la inflorescencia abre (final de la floración).

Etapa R4. Se considera cuando el corno esta fisiológicamente maduro.

1.3.6.3. Crecimiento y desarrollo del cultivo

Las variables que corresponden al crecimiento se tomaron a partir de los datos de un muestreo destructivo de tres plantas por tratamiento, cuando se encontraban éstas a punto de corte, que es en la etapa de botón apretado con dos o tres hojas en el tallo de uno a cinco botones florales mostrando color (Buschman, 1985; Salinger, 1991), esto se realizó dentro de la parcela útil, utilizando los procedimientos siguientes:

1.3.6.3.1. Altura de la planta

Se midió con un flexómetro desde la base del tallo hasta la última flor de la inflorescencia.

1.3.6.3.2. Diámetro del tallo

Para la determinación de esta variable se utilizó un vernier. La medición se tomó a 1 cm del suelo.

1.3.6.3.3. Hojas por planta

Se contabilizaron las hojas de las plantas muestreadas de cada tratamiento a punto de corte.

1.3.6.3.4. Área foliar por planta (cm²)

El área foliar de las plantas muestreadas se determinó mediante un integrador de área foliar.

1.3.6.3.5. Número de flores por planta

Para evaluar esta variable se contabilizaron las flores en cada muestra de plantas de cada uno de los tratamientos.

1.3.6.3.6. Tamaño de flor (cm)

Del segmento medio de la inflorescencia se tomaron tres flores por planta y se les tomó su longitud.

1.3.6.3.7. Longitud de la inflorescencia (cm)

Se midió la longitud de la inflorescencia de cada planta muestreada en cada tratamiento, utilizando una regla de 30 cm o flexómetro.

1.3.6.3.8. Longitud del raquis (cm)

La longitud del raquis desde la base del tallo hasta el inicio de la inflorescencia.

1.3.6.3.9. Diámetro del cormo (cm)

El diámetro del cormo se determinó al final del ciclo, cuando los cormos estaban fisiológicamente maduros, esto sucedió entre los 155 y 161 días después de la siembra. Se tomaron los cormos que había en 1 m² para medir el diámetro de la parte más ancha de los cormos utilizando un vernier. Un cormo es la base hinchada de un vástago de tallo, envuelto por hojas secas de aspecto de escamas. El cormo es una estructura sólida de tallo, con nudos y entrenudos bien definidos. La mayor parte del cormo lo constituyen los tejidos de reserva formado por células de parénquima. En el cormo maduro las bases secas de las hojas persisten en cada uno de estos nudos y envuelven al cormo; esta cubierta conocida como túnica cumple las funciones de protección contra lesiones y pérdida de agua (Hartman, 1987).

1.3.6.3.10. Peso de cormos

Se registró el peso (g) de los cormos que se obtuvieron en 1 m².

1.3.6.3.11. Número de cormillos

Se contabilizaron el número de cormillos totales en un m² en cada tratamiento. Los cormillos son cormos pequeños que salen del corno nuevo originado por la planta y que por su tamaño no pueden dar una inflorescencia, estos generalmente se clasifican en tres tamaños: grande, ≥ 1.0 cm de diámetro; mediano, ≥ 0.6 y < 1.0 cm; y pequeño < 0.6 cm (Larson, 2004).

1.3.6.3.12. Peso de cormillos (g)

Esta variable se midió pesando todos los cormillos por m² con base en la muestra.

1.3.6.3.13. Materia seca. Se registró el peso (g) de tres plantas cuando la planta se encontraba a punto de corte, después de colocar el material vegetal en una estufa de aire forzado a 80° C por 72 hrs.

1.3.6.4. Unidades calor (UC)

La acumulación de unidades calor se determinó 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. Para el gladiolo se consideró 10° C (Leszczyńska y Borys, 1994).

1.3.6.5. Evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración diaria del cultivo (ET_c) se estimó a partir de los datos de la evaporación (E_v) del tanque tipo “A” recopilados en la estación Meteorológica del INIFAP de Iguala, Gro. Utilizando 0.6 como coeficiente para el evaporímetro (K_e) y como coeficiente del cultivo (K_c) 0.85 (Doorenbos y Pruitt, 1986). Los cálculos se realizaron mediante la fórmula siguiente: $ET_c = (E_v) * (0.6) * (0.85)$.

1.3.7. Análisis económico

Se aplicó un análisis económico en función de la calidad de la flor de corte de cada tratamiento, considerando para la calidad las variables de flores por planta, tamaño de la flor (cm), longitud de la inflorescencia y la altura de la planta (cm). Esto para obtener 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 (el valor de la gruesa dependió de la calidad de la flor y se tomo en cuenta el precio que se encontraba en el mercado de Iguala, Gro.), SIPI = Suma de los costos variables (Costo de fertilizante y aplicación), CF = Costo fijo (incluye siembra, costo de la semilla, incluye costos de preparación del terreno, deshierbe, control de plagas y enfermedades para una superficie de una hectárea, ver cuadro 1.4).

Costos variables de producción de gladiolo fueron: el bulto de sulfato de amonio (20.5%) con un costo de \$ 95.00 pesos, el superfosfato de calcio triple (46%) de \$ 170.00 pesos y el cloruro de potasio (60%) de \$ 160.00 pesos. Se utilizaron 4 jornales con un costo de \$ 80.00 pesos por cada fertilización, considerando que el N se aplicó de forma fraccionada, es decir, en dos oportunidades.

Cuadro 1.4. Costos fijos de producción de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

Material	Presentación	Cantidad	P. Unitario \$	Total \$
1) Semilla (cormo)	cormo	250,000	0.3	75,000
2) Labores culturales				
Siembra	Jornal	10	80	800
Aporque y deshierbe	Jornal	12	80	960
3) Plaguicidas				
Monocrotofos	Litro	1	150	150
Benomilo	Sobre	2	40	80
Fertilizante foliar	Litro	1	150	150
Transporte de flor		10	570	5,700
Costo total				82,840

1.3.8. Análisis estadístico

A los datos de las variables en estudio, se les realizó un análisis de varianza mediante el programa de SAS (Institute Inc., Cary, NC 27511, USA), de acuerdo al diseño experimental de Bloques completos al azar y la prueba de comparación de medias de Tukey (5%).

1.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.4.1. Análisis de suelo

El análisis de suelo indicó que es de textura arcillosa con pH de 7.5 (moderadamente alcalino), sin problemas de salinidad (CE = 0.55 dS m⁻¹), bajo contenido de materia orgánica en el suelo

(0.83%), 16.6 kg ha⁻¹ de N-NO₃, 26.2 kg ha⁻¹ P₂O₅ que indica bajo en fósforo y bajo en K₂O con 132 kg ha⁻¹, capacidad de campo de 42.1% y punto de marchitamiento permanente de 30.2%.

1.4.2. Elementos del clima

En la figura 1.2, 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° C y la temperatura máxima se incrementó a partir de la siembra hasta alcanzar el máximo (cerca de 40° C) durante la etapa reproductiva. Posiblemente, esta alta temperatura 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° C y a temperaturas inferiores a 10° C la planta detiene su crecimiento. Imanishi e Imae (1990), señalan 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 reduce el porcentaje de producción de la inflorescencia.

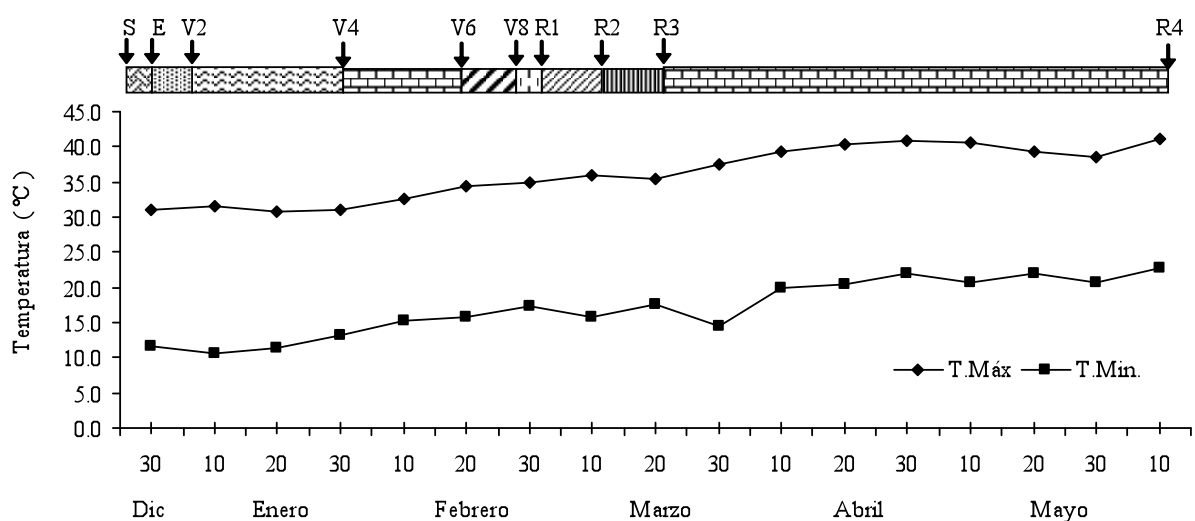


Figura 1.2. Temperaturas máximas y mínimas (°C, media decenal) presentadas durante el desarrollo del cultivo de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.). Cocula, Gro. 2005. E = Emergencia, V2 = Primeras dos hojas, V4, V6 = Presencia de 4 y 6 hojas, R1 = Aparición de la inflorescencia, R2 = Apertura de la primera flor en la inflorescencia, R3 = Apertura de la última flor de la inflorescencia, R4 = Madurez fisiológica del cormo.

1.4.3. Humedad del suelo

Durante el desarrollo del gladiolo se aplicaron 15 riegos con una periodicidad de 8 a 12 días. En la figura 1.3 donde se presenta la dinámica de la humedad del suelo de los 24 a 86 dds

(días después de la siembra) en los primeros 30cm, se observa que no se llega al punto de marchitamiento permanente, lo que indica que el cultivo no sufrió de un estrés hídrico severo. Buschman (1985), indica que el periodo más crítico del gladiolo en cuanto a humedad, es de la tercera a la séptima hoja, es decir durante el desarrollo de la inflorescencia (28 a 65 dds).

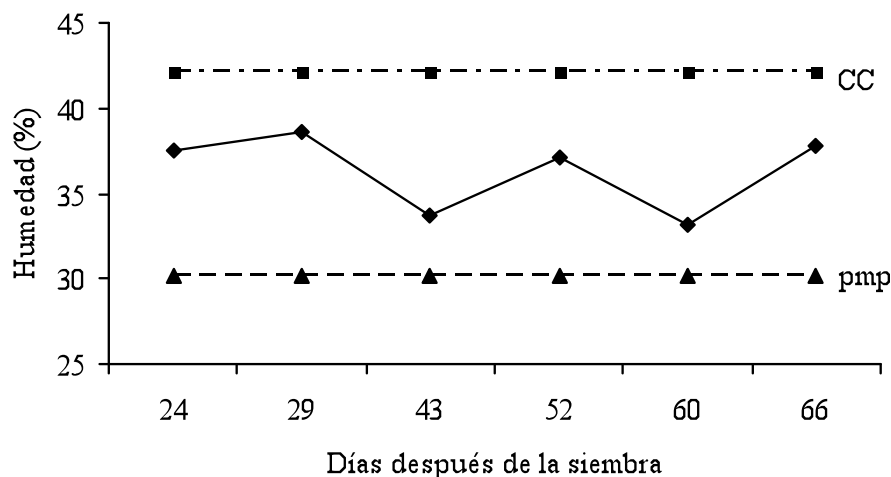


Figura 1.3. Promedio de la humedad (%) del suelo durante el desarrollo del cultivo de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.). Cocula, Gro. 2005. CC = % humedad del suelo a capacidad de campo, pmp = % humedad del suelo a punto de marchitamiento permanente.

1.4.4. Temperatura del dosel vegetal y del suelo

En la dinámica de la temperatura del dosel y del suelo presentada en las figuras 4-A y 4-B, respectivamente, se observan diferencias solamente a los 68 dds. Así, la temperatura del dosel y del suelo fue más alta en el gladiolo con 80, 80 y 80 de N, P y K. En contraste la temperatura más baja se encontró con 00, 80 y 40 de N, P y K. Posiblemente la temperatura más alta en el dosel con 80, 80 y 40 de NPK, respectivamente, sea producto de una reducción en la tasa transpirativa debido a un déficit hídrico en el suelo, que pudo ocasionar el mayor tamaño del dosel del gladiolo bajo este tratamiento (Cuadro 1.4). 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 es superada a la temperatura del suelo más apropiada para el crecimiento del gladiolo, indicada por Leszczynska y Borys (1994) (10 y 12° C en la siembra; 12 a 14° C durante el desarrollo y 18° C cuando la inflorescencia es visible). Así mismo, McKay *et al.* (1981) reportan que el número de días a floración lo determina la temperatura sobre un rango de fotoperíodo de 12.3 a 15.8 horas luz.

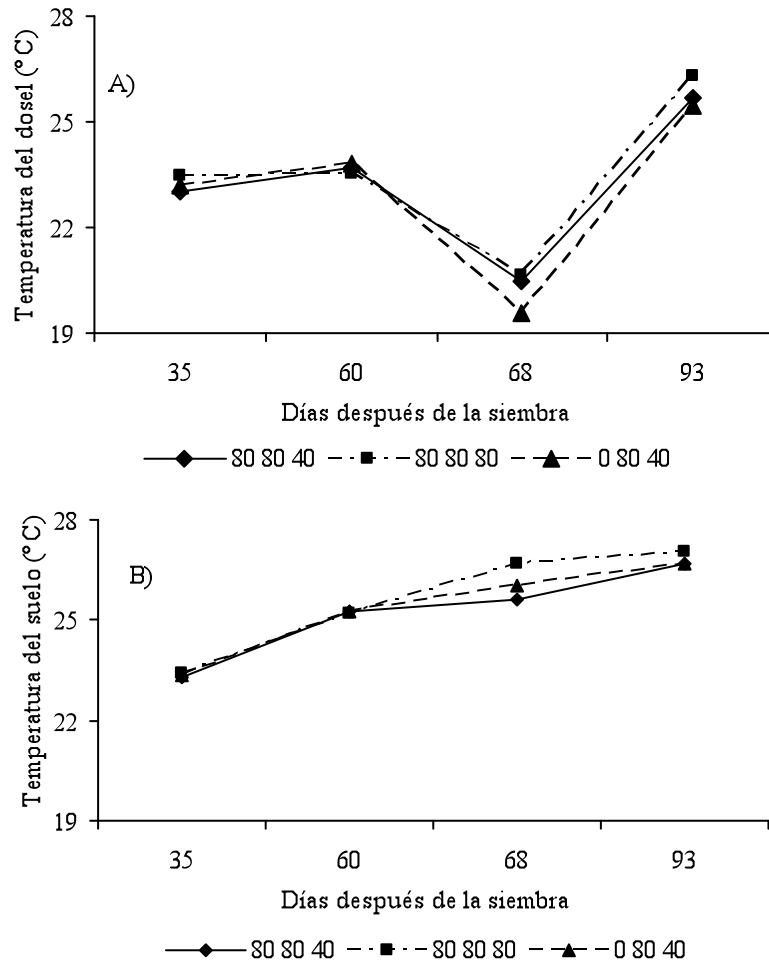


Figura 1.4. Dinámica de la temperatura (°C) en el cultivo de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) en función de N, P y K. Cocula, Gro. 2005. A: dosel, B: suelo.

1.4.5. Unidades calor (UC, °C) y evapotranspiración del cultivo (ETc, mm).

Las unidades calor (UC) y la evapotranspiración del cultivo (ETc, mm) estacional fue de 2630° C días y 551.2mm, respectivamente, las cuales se distribuyeron de la manera siguiente: en la fase vegetativa hasta V8 las UC fue de 906.2° C y en la fase reproductiva, de R1 a R3 fue de 1013.9 a 1243.9° C (Figura 1.5 y 1.6). La ETc en la etapa vegetativa hasta V8 fue de 184.4 mm y en la fase reproductiva, de R1 a R3 fue de 209.7 a 256.7mm, respectivamente. Los valores más altos de UC y ETc se registraron en la etapa reproductiva del cultivo (R1 a R4). Esto indica que es la fase de mayor demanda evaporativa, es decir, la necesidad de agua fue más alta, coincidiendo con la presencia de temperaturas elevadas en esta etapa. La utilidad del registro de estos parámetros radica en que conociendo los valores se puede predecir el comportamiento de los cultivos bajo las mismas condiciones.

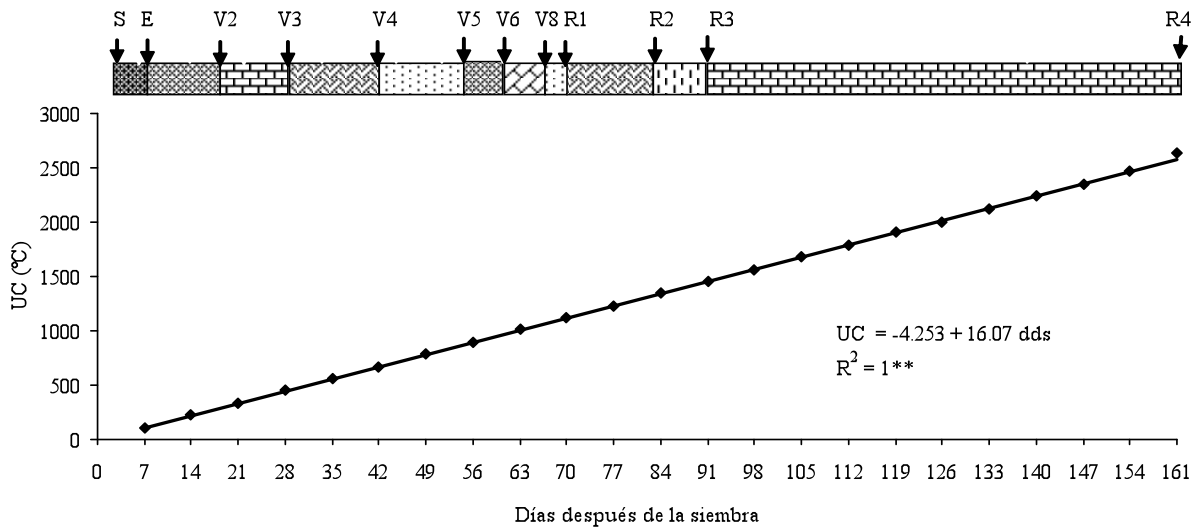


Figura 1.5. Unidades calor (UC) acumuladas durante el ciclo del cultivo de gladiolo en Cocula, Gro. 2005.

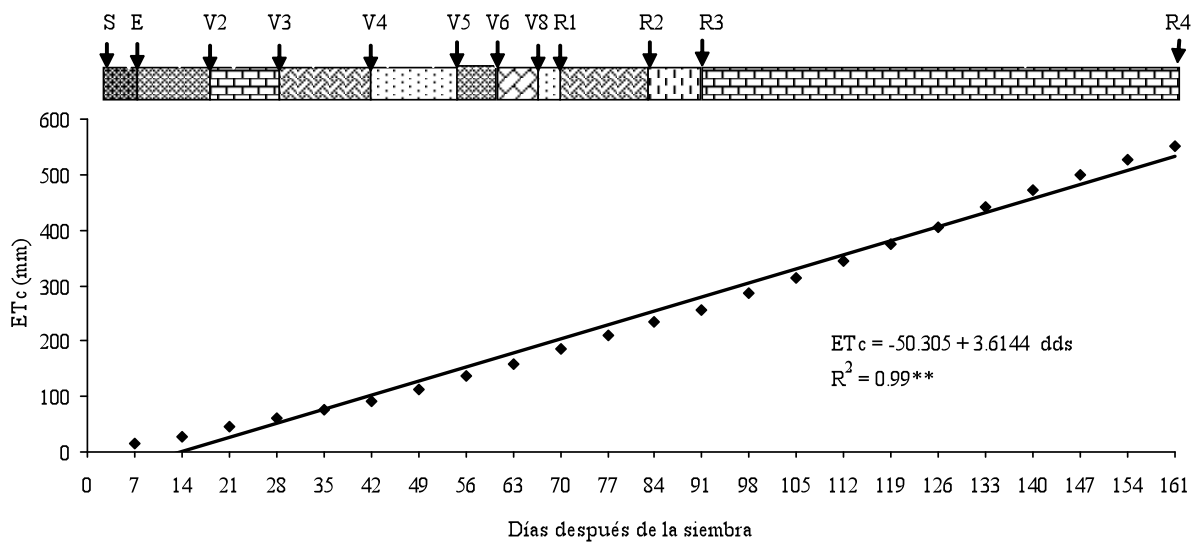


Figura 1.6. Evapotranspiración del cultivo (ETc) de gladiolo en Cocula, Gro. 2005.

1.4.6. Fenología del cultivo

Las etapas fenológicas en el cultivo de gladiolo no mostraron diferencias significativas por efecto de los tratamientos. En la figura 1.7 se observa que la emergencia ocurrió a los 8 dds, las dos primeras hojas se presentaron a los 18 dds (V2), la V3, V4, V5, V6 y V8 ocurrió a los 28, 40, 53, 61 y 68 dds, respectivamente, 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. 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).

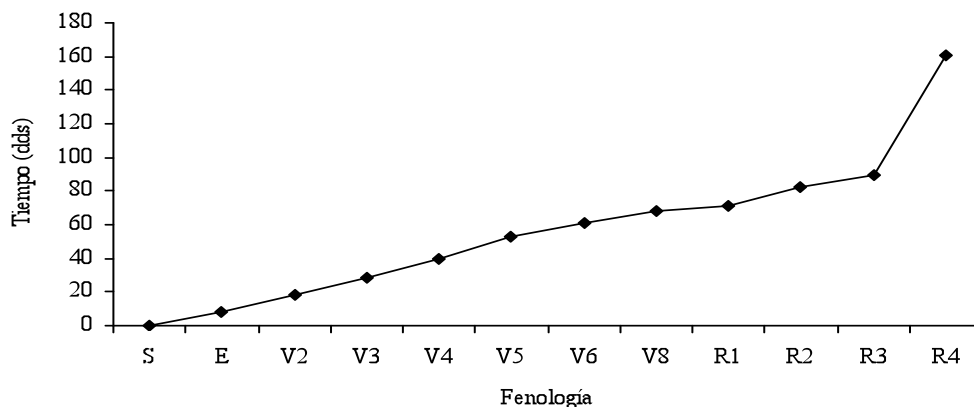


Figura 1.7. Fenología del gladiolo. Cocula, Gro. 2005. S = Siembra, E = Emergencia, V2 = Primeras dos hojas, V3, V4, V5, V6, V8 = Presencia de 3, 4, 5, 6 y 8 hojas, R1 = Aparición de la inflorescencia, R2 = Apertura de la primera flor en la inflorescencia, R3 = Apertura de la última flor de la inflorescencia, R4 = Madurez fisiológica del cormo.

1.4.7. Crecimiento y desarrollo del cultivo

1.4.7.1. Número de flores por planta, tamaño de flor, longitud de la inflorescencia y longitud del raquis.

En el cuadro 1.5 se observa que las plantas del tratamiento 80, 80 y 80 de N, P y K mostraron inflorescencias de mayor longitud, mayor número de flores por planta y tamaño de la flor. En contraste, el número de flores por planta, tamaño de flor y longitud de la inflorescencia más bajo se observó con 00-80-40 kg ha⁻¹ de N, P y K. Tendencias similares fueron reportadas por Khan y Ahmad (2004) bajo condiciones de invernadero. Por otra parte, en este estudio la longitud del raquis no fue afectada por los cambios en el suministro de nutrientes. Sehrawat *et al.* (2000) encontraron la mayor longitud de la espiga con 60 g m⁻² de N y 20 g m⁻² de P y K. Sehrawat *et al.* (2003) reportan que en gladiolo la mayor longitud de la espiga, raquis y número de flores se logró con 40-15-15 g m⁻² de NPK. Potti y Arora (1986), mencionan que los mejores resultados en floración de gladiolo se tuvo con 60-20-20 g m⁻² de NPK. Parthiban y Khader (1991) señalan que el mayor número de espigas por planta en nardo (1.72), el número de flores por espiga (39.7) y el mayor rendimiento de flores (3578.6 kg ha⁻¹) se logró con 100-75-62.5 kg ha⁻¹ de NPK. Gowda *et al.* (1991) mencionan que el mayor rendimiento de flores (40.2 espigas) y la mayor longitud de la espiga (81.3) fue obtenido con 200-75-125 kg ha⁻¹ de NPK. Gopalakrishnan *et al.* (1995) indican que en estudios realizados en nardo, el

mayor número de flores por espiga y diámetro de flor se observó con 120-60-30 kg ha⁻¹ de NPK. Sin embargo, Montial *et al.* (1979) no encontraron cambios significativos con la aplicación de potasio. La importancia de estos resultados radican en que la calidad de la flor depende de estos parámetros, ya que según lo encontrado en la red (www.infoagro.com.mx) la calidad de las flores para el mercado, se mide por categorías de flor cortada: donde cada flor debe llevar al menos 5 hojas. La categoría extra: más de 100 cm de longitud del vástago y 12 flores como mínimo, Categoría I: 80cm de longitud de vástago y 8 flores, Categoría II: 60cm de longitud de vástago y 6 flores. Así mismo, en otra página de la red (www.cablenet.com.mx) se reportó que desde los ángulos agrotécnico y comercial, los gladiolos también han sido agrupados en categorías o clases específicas, según características particulares como son: tiempo necesario para florecer; tamaño de la flor, longitud total de la espiga (vástago), tamaño de la espiga y el número de flores.

Cuadro 1.5. 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, Gro. 2005.

Tratamientos			Número de flores por planta	Tamaño de flor (cm)	Longitud de la inflorescencia (cm)	Longitud del raquis (cm)				
N	P	K								
160	80	80	9.5	a	5.88	dce	26.4	ba	49.7	abcdef
160	160	80	9.4	a	5.78	dcef	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	ba	48.5	def
160	80	40	9.3	a	5.30	g	26.4	ba	51.2	abcd
240	160	80	9.3	a	5.58	efg	26.1	ba	52.1	a
80	80	40	9.3	a	6.08	bc	27.3	a	49.1	cdef
160	240	80	9.2	a	5.98	ecd	27.5	a	51.7	abc
80	160	80	9.1	a	5.23	g	26.6	ba	49.7	abcdef
80	160	40	9.1	a	5.28	g	25.7	ba	49.4	bcdef
160	160	120	9.0	a	6.40	ba	28.1	a	52.2	a
80	80	0	9.0	a	5.60	defg	26.8	ba	50.3	abcde
80	0	40	8.9	a	6.00	bcd	26.4	ba	48.6	def
0	80	40	8.2	b	5.33	g	23.5	b	48.3	ef
Media general			9.2		5.7		26.7		50.0	
Prueba F			**		**		**		**	
Tukey 5%			0.65		0.40		3.85		2.73	

En columna: medias con letra similar son estadísticamente iguales. **, NS: diferencia significativa y no significativa a P< 0.01 y 0.05, respectivamente.

1.4.7.2. Altura de la planta, diámetro del tallo, hojas por planta, área foliar y materia seca.

Otras variables que se consideran en la calidad de gladiolo para flor de corte son la altura de la planta, diámetro del tallo y hojas por planta, debido a que la presentación estética da lugar a la aceptación de éstas en el mercado. Para la altura de la planta y el diámetro del tallo el análisis de varianza mostró cambios significativos por efecto de los tratamientos (Cuadro 1.6). En el tratamiento 80-80-80 de N, P y K que mostró la mayor producción de flor, la altura de la planta y diámetro del tallo fue de 76.5cm. y 2.22cm. Sin embargo, la mayor altura de la planta (80.3cm.), se encontró con 160-160-120 de N, P y K. La altura de la planta y diámetro del tallo más bajo (72cm. y 1.96cm., respectivamente) se observó con el tratamiento de 00-80-40 de N, P y K. En el cuadro 1.6, se observa que a excepción del número de hojas, el área foliar y producción de materia seca mostraron cambios significativos por efecto de los tratamientos. Las plantas con 80-80-80 de N, P y K mostraron la mayor área foliar con 487.4 cm² por planta y 169.0 g m⁻² de materia seca. El área foliar y materia seca más baja (426.9 cm² y 143.7 g m⁻², respectivamente) correspondió al tratamiento de 00-80-40 de N, P y K. El número promedio de hojas por planta fue de 10. Por su parte, Potti y Arora (1986), mencionan que el mayor crecimiento de gladiolo se logró con 60-20-20 g m⁻² de NPK. Sehrawat *et al.* (2000) encontraron plantas de mayor altura con dosis altas de N (60 g m⁻²). Sehrawat *et al.* (2003) reportan que en gladiolo el mayor número de hojas y la altura de la planta se obtienen con la aplicación de 60-30-15 g m⁻² de NPK. Parthiban *et al.* (1992) observaron la mayor altura de la planta (58.9 cm) con 125-50-62.5 kg ha⁻¹ y el mayor número de hojas (41.3) con 100-75-62.5 kg ha⁻¹ de NPK. Singh y Godara (1995), indican que con el aumento en la cantidad de NPK se incrementa el número de hojas y la altura de la planta significativamente. Singh *et al.* (1997) con el incremento de la dosis de potasio no encontraron influencia sobre el crecimiento vegetativo y los parámetros florales. Estos resultados sugieren que el incremento en nitrógeno y potasio se refleja en una mayor altura de la planta, diámetro del tallo y producción de materia seca, y que el número de hojas por planta es una característica fijada genéticamente y que no es afectada por el cambio en el nivel de nutrimentos como ha sido documentado por Escalante (1999).

Cuadro 1.6. Altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), hojas por planta, área foliar (cm²), materia seca (g m⁻²) en función de la fertilización con N, P y K. Cocula, Gro. 2005.

Tratamientos			Altura de la planta (cm)	Diámetro (cm)		Hojas por planta		Área foliar (cm ²)		Materia seca (g m ⁻²)		
N	P	K										
160	80	80	75.3	ef	1.86	e	9.7	a	475.0	bac	165.21	dec
160	160	80	78.7	bac	2.15	ba	9.9	a	475.9	bac	168.75	bdac
80	80	80	76.5	ed	2.22	a	10.0	a	487.4	a	168.96	bdac
160	160	40	75.2	ef	2.10	bdac	9.9	a	463.3	bdc	164.17	dec
160	80	40	78.4	bc	1.92	edc	9.8	a	461.1	dc	162.29	fde
240	160	80	78.2	bc	2.06	ebdac	10.0	a	480.1	bac	162.71	fdec
80	80	40	78.4	bc	2.10	bdac	9.8	a	448.2	ed	169.17	bac
160	240	80	79.1	ba	2.17	a	9.9	a	487.8	a	175.00	a
80	160	80	77.3	dc	2.21	a	10.1	a	462.8	bdc	156.88	fg
80	160	40	75.1	ef	1.90	ed	9.9	a	478.5	bac	158.75	feg
160	160	120	80.3	a	2.12	bac	10.1	a	483.2	ba	172.50	ba
80	80	0	74.0	f	2.10	bdac	9.8	a	420.2	f	167.71	bdc
80	0	40	75.5	ef	2.07	ebdac	10.0	a	433.3	ef	152.50	g
0	80	40	72.0	g	1.96	ebdc	9.6	a	426.9	f	143.75	h
Media general			76.7		2.07		9.9		463.1		163.50	
Prueba F			**		**		NS		**		**	
Tukey 5%			1.60		0.21		0.73		20.85		6.87	

En columna: medias con letra similar son estadísticamente iguales. **, NS: diferencia significativa y no significativa a $P < 0.01$ y 0.05 , respectivamente.

1.4.7.3. Diámetro y peso del cormo, peso y número de cormillos.

Los tratamientos aplicados ocasionaron cambios significativos en el diámetro y peso de cormos, en el número y peso de cormillos (Cuadro 1.7). Con 80-80-80 de N, P y K se encontraron los valores más altos en el diámetro del cormo con un peso de 169.8 g m⁻² y número de cormillos m⁻² con un peso de 41.7 g m⁻². El cormo de menor diámetro y la más baja acumulación de materia seca en cormos se encontró en el tratamiento 00-80-40 de N, P y K. Cabe señalar que el menor número de cormillos (< 200 cormillos por m²) se observó en los tratamientos con niveles altos de nitrógeno (Cuadro 1.7). Por lo antes mencionado, tenemos que para un mayor diámetro, peso del cormo, número de cormillos y peso de cormillos no se requieren niveles altos de N, P y K, pero para un mayor peso del cormo es necesaria la aplicación de 160 kg de P ha⁻¹ (Cuadro 1.7). Kranss y Marschner (1982), reportaron que la tasa de crecimiento de los tubérculos de papa disminuye en altos niveles de nitrógeno debido a un posible estímulo en el crecimiento del vástago. Potti y Arora (1986) mencionan que la mayor producción de cormo y cormillos en gladiolo se logró con 60-20-20 g m⁻² de NPK. Sehrawat *et al.* (2000) encontraron el mayor número de cormos con 80 g m⁻² de N y 20 g m⁻²

de P y K. Sehrawat *et al.* (2003) reportan que en gladiolo la máxima producción de cormo se consiguió con 40-15-15 g m⁻² de NPK. Singh *et al.* (1997) indican que al aplicar K de 00 a 300 kg ha⁻¹ en el cultivo de gladiolo se incrementó el diámetro del cormo, sin embargo en el peso del cormo es mayor al aplicar 100 kg ha⁻¹ y niveles más altos a éste disminuye el peso del cormo. Por otro lado, no encontraron influencia sobre el crecimiento vegetativo y los parámetros florales con el incremento de la dosis de potasio. Singh y Ha (1990) no observaron efectos significativos en la producción de cormos al aplicar N y P. Por otra parte, Jhon *et al.* (1997) señalan que con la aplicación de 0, 50 y 100 kg ha⁻¹ de N, P y K respectivamente, se incrementa el tamaño del cormo, el peso de cormo, el número de cormillos por planta y el peso de cormillos. Parthiban *et al.* (1992) encontraron con 100-75-62.5 kg ha⁻¹ de NPK el mayor número de brotes por bulbo en nardo.

Cuadro 1.7. Diámetro del cormo (cm), peso de cormos (g m⁻²), cormillos (m⁻²) y peso de cormillos (g m⁻²) en función de la fertilización con N, P y K. Cocula, Gro. 2005.

Tratamientos			Diámetro del cormo (cm)	Peso de cormos (g m ⁻²)	Cormillos (m ⁻²)	Peso de cormillos (g m ⁻²)				
N	P	K								
Kg ha ⁻¹										
160	80	80	2.55	bc	136.9	i	127.5	h	32.125	e
160	160	80	2.60	bac	140.6	hg	177.9	e	29.750	fe
80	80	80	2.75	A	169.8	b	282.9	a	41.708	c
160	160	40	2.73	ba	158.1	d	177.5	e	28.125	fg
160	80	40	2.70	ba	119.0	k	152.1	f	26.188	g
240	160	80	2.70	ba	164.1	c	171.0	e	31.729	e
80	80	40	2.64	ba	158.5	d	231.5	c	41.04	c
160	240	80	2.73	ba	141.9	g	215.0	d	41.271	c
80	160	80	2.69	ba	173.7	a	272.1	b	41.979	c
80	160	40	2.57	bac	129.3	j	280.2	ba	36.19	d
160	160	120	2.66	ba	150.2	f	137.3	g	41.292	c
80	80	0	2.55	bc	138.9	hi	171.5	e	40.604	c
80	0	40	2.62	ba	155.0	e	174.2	e	50.313	a
0	80	40	2.42	C	108.6	l	274.4	ba	46.375	b
Media general			2.64		146.1		203.2		37.760	
Prueba F			**		**		**		**	
Tukey 5%			0.19		2.49		8.96		3.00	

En columna: medias con igual letra son estadísticamente iguales. **, NS: diferencia significativa y no significativa a P< 0.01 y 0.05, respectivamente.

1.4.8. Análisis económico

En el cuadro 1.8 que presenta el análisis económico se observa que con el tratamiento 80-80-40 kg ha⁻¹ y 80, 80 y 80 kg ha⁻¹ de N, P y K se generó el mayor ingreso neto. El tratamiento

que generó el menor ingreso neto fue el de 00, 80 y 40 kg ha⁻¹ de N, P y K. Esto se debió a que con 80, 80 y 80 de N, P y K se lograron los valores más altos en número de flores por planta, tamaño de flor y longitud de la inflorescencia, siendo éstos los parámetros más importantes considerados en la calidad de flor de corte. Además de generar mayor diámetro del tallo y cormo, mayor área foliar (cm²) por planta y mayor número de cormillos m².

Cuadro 1.8. Análisis económico de la producción de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

N	Tratamiento P Kg ha ⁻¹	K	Producción de flor (gruesa)	Valor de la gruesa \$	Valor de la cosecha \$	Costo de la producción \$	Ingreso neto \$
160	80	80	1475	122	179 950	85 981	93 969
160	160	80	1475	126	185 850	86 572	99 278
80	80	80	1475	128	188 800	85 239	103 561
160	160	40	1475	120	177 000	86 359	90 641
160	80	40	1475	124	182 900	85 768	97 132
240	160	80	1475	126	185 850	87 314	98 536
80	80	40	1475	128	188 800	85 026	103 774
160	240	80	1475	126	185 850	87 164	98 687
80	160	80	1475	120	177 000	85 831	91 169
80	160	40	1475	116	171 100	85 617	85 483
160	160	120	1475	128	188 800	86 786	102 015
80	80	0	1475	120	177 000	84 813	92 187
80	0	40	1475	120	177 000	84 435	92 565
0	80	40	1475	111	163 725	83 965	79 440

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

En resumen, la variación en la fertilización con N, P y K 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. Tendencias similares han sido observadas al variar el suministro de nitrógeno en girasol (Olalde *et al.*, 2000; Vega *et al.*, 2001). Por otra parte, con 80, 80 y 80 de N, P y K se logró la mayor calidad de la flor y en consecuencia el mayor ingreso neto, en contraste con el suministro de 00, 80 y 40 de N, P y K en donde se encontró la gladiola de menor calidad y menor ingreso neto. Esto sugiere que la magnitud del número de flores por planta, el tamaño de flor y el diámetro del tallo están determinadas por el suministro de nitrógeno (Escalante, 1999) y de potasio (Khan y Ahmad, 2004). En dosis de N superior a 80 kg ha⁻¹ se observa un mayor crecimiento del tallo, en contraste con el número de flores más bajo. Esto es porque el gladiolo es exigente en N, pero su exceso favorece el desarrollo de la vegetación en

detrimiento del tamaño de las inflorescencias (Larson, 2004). Así mismo, que para incrementar el número de cormillos (estructura de dispersión de la especie y alto valor económico) se requiere suministrar niveles apropiados de nitrógeno y potasio. El mayor crecimiento y calidad del gladiolo con 80, 80 y 80 de N, P y K se relacionó con una temperatura del dosel y del suelo más alta, posiblemente debido a un déficit hídrico, ocasionado por el mayor crecimiento del dosel vegetal del gladiolo bajo este tratamiento (Escalante, 1999).

1.5. CONCLUSIONES

En la región de estudio con la aplicación de 80, 80 y 80 de N, P y K se logra un mayor número de flores por planta, tamaño de flor, longitud de la inflorescencia, área foliar por planta, diámetro del tallo, diámetro del cormo y mayor número de cormillos, además de un mayor ingreso neto.

La fenología del gladiolo no es afectada por los cambios en N, P y K.

La producción de gladiolo en la región de estudio se logra con una acumulación de calor de 2630° C y 551.2 mm de evapotranspiración.

1.6. LITERATURA CITADA

- Aguilera, C. M. y R. Martínez E. 1986. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Universidad Autónoma Chapingo, México. 321 p.
- Anserwadekar, K. W. and V. K. Patil. 1986. Vase life studies of Gladiolus (*G. grandiflorus*) cv. H. B. Pitt. I effect of NPK and spacing on vase life. II Effect of different chemical. Act Horticulture 181: 227-283.
- Ansetta. 1958. Proceedings of Fifteenth International Horticultural Congress, Nice. pp: 439-449.
- Bankar, G. J. and A. Mukhopadhyay. 1990. Effect of NPK on growth and flowering in tuberose cv. Double. Indian Journal of Horticulture 47 (1): 120-126.
- Barman, G., S. Chanda and N. Roychowdhury. 1998. Production of Corms and Cormels of Gladiolus through application on N, P and K. Horticultural Journal 11 (2): 87-92.
- Basilio, M. A. 1993. Caracterización físico-química de los campos experimentales del CEP-CSAEGRO. Tesis de Licenciatura. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro. México. 64 p.
- Beer, S. 1986. The fixation of inorganic carbon in plant cells. *In*: Enoch, H. Z., B. A. Kimbal. Carbon dioxide enrichment of greenhouse crops. Vol II; Physiology, yield and economics. CRC Press Inc. U. S. A. pp: 3-11.
- Bhattacharjee, S. K. 1981. Influence of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on flowering and corm production in gladiolus. Singapore J. Primary Industries 9: 23-27.
- Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soils. 10^a ed. Macmillan Publishing Company. New York, USA. 621 p.
- Buschman, J. C. M. 1985. El gladiolo como flor cortada en zonas subtropicales y tropicales. Centro internacional de Bulbos y flores. Hillegon, Holanda. 32 p.
- Cuevas, H. 1999. Producción de Gladiolos. *In*: Curso de producción de Tulipán, Liliun y Gladiolo. INIAC. R. I. Carillanca. Temuco (Chile). pp: 49-64.
- Dahiya, S. S., S. Mohansundram, S. Singh and D. S. Dahiya. 2001. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and dry matter yield of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Haryana Journal of Horticultural Sciences 30 (3/4): 198-200.

- De Hertogh, A. and M. Le Nard. 1993. The physiology of flower bulbs. Elsevier Science Publishers. B. V. Amsterdam, Holanda. 810 p.
- Doorenbos, J. and W. O. Pruitt. 1986. Las necesidades de agua por los cultivos. Riego y Drenaje. Manual 24. Food and Agricultural Organization. Roma, Italia. 193 p.
- Dufault, R. J. 1986. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield. J. Am. Soc. Hort. Sci. 111: 698-703.
- Escalante, E. J. A. y J. Kohashi. 1993. Rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados. IRENAT. Montecillo, México, Méx. 84 p.
- Escalante, E. J. A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. Terra 17 (2): 149-157.
- Feller, U. and A. Fischer. 1994. Nitrogen metabolism in senescing leaves. Critical Reviews in Plant science 13 (3): 241-273.
- García, M. E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a condiciones de la Republica mexicana). Talleres offset Larios. México, D. F. 90 p.
- Gavande, S. A. 1979. Física de suelos, principios y aplicaciones. Limusa. México. 351 p.
- Gilreath, J. P. 1986. Preemergence weed control in *Gladiolus* cormels. Weed Science 34: 957-960.
- Gopalakrishnan, M., K. T. Sadawarte, V. K. Mahorkar, B. J. Jadhao, and V. J. Golliwar. 1995. Effect of N, P, and K on the quality of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) var. Single. Journal of Soils and Crops 5 (2): 148-150.
- Gowda, J. V. N., R. Jayanthi and B. Raju. 1988. Studies on the effect of nitrogen and phosphorus on flowering in *Gladiolus* cv. Debonair. Current research. University of Agricultural Sciences, Bangalore 17(16): 80-81.
- Gowda, J. V. N., S. Jacob and A. G. Huddar. 1991. Effect of N, P and K on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* Linn) cv. Double. Indian Perfumer 35 (2): 100-101.
- Grabowska, B. 1986. Gladiolas (en polaco). Ed. 3. PWRIL. Varsovia.
- Groen, N. P. A. and L. A. J. M. Rotten. 1980. Energy saving in flower production of gladiolus forced in glasshouses. Act Horticulture 109: 117-120.

- Habbasi, M. A. and T. E. Schumacher. 1994. Influence of phosphorus deficiency on photosynthesis in sunflower and soybean plants. *Agrochemical* 38 (3): 211-223.
- Halevy, A. H. 1962. Irrigation experiments with gladioli. *In: Advances in Horticultural Science and their Applications*. Pergamon, Oxford. 2: 279-287.
- Halevy, A. H. 1972. Water stress and timing of irrigation. *HortScience* 7: 113.
- Hartman, H. T. 1987. Propagación de plantas. Continental. México D. F. 760 p.
- Hershey, D. R. and J. L. Paul. 1982. Leaching-losses of N from pot chrysanthemums with controlled-release or liquid fertilization. *Scientia Hort.* 17: 145-152.
- Higaki T., J. S. Imamura and R. E. Paull. 1992. N, P and K rates and leaf tissue standards for optimum *Anthurium andreaeanum* flower production. *HortScience* 27 (8): 909-912.
- Hinojosa C., G. A. 1989. Fenología. Boletín Técnico N° 3. Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 61 p.
- Imanishi, H. and Y. Imae. 1990. Effects of low light intensity and low temperature give at different developmental stages on flowering of gladiolus. Flower bulbs. *Act Horticulture* 189-196 p.
- Jhon A. Q., M. A. A. Siddique and T. M. Paul. 1997. Nutritional studies in gladiolus. II: corm and cormel production. *Advances in Plant Sciences*. 10 (1): 187-191.
- Kamel, H. A., A. Ibrapim, A. Bispara and A. Nada. 1977. Studies on the effect of different levels of NPK on the flower of *Gerbera Jamesonii* var. Suprema. Qubba Botanic Garden Tech. Bul. 1: 78.
- Kasem, M. M. and M. A. El-Mesilhy. 1992. Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower (*Helianthus annuus* L.) II yield and components. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 30 (2): 665-676.
- Khan, M. A. and I. Ahmad. 2004. Growth and flowering of *Gladiolus hortulanus* L. cv. Wind song as influenced by various levels of NPK. *International Journal of Agriculture & Biology* 6 (6):1037-1039.
- Kranss, A. and H. Marschner. 1982. Influence of nitrogen nutrition day length and temperature on content of gibberellic and abscisic acid on tuberization in potato plants. *Potato Res.* 25: 13-21.
- Kratky, B. A. and H. Y. Mishima. 1981. Lettuce seedling and yield response to preplant and foliar fertilization during transplant production. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 106: 3-7.

- Larson, R. A. 2004. Introducción a la floricultura. AGT editor, S. A. pp: 147-162.
- Leszczyńska, H. y W. Borys M. 1994. Gladiola. Producción cultivo y desarrollo. Ed. Edamex. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México. 166 p.
- Leszczyńska-Borys, H., M. P. Conchouso P. y J. S. Morales J. 1994. Comercio de flores en Puebla, Puebla. Revista Chapingo. Serie Horticultura 2: 87-93.
- Leszczyńska-Borys, H. 1990. Elementos básicos en el arte del diseño floral. Ed. UPAEP, Puebla, Puebla. Serie manuales de horticultura ornamental No. 4, 40 p.
- Lewis, G. J., A. A. Obermeyer and T. T. Barnard. 1972. Gladiolus, A revision of the South African species. J. S. Afr. Bot. 10: 304–310.
- López, M. J. 1989. Producción de claveles y gladiolas. Agroguías Mundi Prensa. Madrid, España. 114 p.
- López, E. J. 1989. Evapotranspiración de un cultivo de referencia para la validación de fórmulas empíricas en el área de Montecillo, México. Tesis de Maestría. Colegio de postgraduados. Montecillo, México. 152 p.
- Lunt, O. R. and A. M. Kofranek. 1958. Nitrogen and potassium nutrition of *Chrysanthemum*. Proc. Amer. Soc. Hort. Science 72: 487- 497.
- Mallick, R., K. C. Mohapatra, P. K. S. Samanta and P. C. Lenka. 2001. Effects of different levels of N, P and K on flowering of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). Orissa Journal of Horticulture 29 (2): 93-96.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press. San Diego, CA. 889 p.
- McKay, M. E., J. A. Tommerup and D. E. Byth. 1981. The influence of photoperiod and plant density on yield of winter-grown gladioli in Queensland. Scientia Hort. 14: 171-179.
- McKay, M. E., B. J. Hesse and J. C. Mulder. 1982. The influence of illumination levels of daylength extension on yield of winter-grown gladioli in Queensland. Scientia Hort. 17: 277-288.
- Montial, V. S., K. K. Basario, R. P. Singh and R. S. Singh. 1979. Response of gladiolus to NPK fertilization. Plant Science 11: 69-72.
- Mukesh, K. and T. K. Chattopadhyay. 2001. Effect of NPK on yield and quality of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) cv. Tropic Sea. Environment and Ecology 19: 868-871.

- Nelson, P. V. 1998. Greenhouse operation and management. New Jersey: prentice Hall. 637 p.
- Newman, J. P., J. H. Lieth and B. Faber. 1992. Effect of an irrigation system controlled by soil moisture tension in reducing water usage and run-off in poinsettia production. HortScience 27 (6): 640-641.
- Olalde, G. V. M., J. A. Escalante E., P. Sanchez 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 (4): 313-323.
- Pal, A. K. and B. Biswas. 2005. Response of fertilizer on growth and yield of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Calcutta single in the plains of West Bengal. Journal of Inter Academician 9 (1): 33-36.
- Pandey, R. K., P. Rathore and M. K. Singh. 2000. Effect of different levels of N and P on growth of Gladiolus under agro conditions. Journal of Ornamental Horticulture 3: 60-61.
- Parthiban, S. and M. A. Khader. 1991. Effect of N, P and K on yield components and yield in tuberose. South Indian Horticulture 39 (6): 363-367.
- Parthiban, S., M. A. Khader and S. Thamburaj. 1992. Effect of N, P and K on growth and development of tuberose (*Polianthes tuberosa* Linn). South Indian Horticulture 40 (3): 166-171.
- Pradhan, A., J. N. Das, H. N. Mishra and P. C. Lenka. 2004. Effect of N and K on growth and yield of gladiolus. Orissa Journal of Horticulture 32 (2): 74-77.
- Potti, S. K., J. S. Arora. 1986. Nutritional studies in gladiolus cv. Sylvia. I. Effect of N, P and K on growth, flowering, corm and cormel production. Punjab Horticultural Journal 26 (1/4): 125-128.
- Rees, A. R. 1992. Ornamental bulbs, corms and tubers. Cab-International. 220 p.
- Richards, L. A. 1974. Suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México, D. F. 172 p.
- Robinson, M., H. Halevy A., D. Galili and Z. Plautz. 1983. Distribution of assimilates in *Gladiolus grandiflorus* as affected by water deficit. Annals of Botany 51: 461-268.
- Rosenberg, N. J., L. B. Bland and B. S. Verna. 1983. Microclimate. The biological environment. Second edition. John Wiley & Sonn New Cork. 495 p.

- Roy, R. K., S. C. Sharma and A. N. Sharga. 1997. Effect of foliar nutrition on vegetative and floral characters of *Gladiolus* L. Aldebaran. *Journal of Ornamental Horticulture* 3 (1/2): 41-44.
- Rubio, J. 2005. Cultivo de flores para corte. Planthogar. Obtenido de la red. www.Planthogar.net. 28/03/05.
- Ruselle, M. P., W. Wilhelm, R. A. Olson and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. *Crop Sci.* 24: 28-32.
- Salinger, J. P. 1991. Producción comercial de flores. Acribia. Zaragoza, España. 371 p.
- Salisbury, B. F. y W. C. Ross. 1992. Fisiología vegetal. Iberoamérica. 759 p.
- Seemann F., P. 2000. Cómo cultivar gladiolos. *In: Chile agrícola*. Septiembre 2000. pp: 166-171.
- Sehrawat A., V. P. Ahlawat and A. K. Gupta. 2000. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on growth, flowering and corm production in gladiolus. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 29 (1/2):71-72.
- Sehrawat, S. K., D. S. Dahiya, S. Singh and G. S. Rana. 2003. Growth, flowering and corm production in gladiolus as influenced by NPK application. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 32 (3/4): 222-224.
- Shah, S. F. H. and A. Muhammad. 2005. Response of size and weight of tuberose spike to different fertilizer applications. *Indus Journal of Plant Sciences* 4 (3):341-343.
- Shillo, R. and H. A. Halevy. 1976a. Inflorescence development of flowering and blasted gladiolus plants in relation to development of other plant parts. *Scientia Hortic.* 4: 79-86.
- Shillo, R. and H. A. Halevy. 1976b. The effect of various environmental factors on flowering of gladiolus- I Light intensity. *Scientia Hortic.* 4: 131-137.
- Shillo, R. and H. A. Halevy. 1976c. The effect of various environmental factors on flowering of gladiolus- II Length of the day. *Scientia Hortic.* 4: 139-146.
- Shillo, R. and H. A. Halevy. 1976d. The effect of various environmental factors on flowering of gladiolus. Volume III. Temperature and moisture. *Scientia Hortic.* 4: 147-155.
- Shillo, R. and H. A. Halevy. 1976e. The effect of various environmental factors on flowering of gladiolus I-IV Interaction of environmental factors-general discussion. *Scientia Hortic.* 4: 131-165.

- Singh, A. and N. R. Godara. 1995. Studies on the nutritional requirement of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single during growth. Haryana agricultural University Journal of Research 25 (4): 171-174.
- Singh, K. P. and K. S. Ha. 1990. Influence of different levels of nitrogen and phosphorus in gladiolus cv. Green Meadow cormels production. South Indian Horticulture 38 (4): 208- 210.
- Singh, K. P., N. Ramachandran and S. Uma 1997. Growth, flowering, corm yield and corm-rot incidence as affected by level and frequency of potassium application in gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). Indian Journal of Agricultural Sciences 67 (9): 404-406.
- Snyder, R. L. 1985. Hand calculating degree days, Agric. For. Meteorology 35:353-358.
- Sotero, S., and J. Fitzgerald. 1983. Influence of the propagation method and fertilizer rate on growth and development of *Liatris pycnostachya*. HortScience 18:198-199.
- Steiner, A. A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp: 43-53. *In: Proceeding 3rd International Congress on Soilless Culture*. Wageningen, The Netherlands.
- Stewart, J. A., L. J. Lund and R. L. Branson. 1981. Nitrogen balances for container-grown privet. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 (5): 565-569.
- Stuart, N. W. and W. D. McClellan. 1951. Effect of nutrient supply and fertilizer practices on Gladiolus growth in the greenhouse and field. Gladiolus Mag. 15, 2.
- Turrent, F. A., y R. J. Laird. 1975. La matriz experimental Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Agrociencia 19: 117-143.
- Valdés, A. L. A. 1995. Efecto del enriquecimiento con CO₂ en interacción con la fertilización N P K sobre la fisiología y producción de flores en anturio (*Anthurium x cultorum* cv Tropical). Tesis de Maestría. Dpto de Fitotecnia. Chapingo, México. 160 p.
- Van Diest A., R. L. Flannery. 1963. The nutritive requirements of gladiolus in New Jersey soils. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. 82: 495-503.
- Vega, M. R., J. A. Escalante E., P Sánchez G., C. Ramírez A., E. Cuenca A. 2001. Asignación de biomasa y rendimiento de girasol con relación al nitrógeno y densidad de población. Terra 19 (1): 75-81.
- Vidalie, H. 2001. Producción de Flores y plantas ornamentales. Traducido del idioma Francés. Ed. 3^a. Mundiprensa. Madrid, España. 269 p.

- Volke, H. V. 1982. Optimización de insumos de la producción en la agricultura. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 61 p.
- Wilfret, G. J. 1970. A critical evaluation of the commercial gladiolus cultivars grown in Florida. Proc. Fla. State hortic. Soc. 83: 423-427.
- Wilfret, G. J. 1980. Gladiolus, (in) Introduction to floriculture. pp: 166-181. Larson R A (Ed). Academic Press, New York, the USA.
- Woltz, S. S. 1955. Studies on nutritional requeriments of gladiolus. Proc. fla. state hortic. soc. 67: 330-334.
- Woltz, S. S. 1957. Nutritional disorder symptoms of gladiolus. Florist exch. 129: 17-20.
- Woltz, S. S. 1976. Fertilization of gladiolus. Gladio grams 21: 1-5.
- 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.
- Yadav, L. P., T. K. Bose and R. G. Maiti. 1985. Response of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) to nitrogen and phosphorus fertilization. Progressive horticulture. 17 (2): 83-86.
- Yelanich, M. V. and J. A. Biernbaum. 1990. Effect of fertilizer concentration and method of application on media nutrient content, N runoff and growth of *Euphorbia pulcherrina* V-14 Glory. Act Hort. 272: 185-189.

CAPÍTULO II

BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR DE GLADIOLO Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO.

RESUMEN

El cultivo de gladiolo durante el crecimiento es exigente en el requerimiento de nitrógeno. La deficiencia de N retrasa la floración, además, el desarrollo de entrenudos cortos, brotes débiles y un menor número de flores, en casos extremos las hojas se decoloran y amarillean, ocasionando una mayor susceptibilidad a las enfermedades. Sin embargo, para lograr una mayor producción de gladiolo de calidad, se requiere generar mayor conocimiento sobre la relación nitrógeno-cultivo. El objetivo de este estudio fue determinar la influencia del N sobre el crecimiento, características de la inflorescencia como es la calidad, biomasa, contenido de clorofila y eficiencia agronómica del N en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) bajo condiciones de clima cálido. La siembra de gladiolo cultivar “Blanca perla” se realizó en el valle de Iguala-Cocula, Gro., el 20 de diciembre de 2004 a una densidad de población de 250 mil plantas ha⁻¹, bajo los tratamientos siguientes: 1) 00, 2) 80 y 3) 160 kg de N ha⁻¹. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Todo el experimento se fertilizó con 80-40 kg ha⁻¹ de PK. El tratamiento con el que se encontró mayor calidad de flor, es decir, el que generó la mayor altura de la planta, diámetro del tallo, área foliar, número de flores por planta, longitud de la inflorescencia, longitud del raquis, además, mayor diámetro del cormo, IAF y DAF fue el de 160 kg ha⁻¹ de N, siendo con el mismo tratamiento con el que se obtiene la mayor \overline{TCA} , \overline{TCC} y \overline{TAN} (82-89 dds). En contraste, disminuye el número y peso de cormillos. Por otra parte, el medidor de clorofila (SPAD), mostró una relación alta con el contenido de clorofila total extraída de las hojas de gladiolo. Así mismo, el gladiolo con 80 kg de N ha⁻¹ mostró mayor eficiencia agronómica, recuperación aparente y eficiencia fisiológica del N. La extracción de N en el cultivo con 80 y 160 kg de N ha⁻¹ fue similar.

Palabras clave: biomasa, calidad de flor, análisis de crecimiento y eficiencia del nitrógeno.

CHAPTER II
BIOMASS, QUALITY OF THE GLADIOLUS FLOWER AND GROWTH ANALYSIS
IN FUNCTION OF THE FERTILIZATION WITH NITROGEN

SUMMARY

The gladiolus crop during the growth is demanding in the nitrogen requirement. The deficiency of N delays flowering, in addition, the development of short internodes, outbreaks weak and a fewer number of flowers, in extreme cases the leaves turned yellow, causing greatest susceptible to disease. Nevertheless, to obtain a greater production of gladiolus of quality, it is required to generate greater knowledge on the relation nitrogen - crop. The objective of is study was to determine the influence of the N on the growth, characteristic of the spike as it is the quality, biomass, content of chlorophyll and agronomic efficiency of the N in gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) under conditions of warm climate. The sowing of Blanca perla gladiolus cultivar was made in the valley of Iguala Cocula-Gro., at December 20, 2004 with a population density of 250 000 plants ha⁻¹ under the following treatments: 1) 00, 2) 80 and 3) 160 kg N ha⁻¹. The experimental design was a randomized complete blocks with four replications. The experiment was fertilized with 80-40 kg ha⁻¹ of PK. The treatment with which greater quality of flower was obtained, that is to say, the one that generated the greater height of the plant, diameter of the stem, foliar area, number of flowers by plant, length of the spike, length of rachis, in addition, greater diameter of corm, FAI and FAD was the one of 160 kg ha⁻¹ of N, being with the same treatment with which greater AGR, CGR and NAR is obtained (82-89 das). In contrast, it diminishes the number and weight of cormels. On the other hand, the chlorophyll measurer (SPAD), showed a high relation with the extracted total chlorophyll content of the leaves of gladiolus. Also, gladiolus with 80 kg of N ha⁻¹ showed greater agronomic efficiency, apparent recovery and physiological efficiency of the N. The extraction of N in the culture with 80 and 160 kg of N ha⁻¹ was similar.

Key words: *biomass, flower quality, growth analysis and nitrogen efficiency.*

2.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de gladiolo es muy exigente en fertilización nitrogenada durante el crecimiento vegetativo. Por lo que es necesario un manejo adecuado de la nutrición, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes, siendo importante para la producción, que en combinación con otros factores incrementa el rendimiento y calidad de las cosechas (Ramos *et al.*, 2002). El nitrógeno (N) es un componente integral de la clorofila y enzimas, esencial para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas (Brady, 1990; Cuevas, 1999), estimula el crecimiento y desarrollo de la raíz, además colabora en la absorción de otros nutrimentos (Brady, 1990). Por otra parte, la deficiencia de N se manifiesta en un retraso en el desarrollo de las plantas, de la floración, entrenudos cortos, brotes débiles, inflorescencias y flores pequeñas (Woltz, 1957), así como el menor número de flores, en casos extremos las hojas se decoloran y amarillean, ocasiona una mayor sensibilidad a las enfermedades (Larson, 2004). El N en el suelo puede perderse por volatilización, lixiviación y desnitrificación, como consecuencia se produce una menor absorción de N y una alta contaminación de aguas subterráneas (Rubio, 2005). Esto puede prevenirse mediante un uso más eficiente de la fertilización nitrogenada. Esta eficiencia puede evaluarse mediante parámetros como la recuperación aparente y la eficiencia fisiológica (Craswell y Godwin, 1984) y es afectada por cambios en las condiciones ambientales y el manejo del cultivo. Varios estudios han señalado el efecto de la fertilización con N sobre el rendimiento de los cultivos, donde mencionan que el N conduce a una mayor acumulación de materia seca en la planta (Escalante, 1995), incrementa el área foliar (AF) y el índice de área foliar (IAF), como consecuencia de un mayor número y tamaño de hojas (McCullough *et al.*, 1994) y la duración de área foliar (DAF) (Novoa y Loomis, 1981). Por otra parte, la senescencia es de interés económico porque afecta la producción de los cultivos, al reducir el área fotosintética activa, debido a la movilización de metabolitos hacia la demanda (Noodén y Guiamét, 1989). La tasa de senescencia está determinada por las condiciones ambientales y la actividad de la hoja, ésta a su vez relacionada con la nutrición mineral (Ellen, 1987). Debata y Murty (1983), han demostrado que el N retrasa la pérdida de clorofila, logrando una mayor duración de la actividad fotosintética, es decir, se retrasa la senescencia y la duración del área foliar es mayor, así como la producción de biomasa. Por su parte, Marschner (1986), menciona que

más del 75 % de nitrógeno orgánico total se localiza en los cloroplastos, principalmente en forma de enzimas, y que una deficiencia de este elemento tiene efecto directo en la síntesis de clorofila. Calderón *et al.* (1997), señalan que el contenido de N en la hoja es un factor determinante en la tasa fotosintética por unidad de área foliar, ya que si tal contenido es alto, la tasa fotosintética también lo será.

2.1.1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia del N sobre el crecimiento, la producción de biomasa, contenido de clorofila y eficiencia agronómica del N del gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) bajo condiciones de clima cálido.

2.2. REVISION DE LITERATURA

2.2.1. Efecto del nitrógeno (N) en los cultivos

Sam y Fenn (2002), señalan que cuando el N se incorpora al suelo, una cantidad equivalente de calcio se precipita. Las raíces de las plantas no tienen acceso al nitrógeno en un ambiente con más de 32 % de amonio. Las raíces se pueden secar, pero generalmente crecen alrededor del fertilizante. Después de que los microbios del suelo conviertan en nitrato la mayoría del amonio del fertilizante, las raíces inician la absorción de N. Cuando se adiciona calcio soluble con el fertilizante, éste reduce el pH de la banda fertilizada y, de esta manera, su toxicidad. Si se agrega más calcio del que se requiere, se precipita y estimula la absorción de amonio por las plantas hasta en un 100% de velocidad. A medida que parte del amonio se convierte en nitrato, el calcio previamente precipitado se vuelve a solubilizar gradualmente, aumentando la concentración del calcio soluble disponible que aumenta el rendimiento. Fenn *et al.* (1995), reportan que el calcio además de aumentar la absorción de amonio, potasio y fósforo, estimula la fotosíntesis, aumenta el tamaño de las partes comerciables de la planta y estas absorben cantidades mayores de dióxido de carbono del aire, lo que aumenta los componentes orgánicos básicos de la planta (Hallmark *et al.*, 1997). La aplicación de calcio soluble con urea también promueve un uso eficiente del N y reduce la contaminación del ambiente. Además, las plantas guardan el exceso de nitrógeno que absorben y lo utilizan para estimular el crecimiento durante toda la temporada. En gladiolo, así como en otras plantas ornamentales,

el mayor número de botones por vara se da por la mayor movilidad de calcio, por lo que Johannes *et al.* (1998), mencionan que la adición de calcio tanto vía suelo o foliar, favorece el desarrollo de las plantas, la producción de flores y frutos, además, contribuye a un flujo más constante de suministro al fruto vía floema.

Tisdale y Nelson (1988), indican que el N puede afectar el metabolismo de las plantas, el crecimiento de las raíces y la capacidad para absorber el fósforo. Incrementando el uso de las formas menos disponibles de P por las plantas. Por lo tanto, los cambios en la concentración de nutrimentos y su traslocación están determinadas por los efectos de la interacción N-P-K, y particularmente por N-K (Gutiev y Knavkin, 1989).

2.2.2. Efecto del N sobre el crecimiento del cultivo de gladiolo

La baja eficiencia del uso de los fertilizantes nitrogenados (15 a 20%) se debe fundamentalmente a pérdidas por procesos, como: volatilización, lixiviación y desnitrificación (Janssen, 1998). El suministro de nutrimentos de forma combinada no siempre tiene como consecuencia una respuesta favorable en la producción de biomasa. Bhattacharjee, (1981) menciona que el aumento de N adelanta la época de floración y aumenta la longitud de la espiga, peso del cormo, el tamaño y número de cormillos por planta. Por otra parte, Shah *et al.* (1984) indican que el incremento de N retrasa la floración, pero aumenta la longitud de la espiga, el número de flores por espiga y el número de hojas, es decir, promueve el crecimiento vegetal. Bankar y Mukhopadhyay (1990) encontraron que con la aplicación de N, se adelanta la floración y promueve el crecimiento. Devecchi y Bami (1997), señalan que el uso de fertilizantes también afecta el color de la flor de gladiolo pero no de una manera sistemática. Haitbura y Misra (1999), reportan que con 30 g de N por m² se logra un mayor crecimiento vegetativo y que un nivel alto de N incrementa el número de flores por espiga en gladiolo. Singh (2000), aplicó N fraccionado en dos partes iguales a los 30 y 60 días después de la plantación, encontrando que el N promovió el brote de la espiga y floración de gladiolo con respecto a una sola dosis que solamente aumentó la longitud de la espiga y del raquis. Jhon *et al.* (1997) en gladiolo observaron que 100 kg de N ha⁻¹ en combinación con 50 kg ha⁻¹ de P y K, producen plantas más altas con mayor longitud de espiga y número de flores por espiga. Mukherjee *et al.* (1994) señalan que el mayor número de flores por espiga y cormos se logró con 50 gm⁻² de N y 10-20 g m⁻² de P. Yadav *et al.* (1985) indican en el cultivo de nardo el

mayor crecimiento y rendimiento de flores con 300-200 kg ha⁻¹ de N y P. Sehrawat *et al.* (2000), reportan un incremento en el crecimiento de gladiolo y mayor número de cormos con 80 g m⁻² de N y 20 g m⁻² de P y K. Mukhopadhyay y Bankar (1986), al aplicar 20 g de N m⁻² lograron un mayor crecimiento de la planta, rendimiento de espigas y calidad de flor. Por otra parte, Escalante (1995), señala que bajo condiciones de salinidad y restricción de N se redujo la altura y el área foliar del girasol. Bajo condiciones de salinidad y con N, las plantas fueron un 10% más altas y mostraron 22% más de área foliar. También Escalante (1999), observó en híbridos de girasol AB-E353 y Sungro 380 de ciclo corto y largo, respectivamente, con una fertilización de 0 y 300 kg ha⁻¹ de N, que las plantas con N desde las primeras etapas de crecimiento mostraron mayor índice y duración de área foliar y producción de biomasa.

Killi (2004), demostró que el N incrementó el diámetro del capítulo de girasol, el número total de semillas por capítulo, el rendimiento de semillas por capítulo y el peso de 1000 semillas. Por otra parte, el mayor número de semillas por capítulo se logró con 120 kg ha⁻¹ (1855.11 por capítulo). El-Naggar y Sharaf (2002), al trabajar con aplicaciones de 0, 100, 200 y 300 mg L⁻¹ de ácido giberelico, (GA) y fertilización con nitrógeno de 0, 15, 30 y 50 kg ha⁻¹ en nardo, observaron que con la aplicación de 200 mg L⁻¹ de GA y 30 kg de N se tuvo la mayor altura de la planta (99.3cm), número de hojas por planta (51.8), número de cormos y cormillos por mata (28.7).

2.2.3. Efecto del N sobre la producción de biomasa del cultivo

La biomasa está representada por la materia seca la cual esta compuesta por polisacáridos de la pared celular y lignina, además de componentes del protoplasma, incluyendo proteínas, lípidos, aminoácidos, ácidos orgánicos y determinados elementos como nitrógeno, fósforo y potasio (Salisbury y Ross, 1992). El N al estar presente en compuestos esenciales de las plantas, su deficiencia se manifiesta en un crecimiento lento, amarillamiento en hojas de edad avanzada o en toda la planta si la deficiencia es mayor. Por ello la adición o falta de N, repercute en la acumulación de biomasa total (Salisbury y Ross, 1992).

En girasol, Escalante (1992 y 1999), señala que el N incrementó la producción de biomasa debido a una mayor intercepción de radiación. Teniendo una mayor producción de biomasa de 1736.3 g m⁻² a los 66 días después de la emergencia con 300 kg ha⁻¹ de N, mientras que el testigo solo produjo 900.5 g m⁻². Tendencias similares han sido reportados por Vega *et al.*

(2001), que mencionan que la acumulación de materia seca aérea se incrementa con el N. Escalante (1995), observó que bajo condiciones de salinidad y con la restricción de N, disminuyeron la acumulación de materia seca en el vástago de girasol, mientras que bajo condiciones de salinidad y con N mostraron 23% más de acumulación de materia seca. Zubriski y Zimmerman (1974), reportan un incremento en el diámetro del capítulo de girasol con la fertilización con N.

Fernández (2001), observó que con la aplicación de N se logró una tasa de crecimiento del pasto forrajero más alta ($81 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), que implicó la tasa de crecimiento del testigo. Por otra parte, de acuerdo con Gastal *et al.* (1992), es posible afirmar que los distintos niveles de fertilización nitrogenada hubiesen generado diferente longitud foliar, lo cual se refleja una mayor intercepción de la energía luminosa y en consecuencia el incremento en la acumulación de forraje (Gastal y Lemaire, 1988; Mazzanti *et al.*, 1997). Para especies de áreas templadas, como por ejemplo raygrass o ballico anual (*Lolium multiflorum*), más del 50% de la producción de forraje se debe a la mayor radiación interceptada por el tratamiento con N, debido al efecto del N sobre la elongación y expansión foliar (Agnusdei *et al.*, 1997).

Smith *et al.* (1998), indican que en *Alstromeria* “Parigo Pink” se obtiene una máxima producción de materia seca a la cosecha cuando se aplica N, debido a un mayor número de tallos vegetativos. Osaki *et al.* (1992), en un estudio realizado en gramíneas y leguminosas encontró que la cantidad de materia seca se incrementó en relación al N aplicado. El-Naggar y Sharaf (2002), al trabajar en nardo, señalan que con la aplicación de 200 mg L^{-1} de GA y 30 kg de N tuvieron el mayor peso seco de la hoja (4.88 g), peso fresco y seco de cormos y cormillos por mata (121.72 y 8.67 , respectivamente). El valor más alto de peso seco de las flores (4.47g) se obtuvo con 100 mg L^{-1} de GA y 50 kg de N.

2.2.4. Efecto del N sobre la calidad de la flor del cultivo

Boertje (1978), al trabajar con plantas de flor de corte de *Anthurium andreanum* menciona que los niveles altos de N reducen la producción de flores; además de producir flores más pequeñas y tallos de menor longitud. Por otra parte, Bik y Berg (1982), indican que la máxima producción de flor en *Alstromeria* cv. Orchid y Carmen se obtiene con la aplicación de 220 mg de N semanalmente por maceta de 12.5 L . Smith *et al.* (1998), mencionan que en *Alstromeria* el número de tallos vegetativos producidos, la longitud del tallo floral, el número

total de flores y los brotes florales producidas por tallo y el total de la materia seca se incrementa con una aplicación superior a 28.5 mmol de N L⁻¹. Por otra parte, Bankar y Mukhopadhyay (1990), encontraron en nardo que el mayor número de espigas florales por m² se logró con 20 g de N m⁻².

El-Naggar y Sharaf (2002), en nardo observaron que la aplicación de 200 mg L⁻¹ de GA y 30 kg de N adelantó la floración (109.3 días), mostró mayor número de espigas por planta (4.94), número de flores por espiga (29.91) y mayor duración de la flor (18.28 días).

2.2.5. Eficiencia agronómica del N

La eficiencia agronómica y la recuperación del N, permite conocer cual es la cantidad de N con que el cultivo alcanza su máxima producción y que porcentaje de N es absorbido por la planta. En la agricultura tradicional, la eficiencia en el uso del N en el mejor de los casos es de 50% cuando el manejo del fertilizante se lleva a cabo adecuadamente (Janssen, 1998). Los trabajos realizados en Chile por Olsen *et al.* (1993) y en cereales por Janssen (1998), sobre la eficiencia de uso y la recuperación relativa del N en cultivos mostraron diferencias debido a la especie cultivada. En nardo Singh *et al.* (2000) reportan que el contenido de N en las hojas se incrementó significativamente al aumentar la dosis de fertilización. Mohanasundaram *et al.* (2003) señalan que el mayor contenido de N en la hoja (2.64%) y en la espiga (2.59%) se registró con 240-40 ppm de N. Haitbura *et al.* (2003) indican que al aplicar diferentes fuentes de N (urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio de calcio), en cantidades de 30 a 40 kg de N m⁻² mostraron incrementó en la concentración de N. Jokela (1992), menciona que con la aplicación de 112 kg de N ha⁻¹ como NH₄NO₃ se incrementó la absorción de N por la planta. El-Naggar y Sharaf (2002), al trabajar con nardo, encontraron que el mayor contenido de N (3.92%) se logró con la aplicación de 300 mg L⁻¹ de GA y 50 kg de N. Bankar y Mukhopadhyay (1990), observaron que el contenido de N en la hoja de nardo fue positivamente correlacionado con el número de flores por espiga.

2.2.6. Determinación de clorofila con el SPAD

La determinación de clorofila con el Minolta SPAD 502 (Konica Minolta, Ramsey, NJ) CM es una prueba rápida de diagnóstico nutrimental, la cual se usa en el campo para diagnosticar los niveles de nutrición de las plantas durante las etapas de crecimiento. Este no proporciona

toda la información que se obtiene con una prueba estándar de tejido vegetal realizada en laboratorio, pero es más barata y rápida por el ahorro del tiempo que ocurre entre la colecta de la muestra y el tiempo en que los resultados de laboratorio están disponibles. Siendo importante porque a la hora de fertilizar se debe conocer el estado nutrimental actual del cultivo especialmente durante las fases de crecimiento rápido, que es cuando los niveles de nutrimentos en las plantas pueden cambiar (Bierman y Fuhmann, 1998). El SPAD es relativamente simple de usar, da resultados inmediatos y es adecuado para hacer ajustes periódicos en las tasas de aplicación de fertilizante, en particular cuando se usa fertirrigación, sin embargo, se usa como herramienta complementaria y no reemplaza una prueba estándar de tejido vegetal (Zamora, 2001). El SPAD es un medidor portátil que cuantifica la absorbancia de la luz de la clorofila en las hojas (SPAD, Minolta®). Esta técnica da una medida indirecta de la concentración de N en las hojas.

Piekielek *et al.* (1997) mencionan que en otros países como USA, se ha propuesto usar el medidor portátil de clorofila (SPAD 502) por cumplir con los requisitos antes mencionados y porque no es necesaria la destrucción de hojas, además, las lecturas son altamente correlacionadas con el contenido de N en las hojas (Lohry, 1989; Girardin, *et al.*, 1985; Zelitch, 1992). Novoa y Villagrán (2002), encontraron que los valores de N y de SPAD están altamente correlacionados $r = 0.93^{**}$ y un $R^2 = 0.88^{**}$. Petterson *et al.* (1993), sugieren que para interpretar el significado de las lecturas del SPAD usar valores relativos entre sectores que se consideran con N apropiados y aquellos en donde se logra el mayor rendimiento y aquellos con deficiencia (menos del 95% del valor apropiado). También mencionan que es útil para detectar si las plantas tienen deficiencia de N, pero no es suficiente, ya que sería deseable la información sobre la dosis requerida para corregir la deficiencia. También recomiendan realizar mediciones semanales con el SPAD, entre el estado de 6 hojas y 20 días después de aparición de los pistilos y fertilizar con 20 y 40 kg N ha⁻¹ en el riego para detectar deficiencia de N.

El SPAD-502 es un equipo que determina indirectamente el contenido de clorofila, así como el contenido de N total foliar (Li *et al.*, 1998). El SPAD-502 determina la cantidad relativa de clorofila presente en las hojas mediante la medición de la absorbancia en dos longitudes de onda (400-500 nm color rojo y 600-700 nm color azul). Con el uso de estas dos absorbancias el medidor de clorofila calcula un valor numérico SPAD, el cual es directamente proporcional

a la cantidad de clorofila presente en la hoja. Una lectura indica un suministro adecuado o un valor crítico. El uso del medidor de clorofila como herramienta de diagnóstico puede emplearse para corregir deficiencias potenciales de nitrógeno en campo, pudiendo utilizarse en sistemas de fertirrigación.

El nitrógeno forma parte estructural de las moléculas de clorofila y el contenido de clorofila en las hojas se encuentra relacionado con el contenido nutricional de las plantas, específicamente, del nitrógeno, hierro y magnesio (Pettersen, *et al.*, 1993). Por otra parte, Sánchez *et al.* (1983) mencionan que el contenido de clorofila puede ser afectado por estrés hídrico y dificultar la calibración del SPAD-502, resultando lecturas erróneas. Schepers *et al.* (1992) indican que la calibración del medidor de clorofila SPAD-502 en contraste con la concentración de N en la hoja, es posible porque existe relación estrecha entre la concentración de N y el color verde de la hoja (clorofila). Sin embargo, la edad de la hoja, los cultivares, tiempo de aplicación del fertilizante y fuentes de N limitan la eficiencia del uso del medidor de clorofila SPAD-502 como sustituto para determinar la concentración de nitrógeno. Takebe *et al.* (1990), reportan que al evaluar constantemente el contenido de N en las hojas durante la etapa de crecimiento, es posible corregir una deficiencia de este nutriente, antes de que disminuya la productividad del cultivo.

En maíz, el medidor de clorofila SPAD puede usarse para predecir el estado del contenido de N en la cosecha, sirviendo como base para desarrollar un programa de fertilización nitrogenada y estimar el rendimiento de grano (Pettersen *et al.*, 1993). En tomate se han encontrado altas correlaciones entre la concentración de clorofila y N total y las unidades SPAD (Rodríguez *et al.*, 1998). En girasol, la fertilización con nitrógeno (N) es determinante para incrementar el rendimiento mediante la estimulación del número de semillas por capítulo y el contenido de N foliar (Escalante *et al.*, 1998), el cual está relacionado con el contenido de clorofila y la tasa fotosintética (Sinclair y Horie, 1989). Así mismo, el índice de verdor, es un indicador del contenido de clorofila (Rodríguez *et al.*, 2006) el cual se puede determinar con el SPAD. Así mismo, Escalante y Rodríguez (2006) encontraron en girasol que el índice de verdor más alto (41.8-43.1) correspondió al girasol con N y el más bajo (34.8-37.5) al testigo, lo que sugiere una actividad fotosintética alta y baja, respectivamente. El SPAD-502 también se ha usado para determinar el contenido de clorofila total *in situ* en plantas ornamentales,

como orquídeas (Espinoza, 1997), gerbera, crisantemo, *Syngonium*, *Spathiphyllum* (Pedraza, 1998), *Epipremnum aureum* (García, 1999).

De acuerdo a la revisión de literatura se concluye que el uso del SPAD es de gran utilidad, para medir el contenido de clorofila en las hojas de gladiolo, siendo una forma práctica y rápida, no destructiva y de cierta manera económica. Es decir las lecturas del SPAD pueden considerarse como uno de los índices promisorios para detectar deficiencias de N en gladiolo y de esta manera suministrar el nutrimento para lograr mayor producción.

2.2.7. Efecto del N en la concentración de clorofila a, b, y total

La fotosíntesis es un proceso biológico importante que sirve para cosechar o captar la energía solar y almacenarla en carbohidratos, para más tarde ser utilizada como fuente de energía en otros procesos metabólicos. El tejido fotosintético más activo en las plantas es el mesófilo. Las células del mesófilo tienen un gran número de cloroplastos, los cuales contienen pigmentos especializados que absorben luz, estos pigmentos verdes son llamados clorofilas (a y b), aunque existen otros como los β -carotenos y xantofilas (Gutiérrez *et al.*, 1998). La clorofila está localizada en el cloroplasto, el cual ocupa entre el 3 y 4% del volumen en células del mesófilo de la hoja. La concentración media de clorofilas en cloroplastos es 30 veces mayor que la del cloroplasto en hojas, esta es de 30 moles m^{-3} . Aproximadamente 1g de clorofila a y b están presentes en 1 kg de peso fresco de hojas. La clorofila a, difiere de la clorofila b en tener un grupo aldehído (-CHO) en lugar de un grupo metilo en el anillo 2 (-CH₃). La proporción de clorofila a: b es 3, en organismos como plantas superiores, helechos y musgos. Al parecer la clorofila b, no es esencial para la fotosíntesis como ocurre en mutantes de cebada que solamente tiene clorofila a llevándose a cabo la fotosíntesis con éxito. El espectro de absorción de la clorofila a ocurre en la banda azul y banda roja. La clorofila b absorbe luz amarilla o verde, la longitud de onda para la absorción por clorofila no es apreciable (Gutiérrez *et al.*, 1998). El-Naggar y Sharaf (2002), indican que con la aplicación de 200 mg L^{-1} de GA y 30 kg de N tuvieron el mayor contenido de clorofila total ($229.87 \text{ mg}/100 \text{ g}$ del peso de la hoja fresca) en nardo. Azia y Stewart (2001) reportan que las lecturas del SPAD se relacionaron significativamente con la clorofila extractable en las hojas de melón (en base a peso fresco y área foliar). Teniendo a los 10 días después de fertilizar con N, una R^2 para clorofila a, b y total en base a peso fresco de 0.84, 0.86 y 0.85 respectivamente, mientras

que con base al área foliar, la R^2 fue de 0.92, 0.95 y 0.94 respectivamente. Esto indica que las medidas del SPAD puede predecir el estado de N en hojas de melón. Himelrick *et al.* (1992) menciona que encontraron una relación positiva en hojas de fresa, reportando una relación lineal entre las lecturas del SPAD y la clorofila extractable, con una R^2 de 0.93, 0.89 y 0.92 para clorofila a, b y total respectivamente. Por otra parte, Sexton y Carroll (2002), señalan que las lecturas con el SPAD y la concentración de nitrato en el pecíolo de la hoja de remolacha a los 47 y 61 días después de la siembra no encontraron diferencias significativas en las lecturas del SPAD. Sin embargo, las lecturas del SPAD tuvieron una buena relación con la concentración de nitrato en el pecíolo en donde la concentración fue menor que 10,000 mg por kg.

2.2.8. Resumen de la literatura

En resumen, el N puede afectar el metabolismo de las plantas, el crecimiento de las raíces y la capacidad para absorber el fósforo (Tisdale y Nelson, 1988). Diversos estudios coinciden que el N promueve y en ocasiones adelanta la época de floración (Bhattacharjee, 1981; Bankar y Mukhopadhyay, 1990; Singh, 2000) además, incrementa la altura de la planta (El-Naggar y Sharaf, 2002), la longitud de la espiga (Bhattacharjee, 1981; Shah *et al.*, 1984; Jhon *et al.*, 1997; Singh, 2000), peso del cormo, el tamaño y número de cormillos por planta (Bhattacharjee, 1981; El-Naggar y Sharaf, 2002), el número de cormos (Mukherjee *et al.*, 1994; Sehwat *et al.*, 2000), el número de flores por espiga (Mukherjee *et al.*, 1994; Jhon *et al.*, 1997; Smith *et al.*, 1998; Haitbura y Misra, 1999), longitud del raquis (Singh, 2000), el índice y la duración de área foliar (Escalante, 1999) y el número de hojas, es decir, promueve el crecimiento vegetal (Bankar y Mukhopadhyay, 1990; Sehwat *et al.*, 2000; El-Naggar y Sharaf, 2002), además, de la mayor acumulación de biomasa (Escalante, 1992, 1995 y 1999). La deficiencia de N se manifiesta un crecimiento lento, menor altura y área foliar (Escalante, 1995). Sin embargo, niveles altos de N reducen la producción de flores; tamaño de la flor y longitud del tallo (Boertje, 1978). Por otra parte, la eficiencia agronómica y la recuperación del N, permite conocer cual es la cantidad de N con que el cultivo alcanza su máxima producción y que porcentaje de N es absorbido por la planta (Janssen, 1998). Por lo que, varios investigadores señalan que la aplicación de N, incrementa el contenido de N en las hojas (Singh *et al.*, 2000; Haitbura *et al.*, 2003; Mohanasundaram *et al.*, 2003). Por otra parte,

la determinación de clorofila con el SPAD puede considerarse como uno de los índices promisorios para detectar deficiencias de N, ya que las lecturas del SPAD se relacionan significativamente con la clorofila extractable de las hojas (Himelrick *et al.*, 1992).

2.3. MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1. Localización del área de estudio

La descripción del área de estudio (suelo y clima) se presentaron en el capítulo 1.

2.3.2. Tratamientos y diseño experimental

La siembra de gladiolo cultivar “Blanca perla” se realizó el 20 de diciembre de 2004, en un suelo arcilloso con pH de 7.5. La cosecha se inició a partir del 1° de marzo de 2005. La densidad de población fue de 250 mil plantas ha⁻¹. Los tratamientos a evaluar fueron los siguientes: 1) 00, 2) 80 y 3) 160 kg ha⁻¹ de N. El diseño experimental fue de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. Todo el experimento se fertilizó con 80-40 kg ha⁻¹ de PK.

2.3.3. Variables de crecimiento del cultivo de gladiolo

2.3.3.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo

Se cosechó una muestra de tres plantas de la parcela útil, en cada unidad experimental para determinar las variables de crecimiento bajo los criterios siguientes:

2.3.3.1.1. Altura de la planta

Se midió con un flexómetro desde la base del tallo al ras del suelo hasta la hoja más alta, cuando la planta inició la floración se tomó en cuenta hasta la última flor de la inflorescencia cada 9 días aproximadamente.

2.3.3.1.2. Diámetro del tallo

Para la determinación de esta variable se utilizó un vernier. La lectura se tomó a un centímetro de la superficie del suelo cada 9 días aproximadamente.

2.3.3.1.3 Hojas por planta

Se contabilizaron las hojas de las plantas muestreadas, en la etapa R1, a punto de corte que es en la etapa de botón apretado con dos o tres hojas en el tallo de uno a cinco botones florales mostrando color (Buschman, 1985; Salinger, 1991) y al final de la floración.

2.3.3.1.4. Área foliar por planta (cm²)

El área de las hojas de las plantas muestreadas se determinó cada 10 días con un integrador de área y en la etapa de la aparición de la inflorescencia, a punto de corte y al final de floración.

2.3.3.1.5. Número de flores por planta

Se contabilizaron las flores en las etapas de punto de corte y al final de floración.

2.3.3.1.6. Tamaño de flor (cm)

Del segmento medio de la inflorescencia se tomaron tres flores por planta y se les midió su longitud cada tres días para seguir su crecimiento.

2.3.3.1.7. Longitud de la inflorescencia (cm)

Se midió la longitud de la inflorescencia de cada planta muestreada en cada tratamiento cada 3 a 4 días, además al inicio de la emergencia de la inflorescencia, punto de corte y final de floración. Se utilizó una regla de 30cm o flexómetro.

2.3.3.1.8. Longitud del raquis (cm)

Para la longitud del raquis se tomó en cuenta desde la base del tallo hasta el inicio de la inflorescencia cada 3 a 4 días, además, al inicio de la emergencia de la inflorescencia, punto de corte y final de floración, utilizando una regla de 30 cm o flexómetro.

2.3.3.1.9. Diámetro del cormo (cm), peso de cormos (g m⁻²), número de cormillos, peso de cormillos (g m⁻²).

La forma de medición de estas variables ya se describieron anteriormente en el capítulo 1.

2.3.3.1.10. Índice de área foliar (IAF)

Área foliar que ocupa una determinada superficie de terreno cuya unidad es adimensional; se determinó mediante la ecuación siguiente:

$$\text{IAF} = \frac{(\text{Área foliar planta}^{-1}) (\text{Densidad de población})}{\text{Área sembrada}}$$

2.3.3.1.11. Duración del área foliar (DAF)

Se determinó para el periodo vegetativo (21 a 68 dds), reproductivo (69 a 161 dds) y la total se obtuvo por la suma de ambos. Este índice es útil para proporcionar una estimación del tiempo en que la maquinaria fotosintética es funcional. Una de las maneras para calcular la DAF es mediante la ecuación siguiente (Escalante y Kohashi, 1993):

$$\text{DAF} = (\text{IAF}_1 - \text{IAF}_2) (T_2 - T_1) / 2;$$

Donde: IAF_1 y IAF_2 es el índice de área foliar en el tiempo T_1 y T_2 , respectivamente.

2.3.4. Análisis de crecimiento del cultivo de gladiolo

Para calcular los índices de análisis de crecimiento del cultivo se realizaron muestreos destructivos de tres plantas en la unidad experimental, cortadas a nivel del suelo a los 83, 91 y 101 días después de la siembra (dds). Las plantas de cada muestreo se sometieron a secado al aire libre y posteriormente se secaron en una estufa con circulación de aire forzado a 80° C y se calculó la tasa media de crecimiento absoluto (\overline{TCA}), la tasa media de crecimiento relativo (\overline{TCR}), la tasa media de crecimiento del cultivo (\overline{TCC}), la tasa media de asimilación neta (\overline{TAN}). Dichos índices se calcularon utilizando las ecuaciones siguientes descritas por Hunt (1982), y Escalante y Kohashi (1993).

2.3.4.1. Tasa media de crecimiento absoluto (\overline{TCA})

Se refiere al incremento en peso seco de la planta por unidad de tiempo (g día^{-1}).

$$\overline{TCA} = \frac{\text{PS}_2 - \text{PS}_1}{T_2 - T_1}$$

Donde: PS_2 y PS_1 representan el peso seco de la planta en los tiempos T_2 y T_1 , respectivamente.

2.3.4.2. Tasa media de crecimiento relativo (\overline{TCR})

La tasa de crecimiento relativo nos expresa el incremento de materia seca por unidad de materia seca presente, en un tiempo determinado ($T_1 - T_2$) ($\text{g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

$$\overline{TCR} = \frac{\ln \text{PS}_2 - \ln \text{PS}_1}{T_2 - T_1}$$

Donde: $\ln \text{PS}_2$ y $\ln \text{PS}_1$ son el logaritmo natural del peso seco de la planta en el tiempo T_2 y T_1 , respectivamente.

2.3.4.3. Tasa media del crecimiento del cultivo \overline{TCC}

Se refiere a la velocidad de producción de materia seca de un cultivo en un tiempo determinado, expresado en gramos de materia seca por unidad de superficie por unidad de tiempo ($\text{g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$).

$$\overline{TCC} = \frac{\text{PS}_2 - \text{PS}_1}{A(T_2 - T_1)}$$

Donde: PS_2 y PS_1 representan el peso de la materia seca del cultivo en un tiempo T_2 y T_1 , respectivamente, y A representa el área ocupada por el cultivo.

2.3.4.4. Tasa media de asimilación neta (\overline{TAN})

Este índice representa la eficiencia de la planta en la producción de materia seca por unidad de área foliar a través del tiempo ($\text{g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ o $\text{g dm}^{-2} \text{ día}^{-1}$).

$$\overline{TAN} = \left(\frac{\text{PS}_2 - \text{PS}_1}{\text{AF}_2 - \text{AF}_1} \right) \left(\frac{\ln \text{AF}_2 - \ln \text{AF}_1}{T_2 - T_1} \right)$$

Donde: PS_2 y PS_1 representan el peso de la materia seca del cultivo, $\ln \text{AF}_2$ e $\ln \text{AF}_1$ al logaritmo natural del área foliar en el tiempo T_2 y T_1 , respectivamente.

2.3.5. Análisis del tejido vegetal

2.3.5.1. Materia seca

Se tomaron muestras de tres plantas de cada tratamiento, las cuales fueron secadas a 80°C en la estufa (5 horas), se pesaron para obtener la biomasa seca y posteriormente su respectivo

contenido nutrimental para establecer la curva de acumulación de N (este análisis solo se hizo en plantas de punto de corte). Las muestras se tomaron cuando la planta se encontraba en la aparición de la inflorescencia, punto de corte y final de floración. El análisis de tejido vegetal para determinar N se realizó mediante el procedimiento de semimicro-Kjeldahl modificado (Bremmer, 1965) en el laboratorio de edafología del Colegio de Postgraduados.

Las variables estudiadas en este apartado fueron: 1) la extracción de nitrógeno (kg ha^{-1} , EN); 2) eficiencia agronómica (EA), 3) recuperación aparente (RA) y 4) la eficiencia fisiológica (EF), determinadas mediante las ecuaciones siguientes: $\text{EN} = (\text{materia seca kg ha}^{-1} * \% \text{ nutrimento de N})/100$; $\text{EA} = (Y_f - Y_c)/F$; $\text{RA} (\%) = 100 (N_f - N_c)/F$; $\text{EF} = (Y_f - Y_c)/(N_f - N_c)$, en donde Y_f y Y_c son el rendimiento del cultivo (con base a materia seca) fertilizado y no fertilizado, respectivamente; N_f y N_c es el N extraído por el cultivo fertilizado y no fertilizado, respectivamente; y F es la cantidad de fertilizante aplicado.

2.3.6. Determinación de clorofila con el SPAD

Este se hizo con el instrumento conocido como Minolta SPAD 502 (Konica Minolta, Ramsey, NJ) CM. Este valor se calcula en base a la cantidad de luz transmitida por la hoja en dos longitudes de onda, en las cuales la absorbancia de luz (que es inversamente proporcional a la reflectancia) es diferente.

2.3.7. Concentración de clorofila a, b y total

Esta variable se determinó en la etapa reproductiva (96 dds) en cada uno de los tratamientos. La técnica utilizada fue de acuerdo al método propuesto por Inskeep y Bloom (1985) la cual se resume a continuación.

Se colectaron dos discos de hoja utilizando un sacabocados de un diámetro aproximado de 2.0cm. La hoja seleccionada fue la séptima, que se encontraba en un término medio de madurez, tomando tres muestras por tratamiento. Un disco de la muestra se colocó en una pequeña bolsa de papel previamente etiquetado y se almacenó. El otro disco se colocó en un frasco. Enseguida se tomó el peso fresco de cada muestra y se colocaron en tubos de ensayo que contenían 5ml de N, N-Dimetilformamida y se almacenaron en la oscuridad a 4°C durante 48 horas para la extracción de la clorofila. Transcurrido el tiempo de extracción, se tomó una muestra de 1.0 mL de solvente y se colocó en una celda para medir su absorbancia en un

espectrofotómetro (SPECTRONIC 21D, MILTON ROY) utilizando el N, N-dimetilformamida como blanco. Las longitudes de onda utilizadas y en donde tiene un máximo de absorción las clorofilas fueron: 664.5 nm para la clorofila a y 647 nm para la clorofila b. Los datos de absorbancia para cada una de las longitudes de onda se usaron para calcular la concentración de cada una de las clorofilas (a, b y total), utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Clorofila a} = 12.70 (A_{664.5}) - 2.79 (A_{647})$$

$$\text{Clorofila b} = 20.70 (A_{647}) - 4.62 (A_{664.5})$$

$$\text{Clorofila total} = 17.90 (A_{647}) + 8.08 (A_{664.5})$$

En donde: 12.70, 2.79, 20.70, 4.62, 17.90 y 8.08 son constantes y $A_{664.5}$ y A_{647} son los valores de absorbancia obtenidos en el espectrofotómetro en cada una de las longitudes onda. Los resultados obtenidos en cada una de las ecuaciones son los valores de la concentración de las diferentes clorofilas en mg L^{-1} .

2.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.4.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo

2.4.1.1. Altura de la planta

En la figura 2.1 se observa que la altura de la planta se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. La mayor altura se encontró a los 79 dds independientemente de los tratamientos. No se observaron diferencias significativas por efecto del N. La altura media fue de 22.6, 27.0, 34.2, 38.6, 43.5, 46.4 y 57.9 cm a los 29, 36, 43, 50, 60, 71 y 79 dds. De forma similar, Sharma y Singh (2001), no encontraron diferencias significativas en la altura de la planta con la aplicación de 250 kg de N ha^{-1} . Por otra parte, Escalante (1995), señala que las plantas de girasol con N, fueron más altas que en el testigo. Pradhan *et al.* (2004) reportan mayor altura de planta de gladiolo con 40 y 30 g m^{-2} de N y K, respectivamente. Así mismo, Singh *et al.* (2005) indican que la mayor altura de la planta de nardo (53.0 cm) se observó con 200 kg de N ha^{-1} . Resultados similares mencionan varios investigadores, Gowda *et al.* (1991), en nardo, Sehrawat *et al.* (2000), Kishore y Singh (2006) en gladiolo, quienes indican que el incremento de la altura de la planta está relacionado con la cantidad de N que se aplica.

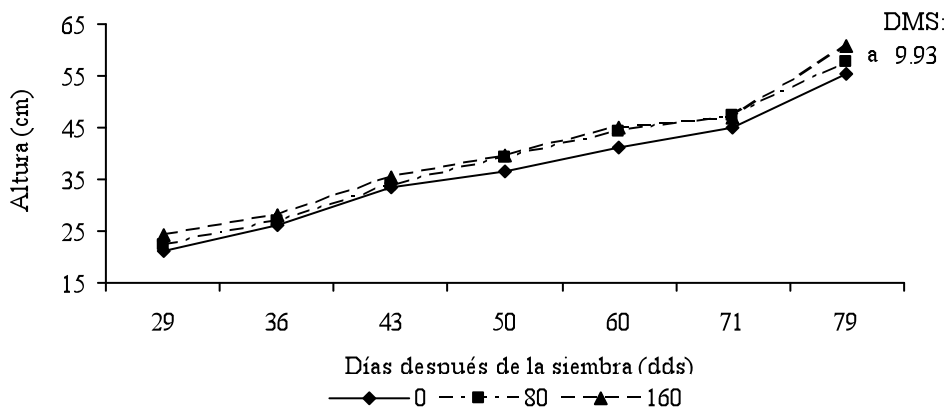


Figura 2.1. Dinámica de la altura de la planta de gladiolo en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. La letra igual en las curvas indican que no se encontraron diferencias significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.2. Diámetro del tallo

En la figura 2.2 se observa que el diámetro del tallo se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. Sin embargo, no se mostró diferencias significativas por el N aplicado. El mayor diámetro del tallo se logró cuando se aplicó 160 kg de N ha⁻¹, seguido del tratamiento con 80 kg de N ha⁻¹ y el menor cuando no se aplicó N. El diámetro promedio fue de 1.15, 1.20, 1.49, 1.65, 1.86, 2.16 y 2.33cm a los 29, 36, 43, 50, 60, 71 y 79 dds, respectivamente.

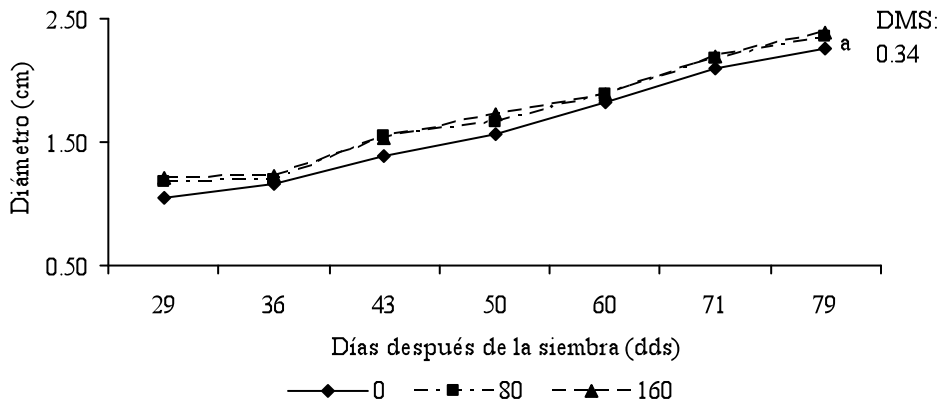


Figura 2.2. Dinámica del diámetro del tallo de la planta de gladiolo en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. La letra igual en las curvas indican que no se encontraron diferencias significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.3. Hojas por planta

En la figura 2.3 que presenta la dinámica de aparición de hojas por planta se observa que no mostró diferencias significativas debido a la aplicación de N. Tendencias similares fueron

reportadas por Escalante (1999) en girasol, ya que el número de hojas no mostró cambios significativos por efecto de los tratamientos con N. Sin embargo, Shah *et al.* (1984) indican que el incremento de N aumenta el número de hojas, es decir, promueve el crecimiento vegetal. Pradhan *et al.* (2004) mencionan que con la aplicación de 40 y 30 g m⁻² de N y K, respectivamente, se incrementa el número de hojas por planta de gladiolo. En nardo, Singh *et al.* (2005) señalan que al incrementar el nivel de N solo ó en combinación con otros nutrimentos se aumenta significativamente el número de hojas por planta. Kishore y Singh (2006), mencionan que con 200 kg de N ha⁻¹ se obtiene un mayor número de hojas (21.11 y 25.45), longitud (35.37 y 36.35cm) y ancho de la hoja (1.64 y 1.85cm) a los 90 y 120 dds.

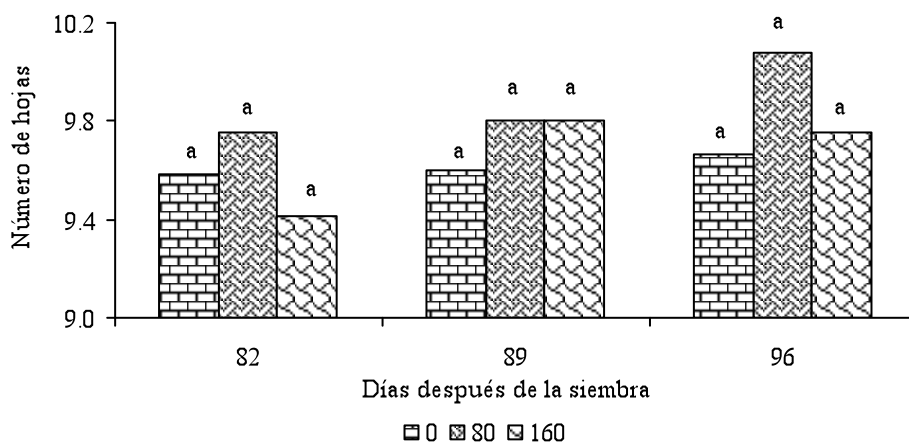


Figura 2.3. Número de hojas por planta en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letra igual indican que no se encontraron diferencias significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.4. Área foliar

En la figura 2.4 que presenta la dinámica de crecimiento del área foliar (AF), se observa que en donde se aplicó 160 kg de N ha⁻¹ mostró la mayor AF. El AF más baja correspondió al testigo (sin aplicación de N). Encontrándose a los 96 dds efectos significativos entre tratamientos. En todos los tratamientos la máxima AF se encontró a los 82 dds. Esto mismo menciona Haitbura y Misra (1999), que indican que un nivel alto de N (30 g m⁻²) promueve el crecimiento vegetativo. Pradhan *et al.* (2004) mencionan que con la combinación de 40 y 30 g m⁻² de N y K se consiguió la mayor área foliar (87.90 cm² por planta). Escalante (1995), reporta que el girasol con fertilización nitrogenada mostró un 22% más de área foliar, que las plantas sin fertilización.

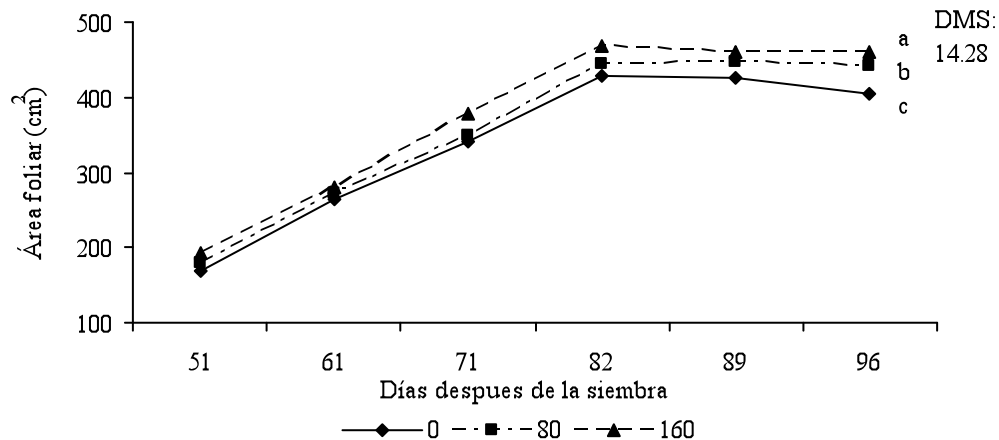


Figura 2.4. Dinámica de crecimiento del área foliar del cultivo de gladiolo, en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. La letra diferente en las curvas indican diferencias significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.5. Número de flores por planta

El número de flores por planta evaluadas a los 89 y 96 dds se incrementó con la aplicación de N (Figura 2.5). Entre el tratamiento de 80 y 160 kg ha⁻¹ de N, la diferencia en el número de flores es más baja en comparación con el testigo (sin aplicación de N). Por otra parte, Shah *et al.* (1984) indican con la aplicación de N se incrementa el número de flores por espiga, corroborado por Haitbura y Misra (1999) y Singh (2000). Sharma y Singh (2001), encontraron que el número de flores por espiga se incrementó de 10.4 a 15.4 flores al elevar el nivel de N de 00 a 250 kg ha⁻¹. Bankar y Mukhopadhyay (1990), señalan que el mayor número de flores por espiga m⁻² (20.09) se tuvo con la más alta dosis de N (20 g m⁻²). Devecchi y Remotti (2003) mencionan que no se presentaron diferencias significativas en el número de flores, longitud de la espata de la flor en alcatraz al aplicar 50 y 99 g m⁻² de N con respecto al testigo (sin N). Así mismo, Mukherjee *et al.* (1994) reportan que el mayor número de flores por espiga en gladiolo fueron producidos con 50 g m⁻² de N y 10-20 g m⁻² de P. Gowda *et al.* (1988) indican que el mayor número de flores por espiga (14.6) en gladiolo lo encontraron con 40-40 g m⁻² de N y P comparado con 20 y 30 g m⁻² de N. Pradhan *et al.* (2004) mencionan que el mayor número de flores por espiga (13.4) se tuvo con 40 y 30 g m⁻² de N y K.

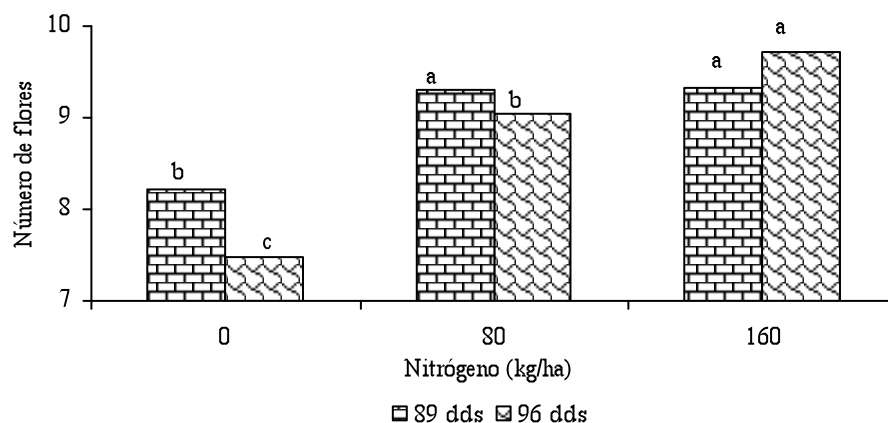


Figura 2.5. Número de flores por planta en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.6. Tamaño de la flor

La longitud de la flor a los 89 y 96 dds, mostró diferencias altamente significativas en función del N aplicado. El mayor tamaño de la flor se logró con 80 kg de N ha⁻¹ (Figura 2.6). Sin embargo, con 160 kg de N ha⁻¹ la flor disminuye en tamaño. Resultados similares encontraron, Gowda *et al.* (1988) quienes mencionan que el mayor tamaño de flor (9.0cm) en gladiolo se logró con 40 g m⁻² de N y 40 g m⁻² de P. Por otra parte, Dufault *et al.* (1990) encontraron que la fertilización con N y K no afectó el tamaño de la flor, su calidad y la vida de florero.

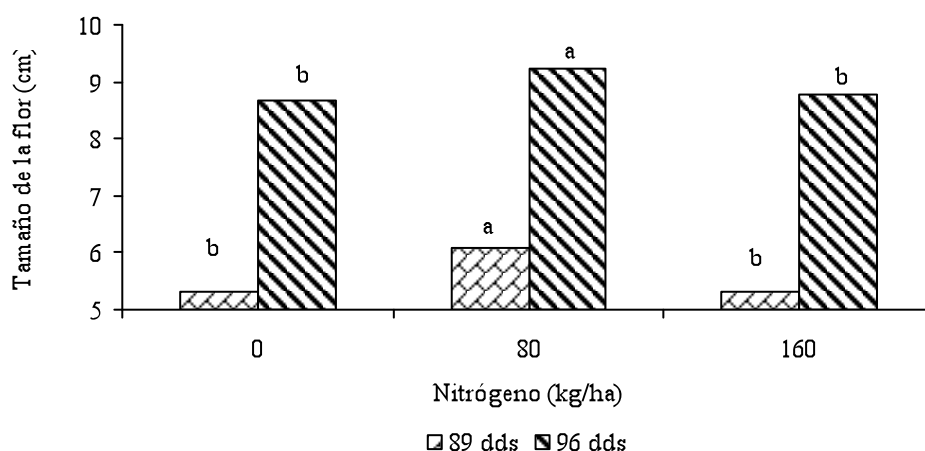


Figura 2.6. Tamaño de la flor en la inflorescencia en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.7. Longitud de la inflorescencia

En la figura 2.7 se puede observar que la longitud de la inflorescencia se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. Notando que a los 92 y 96 dds la mayor longitud de la inflorescencia se encontró con 160 kg de N ha⁻¹. Es decir, la aplicación de N incrementó la longitud de la inflorescencia. Diversos estudios coinciden que con la fertilización se incrementa la longitud de la espiga, por ejemplo: al suministrar N (Bhattacharjee, 1981; Shah *et al.*, 1984; Singh, 2000; Sharma y Singh, 2001; Singh *et al.*, 2005); al suministrar N y P (Gowda *et al.*, 1988; Singh *et al.*, 1996a); con N y K (Pradhan *et al.*, 2004) y con N, P y K (Sehrawat *et al.*, 2000).

2.4.1.8. Longitud del raquis

Durante el crecimiento de la planta se observó que la longitud del raquis se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. A los 96 dds la longitud del raquis mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos. Así, la mayor longitud del raquis se logró con 80 kg de N ha⁻¹ y la menor longitud correspondió al testigo (sin la aplicación de N) (Figura 2.8). Singh *et al.* (1996a), encontraron que la longitud del raquis en nardo se incrementó significativamente con la aplicación de N y P. También mayor longitud del raquis como respuesta al N encontrada por Singh (2000), Sharma y Singh (2001) en gladiolo.

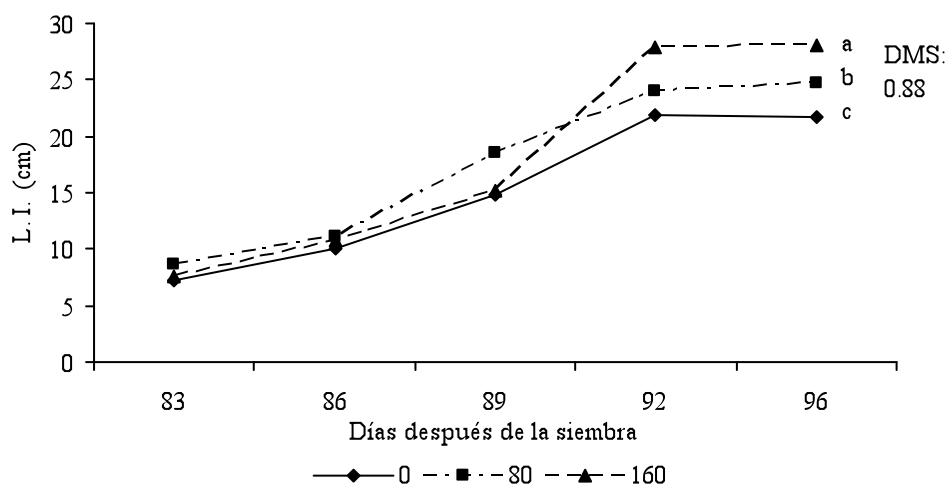


Figura 2.7. Dinámica de crecimiento de la longitud de la inflorescencia (L. I.) en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. La letra diferente en las curvas, indican diferencias significativas (Tukey 0.05).

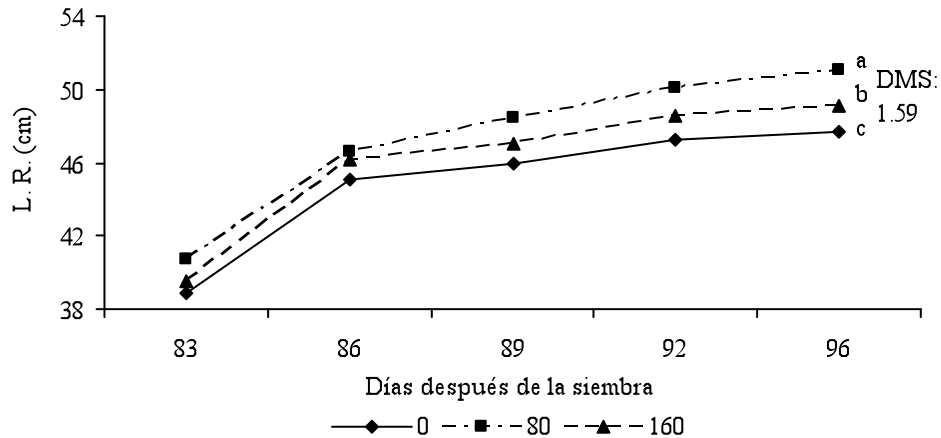


Figura 2.8. Dinámica de crecimiento de la longitud del raquis (L. R.) en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. La letra diferente en las curvas, indican diferencias significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.9. Diámetro del cormo

En el diámetro del cormo mostró cambios significativos por efecto del N. En la figura 2.9 se observa que el diámetro del cormo se incrementa con el N. El mayor diámetro se logró con 160 kg ha⁻¹ de N y el menor diámetro correspondió al testigo (sin N). El diámetro del cormo y la aplicación de N mostraron una relación lineal. Resultados similares obtuvo Bhattacharjee (1981). Nehl y Benkenstein (1978), encontraron que dosis de N de 90, 60-90 y 90-120 fueron óptimas para una máxima producción de los bulbos de tamaño 6-7, 9-10 y 12 a 13cm de diámetro, respectivamente en las variedades de tulipán Oxford, Van der Earden y Lustige Kitwe. Sharma y Singh (2001), reportaron mayor diámetro de cormo (7.0cm) con la aplicación de 75 kg ha⁻¹, pero decreció (6.7) al incrementar a 250 kg de N ha⁻¹ el diámetro de cormo. El menor diámetro del cormo (6.4cm) correspondió al testigo.

2.4.1.10. Peso de cormos

En el peso de cormos se encontraron diferencias altamente significativas debido a la aplicación de N. El mayor peso de cormos se encontró con 80 kg de N ha⁻¹. Con 160 kg de N el peso fue más bajo, seguido del testigo (Figura 2.10). El peso de cormos y la fertilización con N presentaron una relación polinomial. Tendencias similares encontraron Sharma y Singh (2001), también en cormos de gladiolo. Devecchi y Remotti (2003), mencionan que la aplicación de 50 y 99 g m⁻² de N no incrementó el peso del rizoma en alcatraz. Sin embargo, Bhattacharjee (1981), menciona que con N aumenta el peso del cormo. Singh y Ha (1990),

señalan que la mayor producción de cormos se logró con 40 g m⁻² de N. Singh *et al.* (1996b), observaron que el rendimiento en bulbo de nardo se incrementó con un nivel alto de N (30 g m⁻²).

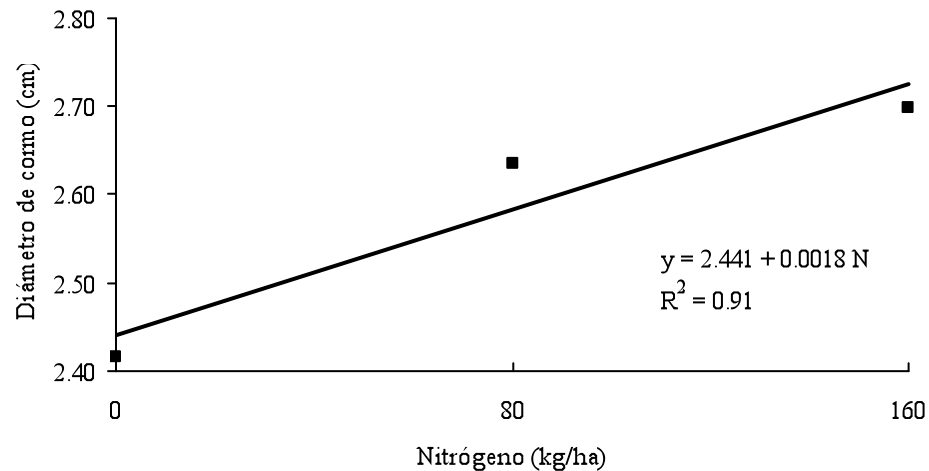


Figura 2.9. Diámetro del corno en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.

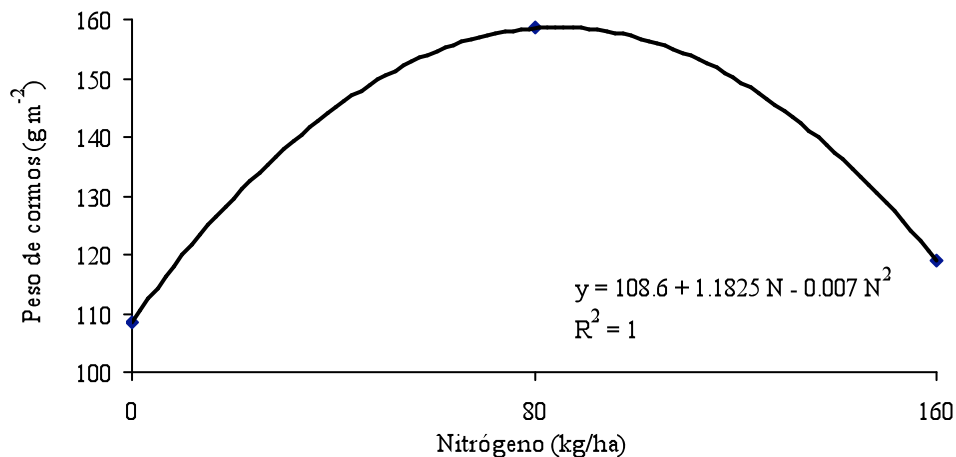


Figura 2.10. Peso de cormos en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.

2.4.1.11. Número de cormillos

En la figura 2.11 que presenta el número de cormillos en función del N, se observa que el número de cormillos por m² disminuyó con la aplicación de N. En contraste, el número de cormillos es mayor cuando no se aplica N. Debiéndose a que el N estimula el crecimiento vegetativo de la planta, pero disminuye el número de cormillos. En el número de cormillos y la fertilización con N se observó una relación polinomial. Esto difiere a lo reportado por Bhattacharjee (1981) y Fernández *et al.* (1974), quienes mencionan que con la aplicación de N aumenta el número de cormillos por planta, es decir, el N promueve la producción de

cormillos. Así mismo, Mukhopadhyay y Bankar (1986), señalan que el N promovió la producción de rizomas hijos en nardo. Kishore y Singh (2006), indican que con 200 kg ha⁻¹ de N se logró el mayor número de brotes por bulbo.

2.4.1.12. Peso de los cormillos

En el peso de cormillos se observan cambios altamente significativos con la aplicación de N. El peso de cormillos por m² disminuyó con la aplicación de N (Figura 2.12). Esto posiblemente se debe a que el N promueve el crecimiento del vástago. Así mismo, también a que coincide la floración con el crecimiento de los cormillos, generando una competencia por fotosintatos y el crecimiento de flores. Presentando relación tendencia polinomial el peso de cormillos y la aplicación de N.

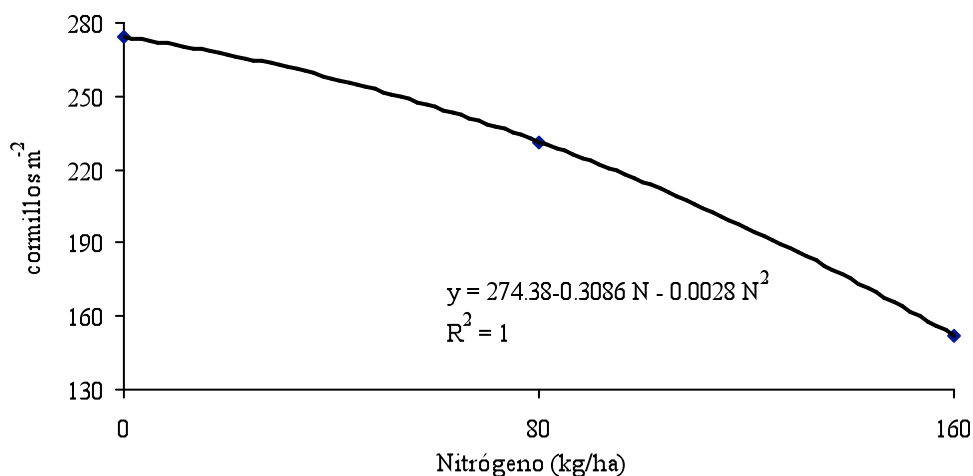


Figura 2.11. Cormillos por m² en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.

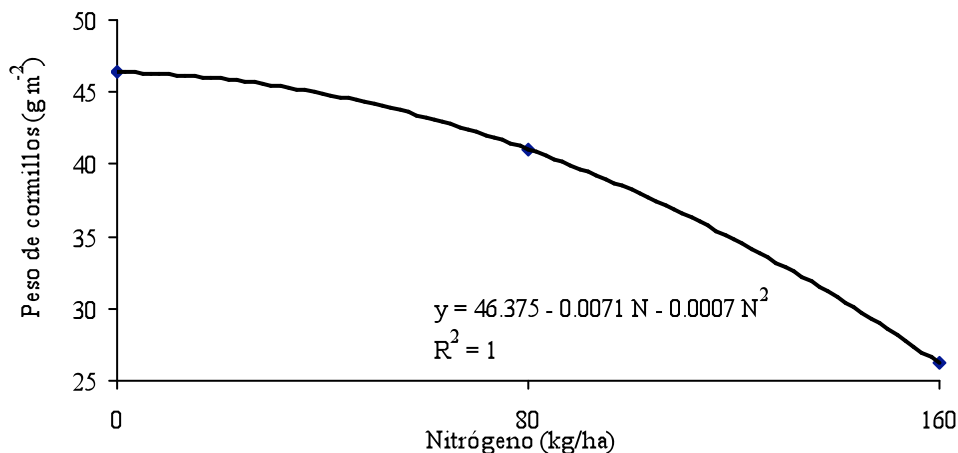


Figura 2.12. Peso de cormillos en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.

2.4.1.13. Índice de área foliar

Independientemente de los tratamientos el índice de área foliar (IAF) del gladiolo se incrementó conforme avanzó la estación de crecimiento (Figura 2.13). El IAF más alto (1.07, 1.11 y 1.17 con 0, 80 y 160 kg de N ha⁻¹, respectivamente) se encontró a los 82 dds. El mayor IAF en el gladiolo se logró con 160 kg de N ha⁻¹ y el más bajo donde no se aplicó N (Figura 2.13). El mayor IAF con N se debió a la expansión foliar, debido que el número de hojas por planta fue similar en todos los tratamientos. Resultados similares señala Escalante (1999) en girasol.

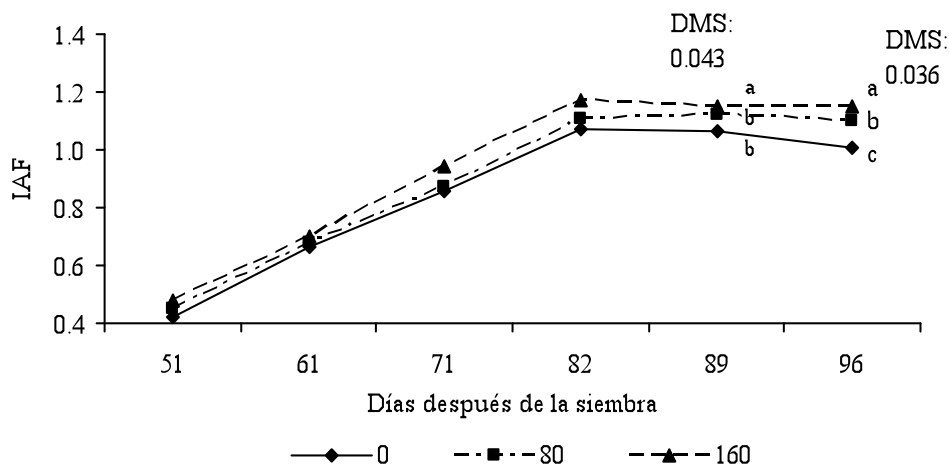


Figura 2.13. Dinámica del índice de área foliar (IAF) en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. Letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

2.4.1.14. Duración del área foliar

La mayor DAF se presentó en el periodo de los 71-82 dds, independientemente de los tratamientos, para disminuir de los 82 a los 96 dds. Así mismo, la duración del área foliar (DAF) fue mayor con la aplicación de N (Cuadro 2.1) y menor DAF con el testigo. Encontrando diferencias significativas entre tratamientos. Tendencias similares reportó Escalante (1999) en girasol.

Cuadro 2.1. Duración del área foliar (DAF) en diferentes períodos de crecimiento de gladiolo en función del nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.

Tratamiento N kg ha ⁻¹	Duración del área foliar (DAF) dds											
	51-61		61-71		71-82		82-89		89-96		Total	
0	5.43	c	7.58	b	10.6	c	7.49	c	7.27	c	38.37	c
80	5.65	b	7.75	b	10.89	b	7.81	b	7.78	b	39.88	b
160	5.91	a	8.22	a	11.61	a	8.12	a	8.06	a	41.93	a
Media general	5.66		7.85		11.04		7.81		7.7		40.06	
Prueba F	**		**		**		**		**		**	
Tukey 5%	0.19		0.177		0.119		0.154		0.07		0.34	

En columnas medias con letra diferente indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05). **: Diferencia significativa (P< 0.01).

2.4.2. Análisis de crecimiento

Los índices de análisis de crecimiento como la tasa de crecimiento absoluto (\overline{TCA}), tasa de crecimiento relativa (\overline{TCR}), tasa de crecimiento del cultivo (\overline{TCC}) y tasa de asimilación neta (\overline{TAN}) fueron más altos en el período de 82 a 89 dds y más bajos de los 89 a 96 dds. Observando en todos los períodos evaluados diferencias entre tratamientos. La \overline{TCA} , \overline{TCR} , \overline{TCC} y \overline{TAN} del gladiolo con 160 kg de N ha⁻¹ superó a las tasas en donde se aplicó 80 kg de N ha⁻¹ y al testigo sin aplicación de N (Cuadro 2.2). Esto se debe a que existe mayor acumulación de materia seca en este lapso, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de N en el suelo y posteriormente disminuye debido a la demanda de fotosintatos por la inflorescencia, además, de la senescencia de la planta. Escalante (1999), indica que la mayor \overline{TCC} en girasol para los genotipos de AB-E353 y Sungro, se logró con la aplicación de 300 kg ha⁻¹ de N.

Cuadro 2.2. Análisis de crecimiento de la planta de gladiolo en función de la aplicación de nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.

Nitrógeno(kg/ha)	\overline{TCA} (g día ⁻¹)		\overline{TCR} (g g ⁻¹ día ⁻¹)		\overline{TCC} (m ⁻² día ⁻¹)		\overline{TAN} (g dm ⁻² día ⁻¹)	
	82-89	89-96	82-89	89-96	82-89	89-96	82-89	89-96
	dds	dds	dds	dds	dds	dds	dds	dds
0	0.271	0.071	0.057	0.012	6.786	1.786	0.063	0.017
80	0.312	0.063	0.056	0.009	7.798	1.577	0.070	0.014
160	0.348	0.117	0.067	0.017	8.690	2.917	0.075	0.025

2.4.3. Biomasa total

En la figura 2.14, se observa que la mayor biomasa total se encontró a los 96 dds, independientemente de los tratamientos con diferencias significativas. Por otra parte, la mayor biomasa total (g m^{-2}) se logró con $160 \text{ kg de N ha}^{-1}$ (182.7 g m^{-2}) y la menor correspondió al testigo.

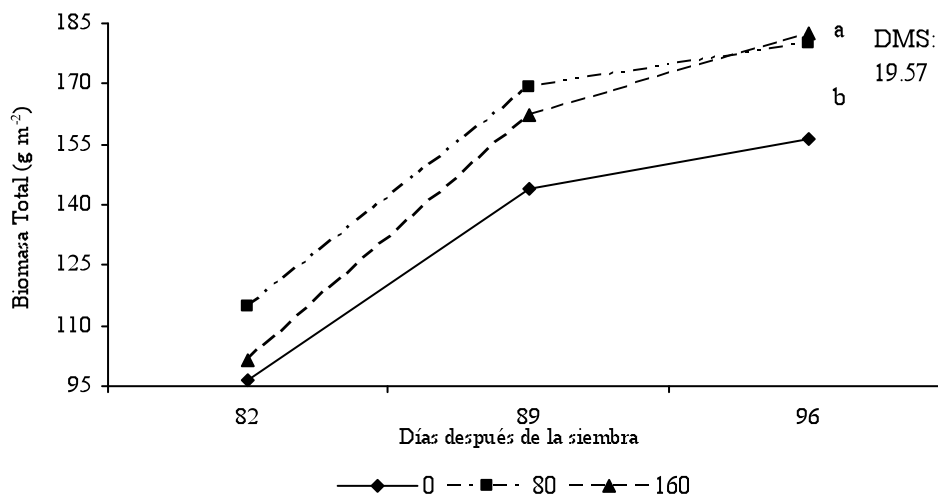


Figura 2.14. Biomasa total (g m^{-2}) en función de la fertilización con nitrógeno. Cocula, Gro. 2005. Entre curvas letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

2.4.4. Relación entre la clorofila total y las lecturas del SPAD en las hojas de gladiolo

En la figura 2.15 se observa que las lecturas del SPAD muestran una relación alta con el contenido de clorofila total extraída de las hojas de gladiolo a los 96 dds. Dicha relación es descrita por la ecuación $Y = 18.00 - 0.47x + 0.0074x^2$, con un R^2 de 0.83. Resultados similares encontraron Himelrick *et al.* (1992), en fresa, Azia y Stewart (2001), en hojas de melón.

2.4.5. Relación entre las lecturas del SPAD en las hojas y la biomasa por planta (g) de gladiolo.

En la figura 2.16 se puede observar que la biomasa y los valores del SPAD se incrementan con la aplicación de N. Así, la biomasa se incrementa de 6.25 a 7.31g por planta y los valores del SPAD de 43.6 a 52.2 al aumentar el nivel de N de 0 a 160 kg ha^{-1} . Esto es porque, el nitrógeno está relacionado con el contenido de clorofila y la tasa fotosintética, por lo que la fertilización con nitrógeno (N) es determinante para incrementar la acumulación de biomasa

en la planta de gladiolo. La biomasa total y las lecturas del SPAD (a los 96 dds) mostraron una relación lineal $y = 0.842 + 0.124 x$; con $R^2 = 1$, siendo “y” la biomasa total (6.25 a 7.31 g pl⁻¹) y “x” las lecturas del SPAD (43.6 a 52.2).

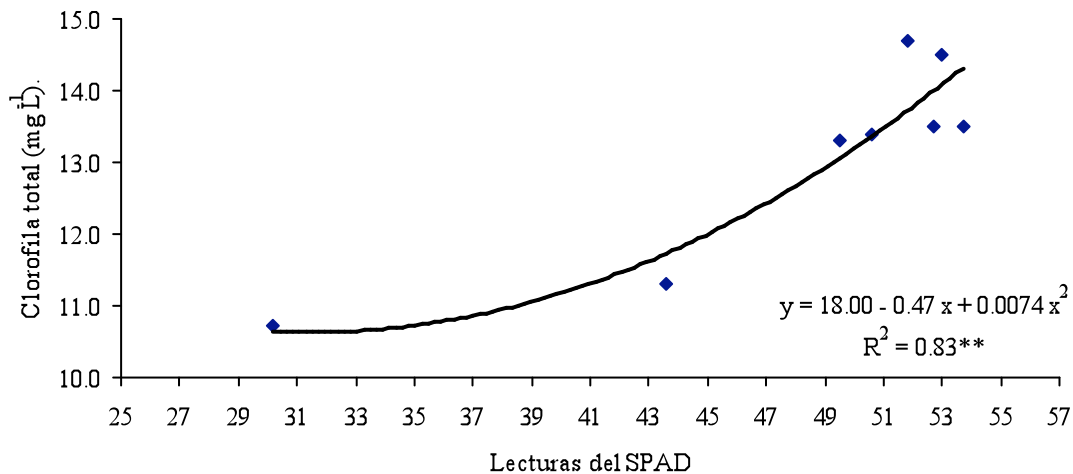


Figura 2.15. Relación entre el contenido de clorofila total (mg L⁻¹) y lecturas del SPAD en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.). Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.

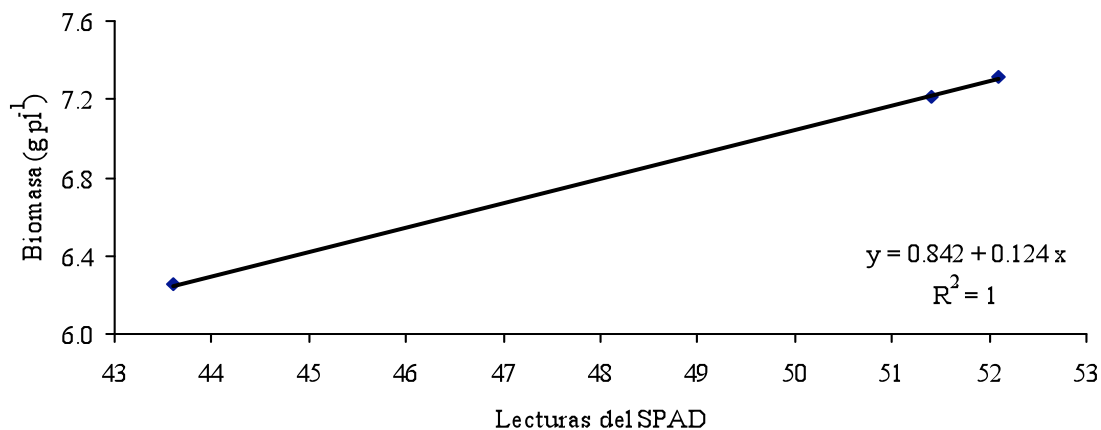


Figura 2.16. Lecturas del SPAD y la biomasa por planta en gladiolo en función del nitrógeno. Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.

2.4.6. Eficiencia en el uso del nitrógeno

Los valores en el cuadro 2.3 fueron obtenidos a partir de la diferencia entre los tratamientos y el testigo (sin aplicación de N). La extracción de nitrógeno (EN) se incrementó en 0.73kg con la aplicación de 80 a 160 kg ha⁻¹ de N. La mayor eficiencia agronómica (EA), recuperación aparente (RA, %), y la eficiencia fisiológica (EF) se encontró con 80 kg de N ha⁻¹. Estos

resultados son similares a los reportados por Escalante y Rodríguez (1996), donde el rendimiento, la EN, la EA, RA (%) y EF del girasol se incrementa con la aplicación de N.

Cuadro 2.3. Parámetros fisiológicos y agronómicos de gladiolo con aplicaciones de diferentes niveles de nitrógeno. Cocula, Gro. 2005.

Nitrógeno (kg/ha)	EA (kg/ha)	RA (%)	EF (kg/ha)	EN (kg/ha)
80	3.18	13.6	23.35	26.78
160	1.16	7.26	15.93	27.51

Nota: EA= Eficiencia agronómica, RA= Recuperación aparente, EF= Eficiencia fisiológica y EN= Extracción de nitrógeno.

En resumen, estos resultados indican que la mayor producción de flor, evaluada a través de la longitud de la inflorescencia, el número de flores y tamaño de la flor se logró con la aplicación de N, lo cuál fue el resultado de una mayor área foliar y la duración de la misma, así mismo, el tamaño de cormo y peso de cormo se incrementó. En contraste, debido al mayor crecimiento del vástago estimulado por el nitrógeno, el número y peso de cormillos se redujo al suministrar este nutrimento. Por otra parte, el uso del medidor de clorofila (SPAD) puede ser indicativo del estado del N y de la producción de biomasa en la planta. Así mismo, el gladiolo con N mostró mayor eficiencia agronómica, recuperación aparente y eficiencia fisiológica del N. Por lo general, se observa que con 80 kg de N ha⁻¹ se obtiene el máximo crecimiento y producción de flor. La extracción de N en el cultivo con 80 y 160 kg de N ha⁻¹ fue similar. Esto sugiere que se debe buscar un manejo más apropiado de este nutrimento particularmente en dosis altas, para un mejor aprovechamiento del cultivo.

2.5. CONCLUSIONES

Con la aplicación de nitrógeno al cultivo del gladiolo, se incrementa el área foliar, su duración, la producción de biomasa, el número de flores por planta, el tamaño de la flor, longitud de la inflorescencia, longitud del raquis, el diámetro y peso de cormos.

Con la aplicación de nitrógeno disminuye el número y peso de cormillos.

La extracción de nitrógeno, eficiencia agronómica, recuperación aparente de nitrógeno y la eficiencia fisiológica son más altas cuando se aplica nitrógeno al cultivo.

2.6. LITERATURA CITADA

- Agnusdei, M. G., E. Mazzanti A. y M. Colabelli. 1997. Análisis del crecimiento invernal de gramíneas de los pastizales de la Pampa Deprimida (Argentina). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17 (supl. 1): 162-163.
- Azia, F. and K. A. Stewart. 2001. Relationships between extractable chlorophyll and SPAD values in Muskmelon leaves. *Journal of Plant Nutrition* 24(6): 961-966.
- Bankar, G. J. and A. Mukhopadhyay. 1990. Effect of NPK on growth and flowering in tuberose cv. Double. *Indian Journal of Horticulture* 47 (1): 120-126.
- Bhattacharjee, S. K. 1981. Influence of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on flowering and corm production in gladiolus. *Singapore J. Primary Industries*, 9: 23-27.
- Bierman, P., T. Wall, and L. Fuhnnann. 1998. Quick-tests to monitor plant N & K status, and manage fertilizer applications. OSU Piketon Research & Extension Center, 1864, Shyville Rd, Piketon OH 45661. Obtenido de la red. <http://southcenters.osu.edu/soil/ovpgsum.htm>. (30/10/05).
- Bik, R. A. and T. J. M. Berg. 1982. Nitrogen and potassium fertilization of the *Alstromeria* cvs. Orchid and Carmen grown on peat. *Act Horticulture* 126: 287-292.
- Boertje, G. A. 1978. Substrates and the nutrition of *Anthurium andreanum*. *Act Horticulture* 82: 159-164.
- Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soils. 10^a ed. Macmillan Publishing Company. New York, USA. 621 p.
- Bremmer, J. M. 1965. Total nitrogen. pp: 1149-1178. *In*: C. A. Black (ed.); *Methods of soil análisis*. Part 2. *Agronomy* 9. American society of agronomy. Madison, Wisconsin.
- Buschman, J. C. M. 1985. El gladiolo como flor cortada en zonas subtropicales y tropicales. Centro internacional de Bulbos y flores. Hillegon, Holanda. 32 p.
- Calderón, Z. G., J. Rodríguez A., A. E. Becerril R., M. Livera M. y M. T. Colinas L. 1997. Fertilización foliar nitrogenada en la fotosíntesis y el desarrollo de durazno en producción forzada. *Agrociencia* 31: 291-296.
- Craswell, E. T. and D. C. Godwin. 1984. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. *Advances in Plant Nutrition* 1: 1-55.

- Cuevas, H. 1999. Producción de Gladiolos. *In*: Curso de producción de Tulipán, Liliium y Gladiolo. INIAC. R. I. Carillanca. Temuco (Chile). Septiembre 1999. pp: 49-64.
- Debata, A. and K. S. Murty. 1983. Effect of foliar application of nitrogen, phosphorus and potassium salts on flag leaf senescence in rice. *Agric. Sci. Dig.* 1: 23-26.
- Devecchi, M. and E. Bami. 1997. Effect of fertilizers on the color of gladiolus spikes. *Culture Protette* 26: 79-82.
- Devecchi, M. and D. Remotti. 2003. Influence of fertilization on vegetative growth and flowering of the calla (*Zantedeschia aethiopica* Spreng.). *Acta Horticulturae* 614: 541-546.
- Dufault, R. J., T. L. Phillips and J. W. Kelly. 1990. Nitrogen and potassium fertility and plant populations influence field production of Gerbera. *HortScience* 25 (12): 1599-1602.
- Ellen, J. 1987. Effects of plant density and nitrogen fertilization in wheat (*Triticum aestivum* L.). I. Production pattern and grain yield. *Neth. J. Agric. Sci.* 35: 137-153.
- El-Naggar, A. H. and A. I. Sharaf. 2002. Growth analysis of tuberose plants as affected by gibberellic acid (GA₃) treatments and nitrogen fertilization. *Alexandria Journal of Agricultural Research* 47 (3): 93-107.
- Escalante E., J. A. 1992. Interacciones entre el nitrógeno y la densidad de siembra en el cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) bajo suministro limitado de agua. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Córdoba España.
- Escalante E., J. A. 1995. Nitrógeno y salinidad y sus efectos sobre el crecimiento del girasol. *Terra* 13 (3): 376-384.
- Escalante E., J. A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. *Terra* 17 (2): 149-157.
- Escalante E., J. A. y J. Kohashi. 1993. Rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados. IRENAT. Montecillo, México, Méx. 84 p.
- Escalante E., J. A. y M. T. Rodríguez. 1996. Mayor eficiencia en el uso del nitrógeno en girasol mediante el manejo del cultivo. *Nuevos Horizontes en Agricultura. Agro ecología y desarrollo sostenible*. Colegio de Postgraduados en ciencias agrícolas. Montecillo, México. pp: 345-347.

- Escalante, J. A., M. T. Rodríguez, A. De Haro and E. Fereres C. 1998. Acquisition, partitioning and remobilization of nitrogen and their relationship to seed yield in Mediterranean sunflower. *Journal Helia* 21 (29): 81-94.
- Escalante, J. A. y M. T. Rodríguez 2006. Índice de verdor, rendimiento de aceite y sus componentes en girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de la fertilización con nitrógeno. Memorias del XXXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. pp: 130.
- Espinosa M., J. A. 1997. Fertilización química y biológica de tres híbridos de orquídeas en condiciones de invernadero. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad de Fruticultura. Colegio de postgraduados. Montecillo, México.
- Fenn, L. B., B. Hasanein and C. M. Burks. 1995. Calcium-ammonium effects on growth and yield of small grains. *Agron. J.* 87:1041-1046.
- Fernández, P. D., H. P. Haag, S. Simao and J. R. De Mattos. 1974. Mineral nutrition of ornamental plants. VII. Studies on NPK fertilization of *Gladiolus grandiflorus* cv. Perusi. *Anais da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz.* 31: 645-666.
- Fernández G., R. 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada invernal sobre la acumulación de forraje de un pastizal natural de la pampa deprimida, Argentina. *Agric. Téc.* 61(3): 319-325.
- García, C. O. 1999. Materiales orgánicos como sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallissi* cultivadas en maceta. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 113 p.
- Gastal, F. and G. Lemaire. 1988. Study of tall fescue sward growth under nitrogen deficiency conditions. p. 323-327. *In Proc. of the XII General Meeting of the European Grassland Federation, Dublin, Ireland.*
- Gastal, F., G. Belanger and G. Lemaire. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany* 70: 437-442.
- Girardin, P., M. Tollenaar and J. F. Muldon. 1985. The effect of temporary N starvation on leaf photosynthetic rate and chlorophyll content of maize. *Can. J. Plant. Sci* 65:491-500.
- Gowda, J. V. N., R. Jayanthi and B. Raju. 1988. Studies on the effect of nitrogen and phosphorus on flowering in gladiolus cv. Debonair. *Current research, University of Agricultural Sciences, Bangalore* 17 (6): 80-81.

- Gowda, J. V. N., S. Jacob and A. G. Huddar. 1991. Effect of N, P and K on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* Linn) cv. Double. *Indian Perfumer* 35 (2): 100-101.
- Grabowska, B. 1986. *Gladiolas* (en polaco). Ed. 3. PWRIL. Varsovia.
- Gutiérrez, R. M., R. San Miguel C., T. Nava S. y A. Larqué S. 1998. Métodos avanzados en fisiología vegetal experimental. 2ª edición. Colegio de Postgraduados. 119 p.
- Gutiev, I. O. and E. E. Khavkin. 1989. The influence of the nitrogen on the mineral nutrition of maize and ryegrass, as dependent upon their phosphorus and potassium supply. *Agrokhimiya* 4: 11-12.
- Haitbura, P. and R. L. Misra. 1999. Effect of nitrogen sources on vegetative and floral characters of gladiolus cv. Dhanvantari. *Journal Ornamental Horticulture* (new series) 2: 111-114.
- Haitbura P., R. L. Misra and S. R. Chatterjee. 2003. Influence of applied on nitrogen content gladiolus at different stages of plant growth. Bioprospecting of commercially important plants. Proceedings of the national symposium on “Biochemical approaches for utilization and exploitation of commercially plants”, Jorhat, India, 12-14 Nov. 2003. pp: 157-161.
- Hallmark, W. B., L. P. Brown and G. L. Hawkins. 1997. Use of calcium chloride to reduce the nitrogen requirements of sugarcane. *Louisiana Agr.* 40:30-31.
- Himelrick, D. G., C. W. Wood and W. A. Dozier Jr. 1992. Relationship between SPAD-502 meter values and extractable chlorophyll in Strawberry. *Adv. Strawberry Res.* 11: 59-61.
- Hunt R. 1982. *Plant Growth Curves. The functional approach to plant growth analysis.* Eduard Arnold, London. England. 248 p.
- Inskeep, P. W. and R. P. Bloom 1985. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N, N-Dimethylformamide and 80% acetone. *Plant Physiology* 77: 483-485.
- Janssen, B. H. 1998. Efficient use of nutrients: An art of balancing. *Field Crops Res.* 56: 197-201.
- Jhon, A. Q., T. M. Paul and M. A. A. Siddique. 1997. Nutritional studies in gladiolus. I: growth and floral characters. *Advances in Plant Sciences* 10 (1): 45-49.

- Johannes, E., A. Crofts and D. Sanders. 1998. Control of Cl⁻ efflux in *Chara corallina* by cytosolic pH, free Ca²⁺, and phosphorylation indicates a role of plasma membrane anion channels in cytosolic pH regulation. *Plant Physiology* 118: 173-181.
- Jokela, W. E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects of corn yield and soil nitrate. *Soil Science Society of America* 56 (1): 148-154.
- Killi, F. 2004. Influence of different nitrogen levels on productivity of oilseed and confection sunflowers (*Helianthus annuus* L.) under varying plant populations. *International Journal of Agriculture & Biology* 6 (4): 594-598.
- Kishore, G. R. and P. V. Singh. 2006. Effect of N, P and K fertilization on vegetative growth of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Plant Archives* 6 (1):377-378.
- Larson, R. A. 2004. Introducción a la floricultura. AGT editor, S.A. pp: 147-162.
- Li, C., A. K. Alva, D. V. Calvert and Zhang. 1998. A rapid non destructive technique to predict leaf nitrogen status of grapefruit tree with various nitrogen fertilization practices. *Hortechology* 8 (1): 81-88.
- Lohry, R. D. 1989. Effect of N fertilizer rate and nitrifying on leaf chlorophyll, leaf N concentration, and yield of three irrigated maize hybrids in Nebraska. Ph. D. Dissertation, Univ. of Nebr., Lincoln, N: E.
- Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich. Fla. USA. 543 p.
- Mazzanti, A., M. H. Wade y S. C. García. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada de invierno sobre el crecimiento y composición química del forraje de raygrás anual. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17: 25-33.
- McCullough, D. E., Ph. Girardin, M. Mihajlovic, A. Aguilera y M. Tollenaar. 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. *Can. J. Plant Sci.* 74: 471-477.
- Mohanasundaram, S., S. S. Dahiya and S. Singh. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the nutrient content of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 32 (1/2): 64-66.
- Mukherjee, S., S. C. Jana and T. K. Chatterjee. 1994. Effect of nitrogen and phosphorus doses on production of flowers and corms of gladiolus (*G. grandiflorum* L.). *Indian Agriculturist* 38 (3): 211-213.

- Mukhopadhyay, A. and G. J. Bankar. 1986. Studies on nutritional requirement of tuberose. *South Indian Horticulture* 34 (3): 167-172.
- Nehl, H. and H. Benkenstein. 1978. Nitrogen fertilization of tulip. Influence of increasing nitrogen levels on bulb yield. *Archive Fur Gartenbau* 26 (7): 315-321.
- Noodén, L. D. and J. J. Guiamét. 1989. Regulation of assimilation and senescence by the fruit in monocarp plants. *Physiology Plant* 77: 267-274.
- Novoa, S. A. R. y N. Villagrán A. 2002. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Agric. Téc.* 62 (1): 166-171.
- Novoa, R. and R. S. Loomis. 1981. Nitrogen and plant production. pp: 177-204.
- Olsen, J. K., P. J. Lyons and M. M. Kelly. 1993. Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. *J. Plant Nutr.* 16: 177-193.
- Osaki M., T. Shinano and T. Tadano. 1992. Carbon-nitrogen interaction in field crop production. *Soil Sci. Plant Nutr.* 38: 553-564.
- Pedraza, S. M. E. 1998. Uso de hongos endomicorrizicos arbusculares en la aclimatación y desarrollo de plantas ornamentales propagadas *in Vitro*. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Petterson, T. A., T. M. Blackmer, D. D. Francis and J. J. Schepers. 1993. Using a chlorophyll meter to improve N management. *Neb Guide*. Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska Lincoln No. 693-1171-A.
- Piekielek, W., D. Lingenfelter, D. Beegle and R. Fox. 1997. The early-season chlorophyll meter test for corn. *Agronomy Facts* 53. College of Agricultural Sciences. Penn. State Cooperative Extension. The Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA. <http://cropsoil.psu.edu/extension/facts/agfact53.pdf>. (10/05/06).
- Pradhan A., J. N. Das, H. N. Mishra and P. C. Lenka. 2004. Effect of N and K on growth and yield of gladiolus. *Orissa Journal of Horticulture* 32 (2): 74-77.
- Ramos, L. C., G. Alcazar G., A. Galvis S., A. Peña L. y A. Martínez G. 2002. Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cáscara en fertirriego. *Terra* 20 (4): 465-469.
- Rodríguez, M. Ma. N., G. Alcantár G., A. Aguilar S., J. D. Etchevers B. y J. A. Santizó R. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra* 16 (2): 135-141.

- Rodríguez, M. T., J. A. Escalante, M. Gutierrez R. and R. Vega M. 2006. Chlorophyll content in bean (*Phaseolus*) in saline soil with foliar-applied of iron sulfate. Ann. Rep. of the Bean Imp. Coop. 49: 245-246.
- Rubio, J. 2005. Cultivo de flores para corte. Planthogar. Obtenido de la red. www.Planthogar.net. 28/03/05.
- Salinger, J. P. 1991. Producción comercial de flores. Acribia. Zaragoza, España. 371 p.
- Salisbury, B. F. y C. Ross W. 1992. Fisiología vegetal. Iberoamérica. 759 p.
- Sam, E. F., B. L. Fenn. 2002. El uso del calcio soluble para estimular el crecimiento vegetal. Obtenido de la red. <http://agpublictions.tamu.edu>. (25/08/05).
- Sánchez, R. A., A. I. Hall, N. Trapani and R. Cohhen of Hunan. 1983. Effects of water stress on the chlorophyll content, nitrogen level and photosynthesis of leaves of two maize genotypes. Photosyn. Res . 4:35-47.
- Schepers, J. S., D. D. Francis, M. Vigil and F. E. Below. 1992. Comparison of corn leaf N concentration and chlorophyll meter readings. Commun. Soil Sci. Plant Anal 23(17–20):2173–2187.
- Sehrawat, A., V. P. Ahlawat and A. K. Gupta. 2000. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on growth, flowering and corm production in gladiolus. Haryana Journal of Horticultural Sciences 29 (1/2):71-72.
- Sexton, P. and J. Carroll. 2002. Comparison of SPAD chlorophyll meter readings vs petiole nitrate concentration in Sugar beet. Journal of Plant Nutrition 25(9): 1975-1986.
- 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.
- Sharma, S. and D. B. Singh. 2001. Response of nitrogen fertilization on gladiolus. Journal of Ornamental Horticulture (new series) 4 (2): 128.
- Sinclair, T. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: A review. Crop Sci. 29: 90-98.
- Singh A., N. R. Godara and A. Kumar. 1996a. Effect of NPK on flowering and flower quality of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. Haryana Agricultural University Journal of Research 26 (1): 43-49.

- Singh A., N. R. Godara and A. Kumar. 1996b. Effect of NPK on bulb production in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. Haryana Agricultural University Journal of Research 26 (3): 187-190.
- Singh A., N. R. Godara and A. K. Gupta. 2000. Effect of nitrogen, phosphorus and potash application on N, P, K content in leaves and bulbs of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Haryana Journal of Horticultural Sciences 29(1/2):27-29.
- Singh, K. P. and K. S. Ha. 1990. Influence of different levels of nitrogen and phosphorus in gladiolus cv. Green Meadow cormels production. South Indian Horticulture 38 (4): 208- 210.
- Singh, K. P. 2000. Response of single or split doses of N application on growth, flowering and corm production in gladiolus. Adv. Pl. Sci. 13: 79-84.
- Singh S., N. R. Godara and B. P. Sharma. 2005. Effect of VA-mycorrhizae, nitrogen and phosphorus on growth and flowering in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Integrated plant disease management. Challenging problems in horticultural and forest pathology, Solan, India, 14 to 15 November 2003. 241-245.
- Smith, M. A., G. C. Elliott and M. P. Bridgen 1998. Calcium and nitrogen fertilization of Alstromeria for cut flower production. HortScience 33 (1): 55-59.
- Takebe, M., T. Yoneyama, K. Inada and T. Muricami. 1990. Spectral reflectance ratio of rice Canopy for estimating crop nitrogen status. Plant and Soil 122: 295-297.
- Tisdale, S. L. y L. Nelson W. 1988. Fertilidad de los suelos y los fertilizantes. Ed. UTHEA. México, D. F. 754 p.
- 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 (1): 75-81.
- Woltz, S. S. 1957. Nutritional disorder symptoms of gladiolus. Florist Exch. 129: 17-20.
- Yadav, L. P., T. K. Bose and R. G. Maiti. 1985. Response of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) to nitrogen and phosphorus fertilization. Progressive Horticulture 17 (2): 83-86.
- Zamora, M. B. P. 2001. Diagnóstico nutrimental y fertilización para una optima producción y calidad de flores de *Anthurium andreaum* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. México. 74 p.

Zelitch, I. 1992. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. *Biosci.* 32 (10): 769-802.

Zubriski, J. C. and D. C. Zimmerman. 1974. Effects of nitrogen, phosphorus, and plant density on sunflower. *Agronomy Journal.* 66: 798-801.

CAPÍTULO III

BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO.

RESUMEN

El gladiolo es una de las más importantes flores de corte, ya que sus elegantes espigas poseen una rica variación de colores y tamaños, siendo la razón de su creciente demanda. Por lo que, las prácticas de cultivo y dentro de ellas la fertilización es uno de los factores de producción más importantes, debido a su relación con la calidad de la cosecha que se obtiene. El fósforo es un nutrimento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que las plantas lo necesitan en la fotosíntesis, formación del núcleo y división celular, elaboración de grasas, organización celular, transmisión de la herencia, etc. Por tal motivo, se realizó el presente estudio teniendo como objetivo determinar la influencia del P sobre el crecimiento, la producción de biomasa y la eficiencia agronómica del P en el cultivo de gladiolo. El estudio se realizó bajo condiciones de clima cálido en el valle Iguala-Cocula, Gro. La siembra de gladiolo cultivar “Blanca perla” se realizó el 20 de diciembre de 2004, en un suelo arcilloso con pH de 7.5. La cosecha se inició a partir del 1° de marzo de 2005. La densidad de población fue de 250 mil plantas ha^{-1} . Los niveles de fósforo a evaluar fueron 00, 80 y 160 $kg ha^{-1}$ de P con la aplicación de 80 y 40 $kg ha^{-1}$ de nitrógeno y potasio, a cada uno de los tratamientos. El diseño experimental fue de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos fueron, que la aplicación de diferentes niveles de P no influyó sobre las variables de la altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta, área foliar y en el diámetro del cormo. Por otra parte, la aplicación de 160 $kg ha^{-1}$ de P incrementa el número de flores por planta, longitud de la inflorescencia y el número de cormillos por m^2 , es decir, la fertilización con P estimula la mayor producción de cormillos de gladiolo. Mientras que con 80 $kg ha^{-1}$ de P se tiene el mayor tamaño de flor, longitud del raquis y el peso de cormos; obteniendo también la mayor EA, RA, EF y la extracción de P (EP) por la planta.

Palabras clave: biomasa, calidad de la flor, análisis de crecimiento y eficiencia del fósforo.

CHAPTER III
BIOMASS, FLOWER QUALITY AND GROWTH ANALYSIS IN FUNTION TO THE
PHOSPHORUS FERTILIZATION

SUMMARY

The gladiolus is one of the most important flowers of cut, since their elegant spikes have a rich variation of colors and sizes, being the reason of its increasing demand. Reason why, the practices of culture and within them the fertilization is one of the more important factors of production, due to its relation with the quality of the harvest that is obtained. The phosphorus is an essential nutrient for the growth and development of the plants, since the plants need it in the photosynthesis, formation of the nucleus and cellular division, elaboration of fats, cellular organization, transmission of the inheritance, etc. By such reason, the present study was made having as objective to determine the influence of the P on the growth, the production of biomass and the agronomic efficiency of the P in the crop of gladiolo. The study was conducted under conditions of warm climate in the valley Iguala Cocula-Gro. The sowing of Blanca perla gladiolus cultivar was at December 20, 2004, in a clay soil with pH of 7.5. The harvest was at March 01, 2005. The population density was 250 000 plants ha⁻¹. The levels of phosphorus to evaluate were 00, 80 and 160 kg ha⁻¹ P with the application of 80 and 40 kg ha⁻¹ of nitrogen and potassium, to each one of the treatments. The experimental design was a randomized complete blocks with four replications. The results indicated that the P did not affect the plant height, stem diameter, number of leaves by plant, leaf area and corm diameter. Moreover, the application of 160 kg ha⁻¹ P increases the number of flowers by plant, length of the spike and the number of cormels by m², it suggest that the P fertilization stimulates the greater cormels production of gladiolus. Whereas with 80 kg ha⁻¹ P greater flower size, rachis length and weight of corms were obtained; also obtaining the greater AE, AR, PE and the extraction of P (PE) by the plant.

Key words: biomass, flower quality, growth analysis and phosphorus efficiency.

3.1. INTRODUCCIÓN

El gladiolo es muy importante como flor de corte. Sus elegantes espigas poseen una rica variación de colores y tamaños, siendo la razón de su creciente demanda. Por otra parte, la fertilización es un factor que se relaciona con la calidad de la cosecha (Gowda *et al.*, 1988). Conociendo el consumo de nutrimentos a lo largo del ciclo del cultivo y su dinámica de crecimiento se puede realizar un programa correcto de fertilización. Con esto se define la tasa de aplicación y la cantidad que debe aportarse en la época de mayor necesidad permitiendo así una mayor eficiencia de la fertilización (Rodríguez *et al.*, 1994). El fósforo (P) es un nutrimento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, es decir, es de gran importancia en la fisiología y la nutrición vegetal; ya que está asociado con funciones vitales tales, como: utilización de azúcares y almidones, fotosíntesis, formación del núcleo y división celular, elaboración de grasas, organización celular, transmisión de la herencia, etc. Después del nitrógeno y potasio, es el nutrimento que más requieren las plantas. La cantidad de fósforo extraída por los cultivos varía de 7 a 15 kg ha⁻¹ (16 a 34 kg de P₂O₅). Sin embargo, la cantidad presente en el suelo y en la planta, es más baja que la de N y K (Al-Khateb *et al.*, 1986; Dzajuli y Tadano, 1990; Marschner, 1986), por lo que con frecuencia existen problemas de disponibilidad para las plantas. En plantas ornamentales influye directamente en la cantidad de flores, longitud de tallos, desarrollo radical, tamaño de las flores, así como en el número de pétalos en el caso de las rosas (Universal Plants, 1988). La deficiencia de este nutrimento en el suelo es una limitante para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Brinck, 1978; Sanyal y De Datta, 1991), ya que estimula la senescencia y la coloración rojiza o púrpura de las hojas debido a un incremento de antocianinas (Shuman, 1992), en casos extremos, el desarrollo de áreas necróticas en diversas partes de la planta (Marschner, 1986). Un exceso afecta de forma negativa en la calidad de las plantas. Por lo que es importante la optimización de la nutrición de P en gladiolo, ya que esto puede contribuir a mejorar la calidad de la planta y la sustentabilidad de la producción (Universal Plants, 1988; Nowak y Stroka, 2001). Para una fertilización adecuada debe tomarse en cuenta, que esta está definida por la demanda, el suministro y la eficiencia de aprovechamiento del fertilizante, considerando que no todo el nutrimento del fertilizante es aprovechado por el cultivo (Volke *et al.*, 1998). Es decir, debe

considerarse la eficiencia del P, ésta puede evaluarse mediante parámetros como la recuperación aparente y la eficiencia fisiológica (Craswell y Godwin, 1984).

3.1.1. Objetivo

El objetivo es determinar la influencia del P sobre el crecimiento, la producción de biomasa y la eficiencia agronómica del P en el cultivo de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) bajo condiciones de clima cálido.

3.2. REVISION DE LITERATURA

3.2.1. Efecto del fósforo (P) sobre los cultivos

El fósforo (P) es esencial para el crecimiento de las plantas, de los animales y los microorganismos. En las plantas, es un elemento estructural, además de regulador inorgánico de reacciones enzimáticas y en la transferencia de energía. La función más importante del P, es constituir los ácidos nucleicos, que poseen y transmiten la información genética. Tanto en el DNA como en el RNA (ácidos nucleicos), las formas fosfato enlazan unidades mononucleósidos (Marschner, 1986). No obstante, su esencialidad en el desarrollo de las plantas, el P inorgánico disponible, es deficiente en los suelos, las fuentes inorgánicas—ortofosfatos son las principales formas de absorción tanto de los microorganismos del suelo como de las plantas superiores (Herbien y Neal, 1990). Es un nutrimento importante para la fotosíntesis, respiración, el metabolismo energético y el metabolismo de carbohidratos, el cuál tiene relación directa con el N, que bajo condiciones de deficiencia de P, la absorción de nitratos y la reducción de nitratos son suprimidas, retardando la síntesis de proteínas (Rufty *et al.*, 1990). El P se absorbe como iones ortofosfato (H_2PO_4^- ó HPO_4^{2-}); a diferencia de nitratos o sulfatos, aquellos no son reducidos en las plantas, permanecen en su forma oxidada más alta y presentan enlaces que al eterificarse con radicales hidroxilo (OH^-) de algún azúcar forman éster-fosfatos (R-C-O-P-R), pirofosfatos (R-P-O-P-R) ó di ésteres (R-C-P-C-R) (Marschner, 1986). Aunque el P no está sometido a pérdidas por lixiviación ni por volatilización, su absorción por la planta, está determinada por la fijación química o fisicoquímica a la que se ve sujeto por los minerales del suelo que hacen insolubles y en soluciones ácidas diluidas las especies fosfatadas, (Etchevers, 1985; Ramos, 1977; Lewis *et al.*, 1987). Los fosfatos son muy

susceptibles a la precipitación especialmente con Ca, Fe, Mn, Zn y Cu (Rendig y Taylor, 1989). Por lo que, es considerado como uno de los elementos que constituyen a los minerales más inmóviles del suelo (Meixner y Singer, 1985).

3.2.2. Efecto del P sobre el crecimiento del cultivo

Sehrawat *et al.* (2000), señalan que el P no tuvo influencia sobre el crecimiento de gladiolo. Juárez (2005), indica que el P no afectó la longitud y diámetro del tallo del rosal en los cultivares Classy y Vega. Por otra parte, Nowak (2001), en *Osteorpermum* “Denebola” menciona que encontró efecto significativo sobre el crecimiento con la aplicación de P. La mayor altura y diámetro de la planta, tamaño de hojas y número de brotes florales, se lograron con 1.61 a 3.35 mM de P. Bass *et al.* (1995) reportaron que un bajo nivel de P redujo la altura de la planta en *Pelargonium*, *Petunia*, *Salvia*, *Impatiens* y *Poinsettia*; mientras que en *Impatiens* se disminuyó el número de entrenudos; en *Poinsettia* el número de ramas y las hojas. Worthen y Aldrich (1980) observaron que el P es un nutrimento importante para el desarrollo de cereales, ya que es de gran valor alimenticio por que representa la principal fuente de carbohidratos y buena parte de las proteínas que el hombre consume. Yadav *et al.* (1985) encontraron en nardo un mayor crecimiento de la planta y rendimiento de flores con 300-200 kg ha⁻¹ de N y P. Cruz (2005) indica que la aplicación del P no afecta la altura de la planta y el diámetro del tallo, número de hojas y flores por planta; mientras que el diámetro y peso del cormo, es mayor conforme se incrementa la dosis de P aplicado al suelo. Medina *et al.* (2006) mencionan que la respuesta a la aplicación de fósforo, se refleja en mayor rendimiento y altura de tallo de maíz con 180 kg de P ha⁻¹. Bankar y Mukhopadhyay (1990), señalan que la aplicación de P no afecta la altura y hojas por planta de nardo. Por su parte, Tiftonell *et al.* (2003) señalan que la aplicación de 0, 40 y 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ encontraron diferencias significativas en la longitud de la hoja, área foliar por planta y diámetro de la espiga de maíz.

3.2.3. Efecto del P sobre la producción de biomasa del cultivo

Salisbury y Ross (1992), mencionan que el transporte del P en la mayor parte de las plantas dentro de ellas es fácil de un órgano a otro que lo demande, por lo cual, se pierde en hojas de mayor edad y se concentra en las más jóvenes, así también, como flores y semillas. Además,

el P acelera la madurez fisiológica y su participación en la fotosíntesis y respiración es considerada de importancia para la acumulación de biomasa. Por otra parte, Cruz (2005) señala que no encontró efectos significativos sobre el peso seco total de la planta por el P aplicado al suelo, sin embargo, matemáticamente tuvieron diferencias, observando un incremento del peso conforme se aumento la dosis de P. Así mismo, Amado y Ortiz (2001) mencionan que las aplicaciones de P no incrementaron significativamente el rendimiento de grano de avena. Sin embargo, Bastidas y Segovia (1989) reportan que el peso de los tallos fue afectado negativamente por las aplicaciones de fósforo en caña de azúcar y Álvarez *et al.* (2001) que la aplicación de P de forma localizada provocó mayor acumulación de materia seca en maíz y en papa. Por otra parte, Nowak (2001) en *Osteorpermum* “Denebola” indica que la aplicación de P mostró un efecto significativo, debido a que el peso fresco total de la planta fue obtenido con 2.24 a 3.35 mM de P. Bass *et al.* (1995) señalan que un bajo nivel de P redujo el peso de materia fresca en *Pelargonium*, *Petunia*, *Salvia*, *Impatiens* y *Poinsettia*. Garduño *et al.* (2006) al trabajar con una asociación de girasol y frijón notó que el índice de área foliar, biomasa y rendimiento de semilla fue mayor con la aplicación de P, sin embargo, el índice de cosecha no fue afectado. Es decir, con el suministro de P incrementa la eficiencia en el uso de los recursos (agua y radiación), lo que influye directamente en la mayor producción de biomasa y semilla en el agro sistema girasol – frijón. Por otra parte, Tittonell *et al.* (2003) observaron diferencias significativas en la producción de biomasa aérea de maíz con la aplicación de diferentes niveles de P (0, 40 y 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

3.2.4. Efecto del P sobre la calidad de la flor

El exceso de P puede afectar negativamente la calidad de las plantas. Sin embargo, una adecuada nutrición con P en gladiolo contribuye a mejorar la calidad de la planta y la sustentabilidad de la producción (Universal Plants, 1988; Nowak y Stroka, 2001). Bankar y Mukhopadhyay (1985), en nardo reportan que el P tuvo efecto significativo sobre la calidad de flor. Kawarkhe *et al.* (2001) mencionan que la longitud de la espiga, número de espigas y flores por espiga presentó un aumento significativo por la aplicación de 20 g m⁻² de P; así mismo, Nowak (2001) en *Osteorpermum* “Denebola” indica que el P mostró efecto significativo sobre la floración, ya que el mayor número de brotes florales, se obtuvieron con 1.6 a 3.3 mM de P. Bass *et al.* (1995) señalan que un bajo nivel de P reduce el número de

brotos laterales y flores en *Pelargonium*, *Petunia* y *Salvia*. Juárez (2005), en rosal reporta que no tuvo diferencias entre los niveles de P aplicados en la solución nutritiva, sobre las características de calidad de flor, como longitud y diámetro del tallo en los cultivares Classy y Vega. Además, indica que las dosis altas de P empezaron a reducir algunas características, sin provocar la disminución de la calidad requerida para rosas. Sin embargo, de prolongarse la deficiencia de P llegaría el momento en que las rosas cortadas no cumplieran los requisitos de calidad.

3.2.5. Eficiencia agronómica del P

Guerloff (1976) menciona que cuando existe baja disponibilidad de nutrientes, la eficiencia de absorción ó extracción de nutrientes, que presentan algunas plantas cultivadas es una cualidad importante para producir cosechas. Es decir, presentan un mecanismo de adaptación llamado “eficiencia nutrimental”, que consiste en utilizar las mínimas cantidades del nutriente que estén disponibles en el suelo, para lo cuál, la planta excreta ciertos exudados que favorecen la solubilidad de ese elemento en déficit, y ser posteriormente absorbido (Chapin, 1988). De acuerdo con Steiner (1961), un factor importante a considerar en la solución nutritiva, lo constituye la concentración iónica total (presión osmótica), dado que determina fuertemente el crecimiento, desarrollo y producción de una planta. En ensayos posteriores Steiner (1973), demostró que la relación mutua de absorción nutrimental (aniones y cationes) está determinada por la fase de crecimiento y por la presión osmótica de la solución nutritiva, la cual depende del tipo de planta y el clima que le rodea. Polle y Konzak (1990) señalan que los dos caminos por los cuales algunas plantas pueden ser más tolerantes al estrés por deficiencia de P que otras, es por una mayor absorción del fósforo fijado químicamente a los coloides del suelo y por su mayor eficiencia en el uso del P absorbido. Por lo tanto, las plantas difieren en su capacidad de absorción de P (Barber, 1980). Estas diferencias en la absorción de P puede deberse a la morfología de la raíz, su longitud, su área superficial de absorción y su tasa de crecimiento, (Chapin y Bielecky, 1982; Fan y Wan, 1990; Fhose *et al.* 1988). La eficiencia de absorción y la utilización de un nutriente ha sido evaluada por la concentración en los tejidos, contenido en las plantas, rendimiento en materia seca y su relación de eficiencia, esta consiste en la razón que hay entre la biomasa seca y la cantidad del nutriente en la biomasa de la planta (Guerloff, 1976). Así mismo, la demanda

de un nutrimento por un cultivo está dada por la producción de biomasa y la concentración del nutrimento en la planta. El contenido de P en las plantas varía con la especie, con la edad y con la naturaleza de la planta, siendo generalmente entre 0.1 y 1.2 % en materia seca (Goswami *et al.*, 1990). Sin embargo, la concentración requerida de P en el tejido vegetal, para considerarse como suficiente, debe ser superior a 0.25% con base en peso seco. Cuando la concentración es menor a 0.2%, habrá deficiencia. Para mayores rendimientos de cultivo se requiere mayor contenido de P (Hanway y Olson, 1980). Higaki *et al.* (1992) mencionan que no observaron relación entre el % de P en las hojas, tamaño de flores y longitud en tallos. Sin embargo, Bankar y Mukhopadhyay (1990) reportan una relación negativa en el contenido de P en las hojas y el número de flores por espiga en nardo. Por su parte, Marschner (1995) señalan que con una concentración alta de P en la solución nutritiva ocurre un desbalance iónico en la concentración y absorción de los demás nutrimentos. Singh *et al.* (2000) encontraron que el contenido de N, P y K en las hojas de nardo se incrementa significativamente al aumentar la dosis de fertilización de NPK y que la concentración de P disminuye con el incremento de N. Así mismo, Mohanasundaram *et al.* (2003) indican que el contenido de P en la hoja y espiga decreció con el incremento de la dosis de N, pero se fue mayor al aumentar la dosis de P. González *et al.* (1998) mencionan que la disminución del P presente en hoja y tallo después de producirse la máxima acumulación, representó sólo una parte del total del P acumulado por la espiga y que la cantidad de P que pierde el tallo durante el periodo de abatimiento es superior a la cantidad que pierde la hoja. Álvarez *et al.* (2001) observaron que la aplicación de P de forma localizada provocó mayor acumulación de este elemento en la planta que cuando éste se incorporó al suelo. Tun *et al.* (2006) señalan que la aplicación de P sólo tuvo efecto significativo sobre el contenido de K al incrementar la dosis. Yoshida *et al.* (1981) observó que el contenido de P en las plantas decrece con el incremento de la aplicación de niveles de N. Resultados similares encontraron, Bankar y Mukhopadhyay (1990).

3.2.6. Resumen de la literatura

En resumen, el fósforo (P) es un nutrimento importante para la fotosíntesis y la respiración, (Rufty *et al.*, 1990). Varios investigadores coinciden que el P es determinante en la altura (Yadav *et al.*, 1985; Bass *et al.*, 1995; Nowak, 2001; Medina *et al.*, 2006) y diámetro de la planta, tamaño de hojas, número de brotes florales (Nowak, 2001), longitud y número de

espigas, flores por espiga (Kawarkhe *et al.*, 2001). El gladiolo con P presenta el mayor diámetro y peso de cormos (Cruz, 2005), mayor acumulación de materia seca (Álvarez *et al.*, 2001) e índice de área foliar (Garduño *et al.*, 2006). En contraste, otros varios investigadores señalan que el P influye sobre variables del crecimiento (Sehrawat *et al.*, 2000; Cruz, 2005), como la longitud y diámetro del tallo (Juárez, 2005), la altura y hojas por planta (Bankar y Mukhopadhyay, 1990), así como, en el peso seco total (Cruz, 2005). Por otra parte, mencionan que no observaron relación entre el contenido de P en las hojas, tamaño de flores, longitud en tallos (Higaki *et al.*, 1992) y el número de flores por espiga (Bankar y Mukhopadhyay, 1990). Sin embargo, el contenido P en las hojas (Singh *et al.*, 2000) y espiga fue mayor al aumentar la dosis de fertilización de P (Álvarez *et al.*, 2001; Mohanasundaram *et al.*, 2003).

3.3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1. Localización del área de estudio

La descripción del área de estudio (suelo y clima) se presentaron en el capítulo 1.

3.3.2. Tratamientos y diseño experimental

La siembra de gladiolo cultivar “Blanca perla” se realizó el 20 de diciembre de 2004, en un suelo arcilloso con *pH* de 7.5. La cosecha se inició a partir del 1º de marzo de 2005. La densidad de población fue de 250 mil plantas ha⁻¹. Los tratamientos a evaluar fueron los siguientes: 1) 00, 2) 80 y 3) 160 kg ha⁻¹ de P. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Todo el experimento se fertilizó con 80-40 kg ha⁻¹ de N y K.

3.3.3. Variables de crecimiento del cultivo de gladiolo

Crecimiento

Las variables de crecimiento y la forma de toma de datos, se indican en el capítulo II.

3.3.4. Análisis de crecimiento del cultivo de gladiolo

La forma de muestreo y cálculo de la tasa de crecimiento absoluto (\overline{TCA}), tasa de crecimiento relativo (\overline{TCR}), tasa de crecimiento del cultivo (\overline{TCC}) y tasa de asimilación neta (\overline{TAN}) se indican en el capítulo II.

3.3.5. Análisis del tejido vegetal

Para realizar el análisis de tejido vegetal se tomaron tres plantas como muestra de cada tratamiento, las cuales fueron secadas a 80° C en la estufa, se pesaron para obtener la biomasa seca y posteriormente su respectivo contenido nutrimental para establecer la curva de acumulación de P (este análisis solo se hizo en plantas de punto de corte). Las muestras se tomaron cuando la planta se encontraba en la aparición de la inflorescencia, punto de corte y final de floración.

Análisis del tejido vegetal para determinar fósforo en la planta se realizó mediante el procedimiento del complejo amarillo de fosfovanadato (AOAC, 1980), en el laboratorio de edafología del Colegio de Postgraduados.

3.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo

3.4.1.1. Altura de la planta

En la figura 3.1 se observa que la dinámica altura de la planta se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. Independientemente de los tratamientos, la mayor altura se encontró a los 79 dds. Es decir, no se observaron diferencias por efecto del P, sin embargo, la mayor altura se logró con 80 kg ha⁻¹ de P. La altura media fue de 20.9, 24.9, 31.5, 35.8, 41.9, 44.6, 57.7cm a los 29, 36, 43, 50, 60, 71 y 79 dds, respectivamente. Resultados similares son reportados por Cruz (2005) en gladiolo y en nardo Kishore y Singh (2006), que al estudiar el efecto de N, P y K, el P no mostró influencia sobre la altura de la planta. Por otra parte, Chattopadhyay *et al.* (1992) señalan que la mayor altura de la planta de gladiolo se logró con 30 g m⁻² de P y 50 g m⁻² de N, comparado con las dosis más bajas de P. Singh *et al.* (2005) mencionan que la mayor altura de la planta (53.0cm) se obtuvo con altos niveles de N y P (200 kg ha⁻¹ de N y 100 kg ha⁻¹ de P).

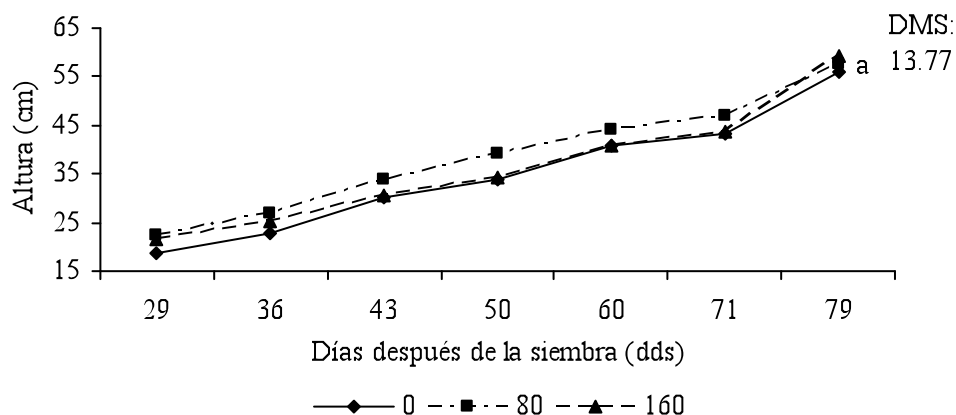


Figura 3.1. Dinámica de la altura de la planta de gladiolo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Las letras iguales en las curvas indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.2. Diámetro del tallo

En la figura 3.2 se observa que el diámetro del tallo de la planta se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. El mayor diámetro se encontró a los 79 dds independientemente de los tratamientos. No se observaron diferencias por efecto del P. El diámetro del tallo promedio fue de 1.11, 1.16, 1.51, 1.64, 1.82, 2.19 y 2.36cm a los 29, 36, 43, 50, 60, 71 y 79 dds respectivamente. Estos resultados son similares a los reportados por Cruz (2005), quién menciona que los niveles de P no afectaron significativamente el diámetro del tallo de gladiolo.

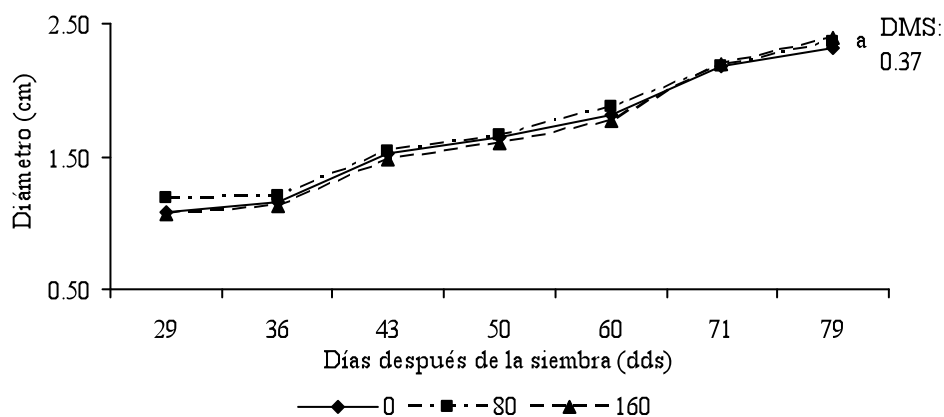


Figura 3.2. Dinámica del diámetro del tallo de la planta de gladiolo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Las letras iguales en las curvas indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.3. Hojas por planta

En la figura 3.3 se presenta el número de hojas por planta a los 82, 89 y 96 dds, en donde no se observaron diferencias significativas en función del P. Sin embargo, a los 82 y 89 dds se tuvo la mayor cantidad de hojas por planta con el testigo (sin aplicación de P). Por otra parte, a los 96 dds se notó que el número de hojas por planta se incrementa con el aumento de la cantidad de P de 0 a 80 kg ha⁻¹. Tendencias similares reportan, Kishore y Singh (2006), quienes mencionan que no encontraron influencia del P sobre el número de hojas, longitud y ancho de hoja. Así mismo, Bankar y Mukhopadhyay (1990) en nardo y Cruz (2005) en gladiolo. Singh *et al.* (2005) mencionan que el incremento en los niveles de N y P solos y en combinación incrementa significativamente el número de hojas por planta.

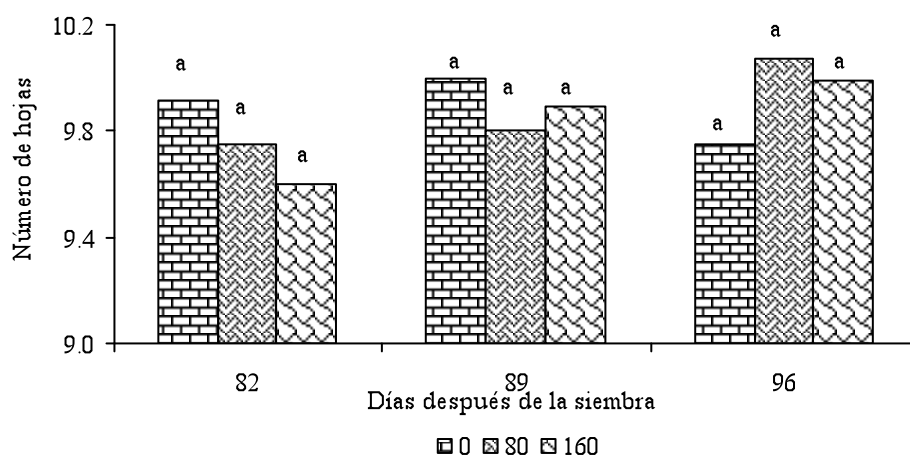


Figura 3.3. Número de hojas por planta en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras iguales indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.4. Área foliar

En la figura 3.4 se observa la dinámica de crecimiento del área foliar (AF) donde se encontró que el tratamiento con 160 kg de P ha⁻¹ mostró mayor área foliar. El AF más baja correspondió al testigo (sin aplicación de P). En todos los tratamientos la máxima AF se logró a los 89 dds para posteriormente disminuir a los 96 dds, donde no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

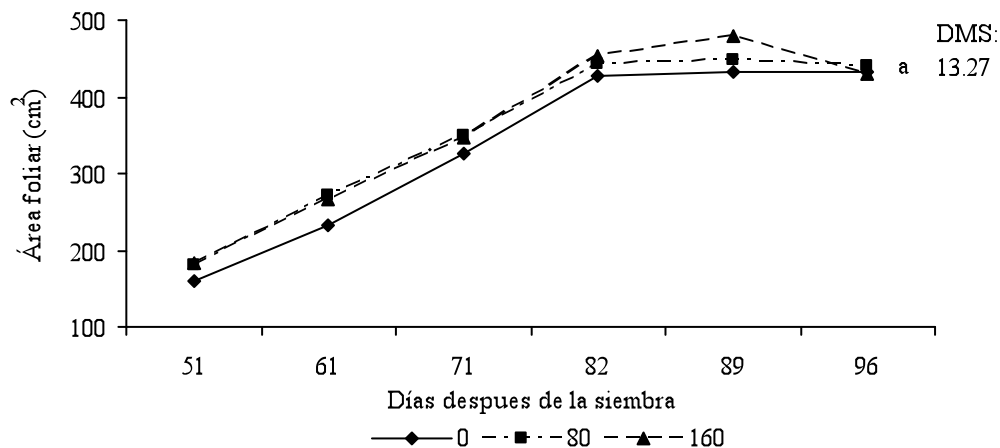


Figura 3.4. Dinámica de crecimiento del área foliar del cultivo de gladiolo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Las letras iguales en las curvas indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.5. Número de flores por planta

En el número de flores por planta evaluadas a los 89 dds no se encontró efecto debido al P. Sin embargo, a los 96 dds las diferencias fueron altamente significativas, incrementándose el número de flores conforme se aumentó el nivel de P. El mayor número de flores se logró con 160 kg ha⁻¹ de P, y el más bajo correspondió al testigo (sin aplicación de P) (Figura 3.5). Resultados similares encontraron, Gowda *et al.* (1988) quienes mencionan que con niveles altos de P (40 g m⁻²) se logró el mayor número de flores por espiga en gladiolo. Así mismo, Gowda *et al.* (1991) en nardo y Chattopadhyay *et al.* (1992) en gladiolo. Por otra parte, El-Meligy *et al.* (1986) mencionan que los mejores resultados para la producción de flores de gladiolo fueron obtenidos con 200 kg de P por 0.42 ha. Sin embargo, Cruz (2005) señala que la aplicación de P no mostró diferencias significativas sobre el número de flores por planta en gladiolo.

3.4.1.6. Tamaño de la flor

De acuerdo a los datos obtenidos de la longitud de la flor, se encontró diferencias altamente significativas en función del P a los 89 y 96 dds, donde se puede observar que el mayor tamaño de la flor se logró con 80 kg de P ha⁻¹ a los 96 dds y el menor tamaño de flor correspondió al testigo (sin aplicación de P) (Figura 3.6). Así mismo, Gowda *et al.* (1988) mencionan que en gladiolo el mayor tamaño de flor se obtiene con 40 g m⁻² de P y de N comparado con 20 y 30 g m⁻² de P.

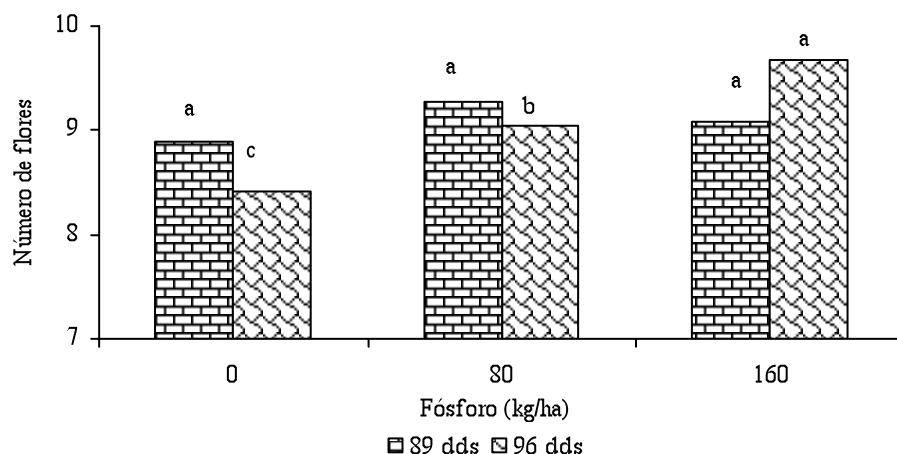


Figura 3.5. Número de flores por planta en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

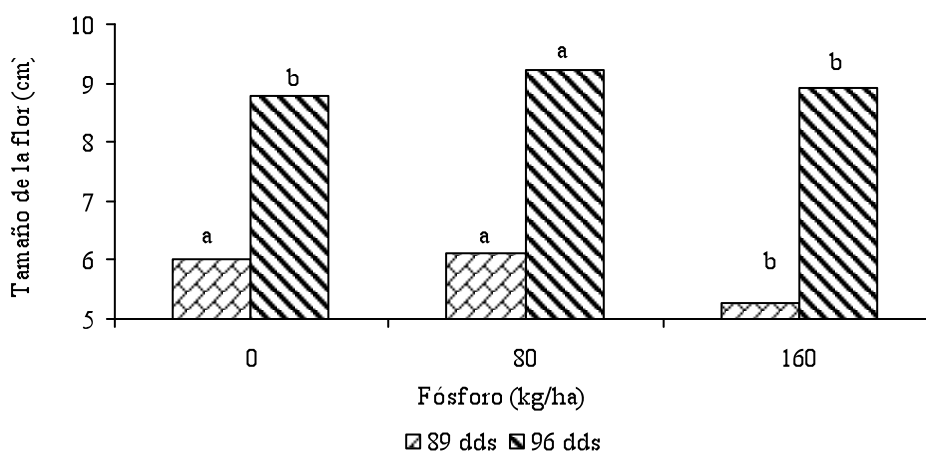


Figura 3.6. Tamaño de la flor en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.7. Longitud de la inflorescencia

En la figura 3.7 se puede observar que la longitud de la inflorescencia (LI) de la planta se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. Notándose que de los 92 a 96 dds la mayor longitud de la inflorescencia se mostró con 160 kg de P ha⁻¹, y la menor correspondió al testigo y con 80 de P kg ha⁻¹. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamiento aplicados. La longitud de la inflorescencia promedio fue de 8.0, 10.7, 18.0, 24.9, y 25.4cm a los 83, 86, 89, 92 y 96 dds, respectivamente. Así mismo, Cruz (2005), menciona que la longitud de la inflorescencia de gladiolo presentó diferencias significativas por el P aplicado. Teniendo mayor LI cuando no se aplicó P (41.2) y menor con 160 kg ha⁻¹ de P (36.4). Por otra parte, Mallick *et al.* (2001) indican que el P solamente tenía efectos

significativos en la longitud de la espiga. Chattopadhyay *et al.* (1992) reportan la mayor longitud de la espiga con 30 g m^{-2} de P. Resultados similares reportaron Gowda *et al.* (1988) en gladiolo, Gowda *et al.* (1991), Singh *et al.* (1996a) y Singh *et al.* (2005) en nardo, quienes mencionan que el uso de niveles altos de P incrementan la longitud de la espiga.

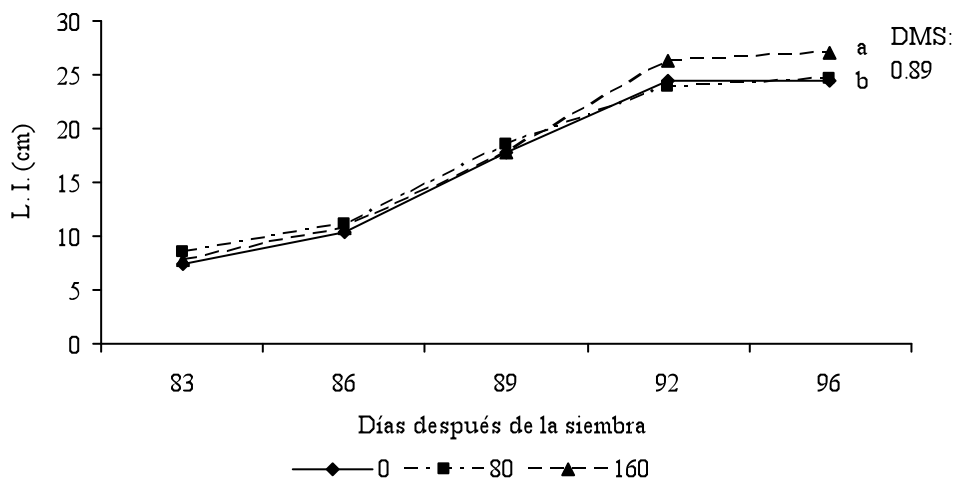


Figura 3.7. Dinámica de crecimiento de la longitud de la inflorescencia (L.I.) en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Letras diferentes en las curvas indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.8. Longitud del raquis

Durante el crecimiento de la planta se observó que la longitud del raquis se fue incrementando conforme avanzó el desarrollo del cultivo. Durante el crecimiento del raquis de los 83 a 92 dds, se notaron diferencias significativas. Observando que la mayor longitud del raquis se tuvo con el tratamiento $80 \text{ kg de P ha}^{-1}$ y la menor correspondió al testigo (sin la aplicación de P) (Figura 3.8). La longitud del raquis promedio fue de 38.4, 44.4, 46.4, 48.4 y 49.5cm a los 83, 86, 89, 92 y 96 dds, respectivamente, llegando a su máxima longitud a los 96 dds (Figura 3.8). Resultados similares son reportados por Bankar (1988) y Singh *et al.* (1996a), quienes mencionan que con la aplicación de P se logró la mayor longitud del raquis en nardo.

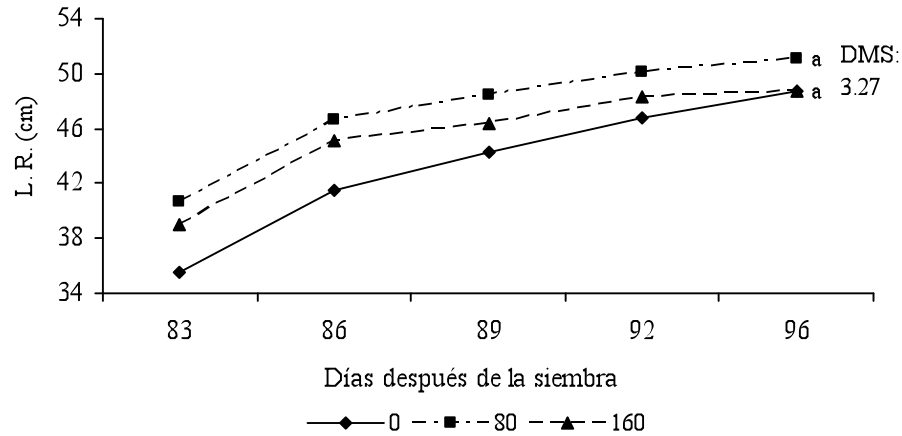


Figura 3.8. Dinámica de crecimiento de la longitud del raquis (L. R.) en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Letras iguales en las curvas indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.9. Diámetro del cormo

Para el diámetro del cormo no se observaron diferencias significativas por efecto del P. El diámetro promedio por cormo fue de 2.6cm (Figura 3.9). Es decir el P, no tiene influencia sobre este parámetro. Así mismo, el diámetro del cormo y la aplicación de P mostraron tendencia polinomial. Cruz (2005), indica que no encontró cambios significativos para el diámetro del cormo con la aplicación de P. Chattopadhyay *et al.* (1992) mencionan que el mayor tamaño de cormo se logró con el nivel más bajo de P (10 g m^{-2}) y N (50 g m^{-2}), y un menor tamaño de cormo con 20 g m^{-2} de P y 60 g m^{-2} de N.

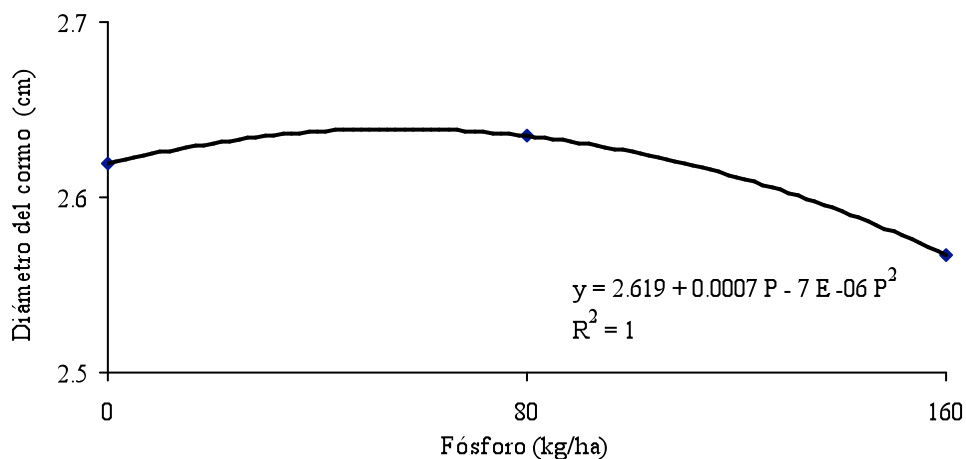


Figura 3.9. Diámetro del cormo en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.

3.4.1.10. Peso de cormos

En el peso de cormos se observaron diferencias altamente significativas por la aplicación de P. El mayor peso de cormos por m^2 (158.5 g m^{-2}) se logró con $80 \text{ kg de P ha}^{-1}$, y con $160 \text{ kg de P ha}^{-1}$ el peso disminuye (129.3 g m^{-2}) (Figura 3.10). El peso de cormos y la fertilización con P mostraron una relación polinomial. Por otra parte, Singh y Ha (1990), reportan que la mayor producción de cormos se tuvo con 20 g de P m^{-2} , comparado con el testigo. El-Meligy *et al.* (1986) mencionan que obtuvieron óptimos resultados en la producción de cormos con $200 \text{ kg de P por } 0.42 \text{ ha}$. Cruz (2005), indica que el mayor peso de cormo se logró con 240 kg ha^{-1} de P ($6.4, 12.9$ y 16.2g , a los $82, 146$ y 186 dds) y el menor peso de cormo lo tuvo cuando no se aplicó P ($3.3, 7.8$ y 7.0g , a los $82, 146$ y 186 dds). Sin embargo, Singh *et al.* (1996b) reportan que el P no mostró efecto sobre el rendimiento de bulbo en nardo.

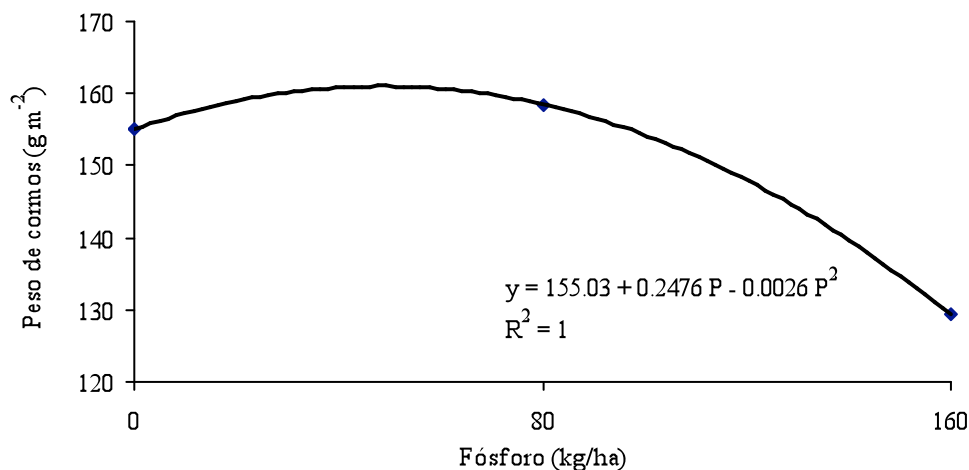


Figura 3.10. Peso de cormos en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.

3.4.1.11. Número de cormillos

En la figura 3.11 se observa que el número de cormillos por m^2 se incrementó con la aplicación de P. El mayor número de cormillos por m^2 se encontró cuando se aplicó $160 \text{ kg de P ha}^{-1}$ (280.23 por m^2) y disminuyó conforme decreció la cantidad de P. El bajo número de cormillos correspondió al testigo con 171.48 por m^2 . Es decir la aplicación de P al suelo promueve la producción de cormillos, presentando una relación lineal. Así mismo, Fernández *et al.* (1974) mencionan que el P estimula la producción de cormillos. Por otra parte, Kishore y Singh (2006), señalan que al estudiar el efecto de N, P y K, el número de brotes por bulbo en nardo no presentaron diferencias por el P aplicado.

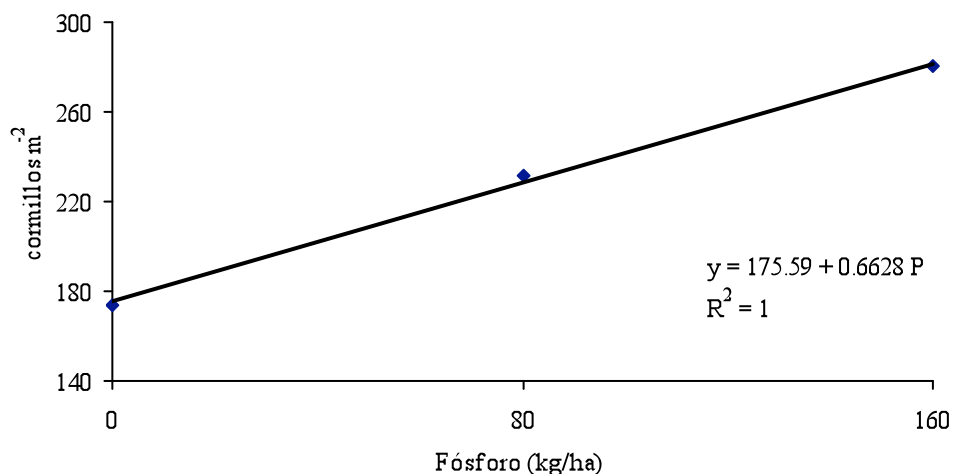


Figura 3.11. Cormillos por m² en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.

3.4.1.12. Peso de los cormillos

En el peso de cormillos se encontraron diferencias altamente significativas por la aplicación de P. La aplicación de P disminuyó el peso de cormillos por m². Es decir, el P promueve la producción de cormillos, sin embargo, al tener mayor cantidad de cormillos produce el menor tamaño de estos, siendo esta la razón, por la cual el peso de cormillos disminuye (3.12). El peso de los cormillos y la aplicación de P mostraron una tendencia lineal.

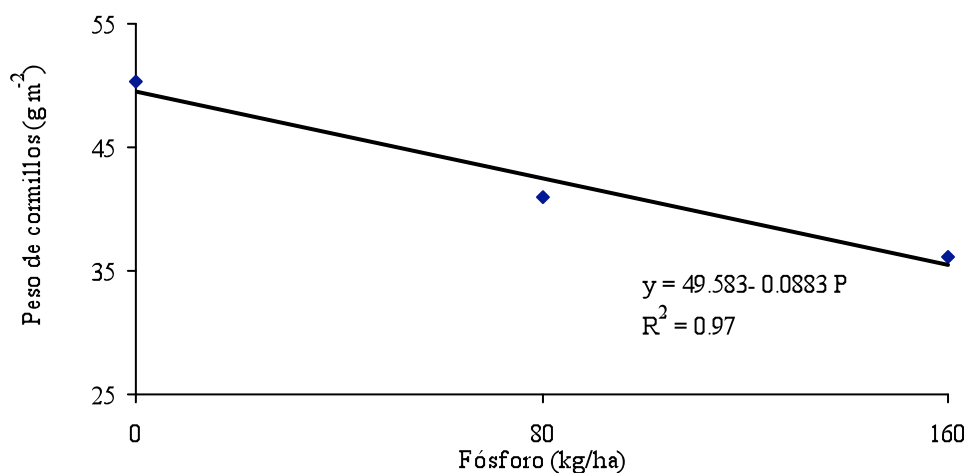


Figura 3.12. Peso de cormillos en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005.

3.4.1.13. Índice de área foliar

En la figura 3.13 se observa que el índice de área foliar (IAF) aumenta conforme avanza la estación de crecimiento del cultivo independientemente de los tratamientos, el mayor IAF de

gladiolo se encontró a los 89 dds. El IAF más alto se logró con 160 kg de P ha⁻¹ y el menor IAF correspondió al testigo (sin aplicación de P). El mayor IAF con P se debió a la mayor expansión foliar, ya que el número de hojas fue similar en todos los tratamientos.

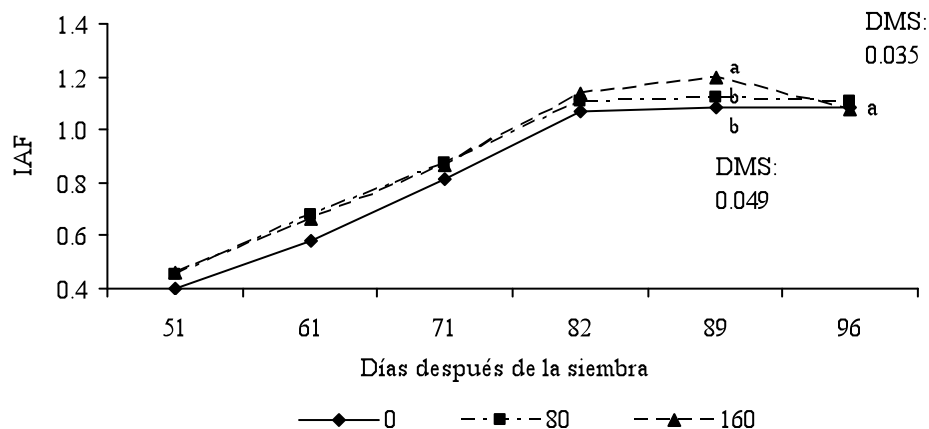


Figura 3.13. Dinámica del índice de área foliar (IAF) en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Entre curvas letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

3.4.1.14. Duración del área foliar

En el cuadro 3.1 se puede observar que la duración del área foliar (DAF) fue mayor con la aplicación de P. Es decir, el suministro de P incrementa la DAF, encontrándose diferencias significativas entre tratamientos. La mayor DAF se presentó en el periodo de los 71-82 dds, independientemente de los tratamientos, para disminuir de los 82 a los 96 dds. En los periodos de 51-61 y 61-71 dds la DAF fue mayor con 80 kg ha⁻¹ de P y menor con el testigo. Por otra parte, en los periodos de 71-82, 82-89 y 89 a 96 dds la DAF fue mayor con 160 kg de P ha⁻¹.

3.4.2. Análisis de crecimiento

En el cuadro 3.2 se puede observar los índices de análisis de crecimiento como la tasa de crecimiento absoluto (\overline{TCA}), tasa de crecimiento relativo (\overline{TCR}), tasa de crecimiento del cultivo (\overline{TCC}) y tasa de asimilación neta (\overline{TAN}). Observando, que en el periodo de 82-89 dds la \overline{TCA} , \overline{TCR} , \overline{TCC} y \overline{TAN} son mayores, para después disminuir en el periodo de 89-96 dds, independientemente de los tratamientos. En el periodo de los 82 a 89 dds la \overline{TCA} , \overline{TCC} y \overline{TAN} fue mayor con 80 kg de P ha⁻¹ y la menor \overline{TCA} , \overline{TCR} , \overline{TCC} y \overline{TAN} con 160 de P kg ha⁻¹. La mayor \overline{TCR} correspondió al testigo (sin aplicación de P). Sin embargo, en el periodo

de los 89 a 96 dds, la mayor \overline{TCA} , \overline{TCR} , \overline{TCC} y \overline{TAN} se logró con 160 kg de P ha⁻¹, mientras que los valores más bajos correspondieron a 80 kg de P ha⁻¹.

Cuadro 3.1. Duración del área foliar (DAF) en diferentes periodos de crecimiento de gladiolo en función del fósforo. Cocula, Gro. 2005.

Tratamiento P kg ha ⁻¹	Duración del área foliar (DAF) dds						Total
	51-61	61-71	71-82	82-89	89-96		
0	4.93 b	7.00 b	10.35 c	7.52 c	7.58 c	37.38 c	
80	5.65 a	7.75 a	10.89 b	7.81 b	7.78 b	39.88 b	
160	5.62 a	7.65 a	11.01 a	8.16 a	7.95 a	40.4 a	
Media general	5.4	7.47	10.75	7.83	7.77	39.22	
Prueba F	**	**	**	**	**	**	
Tukey 5%	0.24	0.21	0.12	0.21	0.159	0.47	

Letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05). **: Diferencias significativas (P< 0.01)

Cuadro 3.2. Análisis de crecimiento de la planta de gladiolo en función de la aplicación de fósforo. Cocula, Gro. 2005.

Fósforo (kg/ha)	\overline{TCA} (g día ⁻¹)		\overline{TCR} (g g ⁻¹ día ⁻¹)		\overline{TCC} (m ² día ⁻¹)		\overline{TAN} (g dm ⁻² día ⁻¹)	
	82-89	89-96	82-89	89-96	82-89	89-96	82-89	89-96
	dds	dds	dds	dds	dds	dds	dds	dds
0	0.300	0.104	0.060	0.016	7.500	2.589	0.070	0.024
80	0.312	0.063	0.056	0.009	7.798	1.577	0.070	0.014
160	0.282	0.130	0.053	0.019	7.054	3.244	0.061	0.029

3.4.3. Biomasa total

La biomasa total en la planta de gladiolo se observa en la figura 3.14, donde se presenta que la mayor biomasa acumulada se encontró a los 96 dds, independientemente de los tratamientos. Observando que no se obtienen diferencias significativas entre tratamientos. Por otra parte, la mayor biomasa total (g m⁻²) se logró con 160 kg de P ha⁻¹ (181.44 g m⁻²) y la menor correspondió al testigo.

3.4.4. Eficiencia agronómica del fósforo

En el cuadro 3.3 se puede observar que la mayor eficiencia agronómica (EA), recuperación aparente (RA), eficiencia fisiológica (EF) y extracción de P se tuvo con 80 kg ha⁻¹ de P,

mientras que los valores más bajos se encontró al aplicar 160 kg ha⁻¹ de P. Singh *et al.* (2002), observaron que la aplicación creciente de P incrementa el contenido de P en las hojas de gladiolo, además el uso de P incrementó el contenido de N en las hojas de la planta.

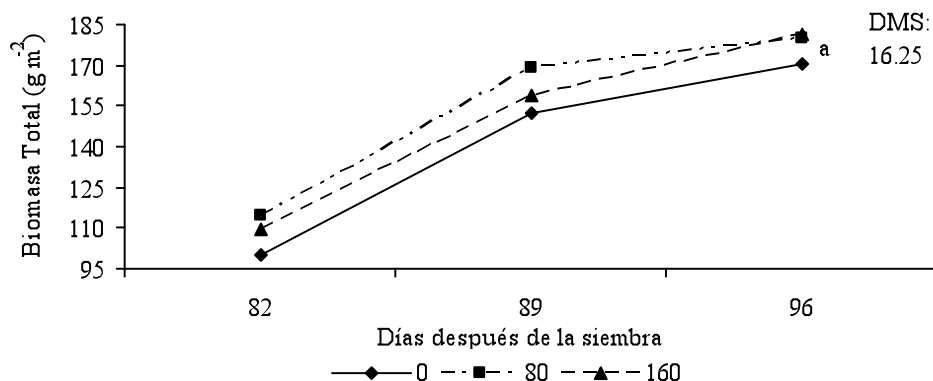


Figura 3.14. Biomasa total (g m⁻²) en función de la fertilización con fósforo. Cocula, Gro. 2005. Entre curvas letra igual indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

Cuadro 3.3. Eficiencia agronómica (EA), recuperación aparente (RA), eficiencia fisiológica (EF), y extracción de P de gladiolo en función de la aplicación de fósforo. Cocula, Gro. 2005.

Fósforo (kg/ha)	EA (kg/ha)	RA (%)	EF (kg/ha)	EP (kg/ha)
80	2.09	0.97	215.30	5.54
160	0.39	0.37	106.09	5.36

En resumen, estos resultados indican que la mayor producción de flor se logró con P, lo cuál fue el resultado de un mayor número de flores, longitud de la inflorescencia, tamaño de la flor, longitud del raquis, índice de área foliar y la duración de la misma. Así mismo, el peso de cormos y número de cormillos se incrementó. Por lo general, se observa que con 160 kg de P ha⁻¹ se obtiene la mayor producción de flor. En contraste, al mayor crecimiento de los parámetros florales estimulado por la aplicación de P, el diámetro de cormo y peso de cormos y cormillos se reduce. Así mismo, la extracción de P en el cultivo fue similar con las dosis de 80 y 160 kg de P ha⁻¹. Sin embargo, la eficiencia agronómica, recuperación aparente y eficiencia fisiológica fue mayor con 80 kg de P ha⁻¹. Esto sugiere que se debe buscar un manejo más apropiado de este nutrimento, particularmente fraccionando la aplicación de P y la utilización de dosis altas, de esta forma el suministro se da en el momento que más lo necesita la planta, para un mayor aprovechamiento.

3.5. CONCLUSIONES

La aplicación de P no afecta la altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta y el diámetro del cormo.

La aplicación de P incrementa la duración del área foliar, el número de flores por planta, tamaño de la flor, longitud de la inflorescencia, longitud del raquis y el número de cormillos en gladiolo. Pero reduce el peso de cormos y cormillos.

3. 6. LITERATURA CITADA

- Al-Khateb, I. K., M. J. Raihan and S. R. Asker. 1986. Phase equilibrium and Kinetics of orthophosphate in some Iraqui soils. *Soil Sci.* 141 (I): 31-37.
- Álvarez S., E., J. D. Etchevers B., J. Ortiz C., R. Núñez E., A. Martínez G. and Z. Castellanos J. 2001. Phosphorus nutrition of potato and maize seedlings. *Terra* 19(1): 55-65.
- Amado A., J. P. y P. Ortiz F. 2001. Consecuencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de avena irrigada con agua residual. *Terra* 19 (2):175-182.
- AOAC. 1980. Official methods of analysis of the official analytical chemist. 15th Edition. Association of official analytical chemist, Washington, D. C. 910 p.
- Bankar, G. J. 1988. Nutritional studies in tuberose (*Polianthes tuberosa*) cv. Double. *Progressive Horticulture* 20 (1-2): 49-52.
- Bankar, G. J. and A. Mukhopadhyay. 1985. Response of *Polianthes tuberosa* L. cv. Single to high doses of NPK. *South Indian Horticulture* 33 (3): 214-216.
- Bankar, G. J. and A. Mukhopadhyay. 1990. Effect of NPK on growth and flowering in tuberose cv. Double. *Indian Journal of Horticulture* 47 (1): 120-126.
- Barber, S. A. 1980. Soil-Plant interactions in the phosphorus nutrition of plants. *In*: F. E. Khasaghand, E. C. Sample (ed) *The Role of Phosphorus in Agriculture*. Amer. Soc. Agron. 591-615.
- Bass, R., A. Brands and N. Straver. 1995. Growth regulation of bedding plants and Poinsettia using low phosphorus fertilization and ebb-and-flow irrigation. *Act Hort.* 378: 129-137.
- Bastidas, G. L. R. y A. Segovia. 1989. Respuesta de la caña de azúcar var.'PR 980' a los fertilizantes N, P, K en un mollisol de la cuenca del lago de valencia. *Caña de azúcar* 7 (1): 33-44. Obtenido de la red. <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/cana/cana0701/texto/>. (25/11/05)
- Brinck, J. W. 1978. World resources of phosphorus. In *phosphorus in the environment: its chemistry and biochemistry*. Ciba foundation symposium 57 (new series). Elsevier Excerpta Medical North Holland. 320 p.
- Chapin, F. S. 1988. Ecological aspects of plant mineral nutrition. In *advances in plant nutrition* 3. Eds. Thinker and lauchli. Preger New York. pp: 161-192.

- Chapin, F. S. and R. L. Bielecky. 1982. Mild phosphorus stress in barley and related some-phosphorus-adapted barley grass, phosphorus fractions and phosphate absorption in relation to growth. *Physiology Plant* 54: 309-317.
- Chattopadhyay, T. K., M. R. Biswas and S. C. Jana 1992. Nitrogen and phosphorus effect on growth and production of gladiolus cv. Vink's Glory. *Annals of Agricultural Research* 13 (2): 191-192.
- Craswell, E. T. and D. C. Godwin. 1984. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. *Advances in Plant Nutrition* 1: 1-55.
- Cruz R., R. M. 2005. Fertilización fosfatada en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) sembrado en Cocula, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro. México. 46 p.
- Dzajuli, M. and T. Tadano. 1990. Comparison of tolerance to low pH and low phosphorus soil between sweet potato and potato. In symposium responses and tolerance mechanisms of plants to adverse soil condition, Cong. Int. de la Ciencia del Suelo.
- El-Meligy, M. M., A. A. Wahed and A. G. I. O. Baz. 1986. Effect of some fungicides on flowering and corm production of "Eurovision" gladiolus cultivar grown under different levels of potassium and phosphorus fertilizers. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor* 24 (1): 195-209.
- Etchevers, J. D. 1985. Un cuarto de siglo de investigaciones en los suelos volcánicos de México. Serie de Cuadernos de Edafología 1. CEDAF, Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
- Fan, M. X., Q. L. Wan. 1990. Studies on the tolerance of rice varieties to phosphorus deficiency. In symposium responses and tolerance mechanisms plant to adverse soil conditions.
- Fernández, P. D., H. P. Haag, S. Simao and J. R. De Mattos. 1974. Mineral nutrition of ornamental plants. VII. Studies on NPK fertilization of *Gladiolus grandiflorus* cv. Perusi. *Anais da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz* 31: 645-666.
- Fhose, D., N. Classen and A. Jungk. 1988. Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plant species. *Plant and Soil* 110: 101-109.

- Garduño G. J., J. A. S. Escalante E., J. A. López S. y E. J. Morales R. 2006. Eficiencia en el uso del agua y radiación en la producción de biomasa y rendimiento en la asociación girasol – fríjol en función del fósforo. XXXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. pp: 67.
- González E., D. R., S. Alcalde B., J. Ortiz C. y A. Castillo M. 1998. Dinámica de extracción de fósforo por trigo cultivado en diferentes ambientes. *Agrociencia* 32: 61-69.
- Goswami, N. M., M. B. Kamath and D. Santoso. 1990. Phosphorus requirements and management of maize, sorghum, and wheat. In phosphorus requirements for sustainable agriculture in Asia and Oceania. *International rice res. Inst.* 1990.
- Gowda, J. V. N., R. Jayanthi and B. Raju. 1988. Studies on the effect of nitrogen and phosphorus on flowering in gladiolus cv. Debonair. *Current research, University of Agricultural Sciences, Bangalore* 17 (6): 80-81.
- Gowda, J. V. N., S. Jacob and A. G. Huddar. 1991. Effect of N, P and K on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* Linn) cv. Double. *Indian Perfumer* 35 (2): 100-101.
- Guerloff, G. C. 1976. Plant efficiency in the use of nitrogen, phosphorus and potassium. In plant adaptation to mineral stress in problem soils. *Proceedings of a workshop at the national agricultural library, beltsville, maryland, nov. 1976.*
- Hanway, J. J. and R. A. Olson. 1980. Phosphate nutrition of corn, sorghum, soybeans and small grains. In: F. E. Khasagnehand, E. C. Sample (ed) *The role of phosphorus in agriculture. Amer. Soc. Agron.* 681-692.
- Herbien, S. A. and J. L. Neal. 1990. Soil pH and phosphates activity. *Common. In soil sci. Plant anal.* 21 (5 and 6): 439-456.
- Higaki, T., J. S. Imamura, and R. E. Paull. 1992. N, P and K rates and leaf tissue standards for optimum *Anthurium andreanum* flower production. *HortScience* 27 (8): 909-912.
- Juárez L., P. 2005. El fósforo en la calidad y producción de rosal de corte (*Rosa hybrida* L.). Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 39 p.
- Kawarkhe, V. J., R. N. Jane and B. J. Jadhao. 2001. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth and flowering in gladiolus variety Dabunoir. *Orissa Journal of Horticulture* 29(2): 31-34.

- Kishore, G. R. and P. V. Singh. 2006. Effect of N, P and K fertilization on vegetative growth of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Plant Archives* 6 (1):377-378.
- Lewis, D. C., M. Clark I. and W. B. Hall. 1987. Accumulation of plant nutrients and changes in soil properties of sandy soils under fertilized pasture in southeastern South-Australia. I. Phosphorus. *Australian Journal of Soil Research* 25(2) 193 – 202.
- Mallick, R., K. C. Mohapatra, P. K. S. Samanta and P. C. Lenka. 2001. Effects of different levels of N, P and K on flowering of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). *Orissa Journal of Horticulture* 29 (2):93-96.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. 543 p.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press. London, U. K. 889 p.
- Medina E., J.; O. Franco M., P. Zaldivar M., V. Torres V. y E. Bartola M. 2006. Fertilización fosfatada en el cultivo de maíz, en un suelo ácido. *Memorias del XXXIII congreso nacional de la ciencia del suelo*. pp: 30.
- Meixner, E. R. and M. J. Singer. 1985. Phosphorus fractions from & chromo sequence of alluvial soils san Joaquin valley California. *Soil Science* 1: 37-46.
- Mohanasundaram, S., S. S. Dahiya and S. Singh. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the nutrient content of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 32 (1/2): 64-66.
- Nowak, J. 2001. The effect of phosphorus nutrition on growth, flowering and leaf nutrient concentration of *Osteospermum*. *Act Hort.* 548: 557-560.
- Nowak, J. and S. Stroka. 2001. The effect of phosphorus nutrition on growth, flowering and chlorophyll fluorescence of New Guinea Impatiens “Pago Pago”. *Act Hort.* 548:561-565.
- Polle, A. E. and F. C. Konzak. 1990. Genetics and Breeding of cereals for acid soils and nutrient efficiency. In *Crops as enhancers of nutrient use* (Baligar, V. C. and R. R. Duncan Eds.) Academic press inc. pp: 81-130.
- Ramos, T. 1977. Factibilidad económica de la fertilización foliar fosfórica en maíz en Apodaca N. L. ITESEM. Monterrey, México (Tesis de Licenciatura).
- Rendig, V. V. and H. M. Taylor. 1989. Principles of soil- plant interrelationships. Mc Graw-Hill, Inc. USA. 275 p.

- Rodríguez, A., J. A. Álvarez y J. A. González. 1994. Extracción de macro nutrientes en cebolla. *Agrícola Vergel* 8 (147):151-155.
- Rufty, T. W., C. T. Jr. Mackown and D. W. Israel. 1990. Phosphorous stress effects on assimilation of nitrate. *Plant Physiol.* 94: 328-333.
- Salisbury, B. F. y C. Ross W. 1992. *Fisiología vegetal*. Iberoamérica. 759 p.
- Sanyal, S. R. and S. K. De Datta. 1991. Chemistry of phosphorus transformation in soil. *Advances in Soil Science* 16: 1-20.
- Sehrawat, A., V. P. Ahlawat and A. K. Gupta 2000. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on growth, flowering and corm production in gladiolus. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 29 (1/2):71-72.
- Shuman, L. M. 1992. Mineral nutrition. *In: Plant-environment interactions*. (Wilkinson R. E. ed.), Marcel Dekker, New York, USA. pp: 149-182.
- Singh, A., N. R. Godara and A. Kumar. 1996a. Effect of NPK on flowering and flower quality of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Haryana Agricultural University Journal of Research* 26 (1): 43-49.
- Singh, A., N. R. Godara and A. Kumar. 1996b. Effect of NPK on bulb production in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Haryana Agricultural University Journal of Research* 26 (3): 187-190.
- Singh, A., N. R. Godara and A. K. Gupta. 2000. Effect of nitrogen, phosphorus and potash application on N. P. K. content in leaves and bulbs of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 29(1/2):27-29.
- Singh, K. P. and K. S. Ha. 1990. Influence of different levels of nitrogen and phosphorus in gladiolus cv. Green Meadow cormels production. *South Indian Horticulture* 38 (4): 208- 210.
- Singh, S., N. R. Godara and B. P. Sharma 2005. Effect of VA-mycorrhizae, nitrogen and phosphorus on growth and flowering in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Integrated plant disease management. Challenging problems in horticultural and forest pathology*, Solan, India, 14 to 15 November 2003. pp: 241-245.
- Singh, W., S. K. Sehrawat, D. S. Dahiya and K. Singh 2002. Leaf nutrient status of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) cv. Sylvia as affected by NPK application. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 31 (1/2): 49-51.

- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154.
- Steiner, A. A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp: 43-54. *In: Proceedings of the 3rd International Congress on Soilless Culture. IWOSC. Sassari, Italy.*
- Tittonell, P., A. Chiesa, D. Germinara and J. de Grazia. 2003. Phosphorus and nitrogen fertilization in sweet corn ("*Zea mays*" L. var. *saccharata* Bailey). *Spanish Journal of Agricultural Research*. No. 2. 103 p.
- Tun D. De la C. J., J. L. Tirado. T., M. Sandoval V., L. Zúñiga E., J. A. Santizo R. y R. Díaz P. 2006. Requerimiento de nitrógeno, fósforo y potasio para plántulas de chile poblano. *Memorias del XXXIII congreso nacional de la ciencia del suelo. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.* pp: 89.
- Universal plants. 1988. Riego, fertilizante y nutrición balanceada en el cultivo del rosal. *Boletín informativo*. No. 14. Sevilla, España. pp: 17-19.
- Volke, H. V., J. Etchevers B., A. Sanjuan R. y T. Silva P. 1998. Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. *Terra* 16 (1): 80-91.
- Worthen, R. J. y R. Aldrich S. 1980. *Suelos agrícolas su conservación y fertilización*. 2a. Ed. UTEHA. 416 p.
- Yadav, L. P., T. K. Bose and R. G. Maiti. 1985. Response of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) to nitrogen and phosphorus fertilization. *Progressive Horticulture* 17 (2): 83-86.
- Yoshiba, M., S. Aso and T. Hosoya. 1981. Nutrition and physiology of ornamental flowering plants. Part. I. Influence of ratio of nitrate nitrogen and ammonium nitrogen on growth and mineral absorption. *J. Agric. Sci. Japan* 26 (1): 68-81.

CAPÍTULO IV

BIOMASA, CALIDAD DE LA FLOR Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO.

RESUMEN

El gladiolo se comercializa como flor de corte y debido a su uso en diferentes eventos sociales ha sido la razón de su creciente demanda. Por esto es necesario ofrecer al mercado flores de calidad; y con fertilización se puede incrementar la calidad y producción de flores. Aportándose los nutrimentos en las épocas de mayores necesidades de la planta, permitiendo así una mayor eficiencia de la fertilización. El potasio (K) en los cormos de gladiolo forma las reservas contenidos en estos, activa enzimas que favorecen la fotosíntesis y respiración, eleva la resistencia a ciertas enfermedades, estimula la floración y el fortalecimiento de los tallos florales, evitando que se doblen, por tal motivo, es necesario la aportación de fertilizantes ricos en K durante la floración. El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia del K sobre el crecimiento, la producción de biomasa y eficiencia agronómica del K en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) bajo condiciones de clima cálido. La siembra de gladiolo cultivar “Blanca perla” se realizó el 20 de diciembre de 2004 en el valle Iguala-Cocula, Gro. a una densidad de 250 mil plantas ha⁻¹. La cosecha se inició a partir del 1° de marzo de 2005. Los niveles de potasio (K) a evaluar fueron 00, 40 y 80 kg de K ha⁻¹ con la aplicación de 80 kg ha⁻¹ de nitrógeno y fósforo a cada uno de los tratamientos. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los resultados indican que el K no afectó la altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta, número de flores por planta, longitud de la inflorescencia y peso de cormillos. El área foliar, su duración, tamaño de la flor y longitud del raquis, diámetro del cormo, peso de cormos y número de cormillos se incrementó con 40 y 80 kg de K ha⁻¹ con respecto al testigo (sin aplicación de K). La eficiencia agronómica y eficiencia fisiológica fue mayor con 40 kg ha⁻¹ de K; en contraste, la recuperación aparente y extracción de K fue mayor con 80 kg ha⁻¹ de K.

Palabras clave: biomasa, calidad de flor, análisis de crecimiento y eficiencia del potasio.

CHAPTER IV
BIOMASS, FLOWER QUALITY AND GROWTH ANALYSIS IN FUNCTION TO
THE POTASSIUM FERTILIZATION

SUMMARY

Gladiolus is commercialized as flower of cut and due to its use in different social events has been the reason of its increasing demand. By this it is necessary to offer to the market-quality flowers; and with fertilization it is possible to increase the quality and production of flowers. The nutrients supplying at the times of greater necessities of the plant, allowing therefore a greater efficiency of the fertilization. The potassium (K) in the gladiolus corms forms the reserves contained in these, activates enzymes that favor the photosynthesis and breathing, elevates the resistance to certain diseases, stimulates the flowering and the fortification of the floral stems, avoiding that they bend, by such reason, is necessary the supply of rich fertilizer in K during the flowering. The objective of the present study was to determine the influence of the K on the growth, the production of biomass and agronomic efficiency of the K in gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) under conditions of warm climate. The sowing of Blanca perla gladiolus cultivar was made at December 20 of 2004 in the valley of Iguala-Cocula, Gro., with a density of 250 000 plants ha⁻¹. The harvest began from in March 1st of 2005. The potassium levels (K) to evaluate were 00, 40 and 80 kg ha⁻¹ of K with the application of 80 kg ha⁻¹ of nitrogen and phosphorus to each one of the treatments. The experimental design was a randomized complete blocks with four repetitions. The results indicate that the K did not affect the height of the plant, diameter of the stem, number of leaves by plant, number of flowers by plant, length of the spike and weight of cormels. The leaf area, its duration, size of the flower and rachis length, corm diameter, corm weight and cormels number were increased with 40 and 80 kg ha⁻¹ of K with respect to the witness (without application of K). The agronomic and physiological efficiency were greater with 40 kg ha⁻¹ of K; in contrast, the apparent recovery and extraction of K was greater with 80 kg ha⁻¹ of K.

Key words: *biomass, flower quality, growth analysis, potassium efficiency.*

4.1. INTRODUCCIÓN

El gladiolo se comercializa como flor de corte, siendo una de las más importantes por sus elegantes espigas, que poseen variación de colores y tamaños, siendo la razón de su creciente demanda; es por esto, que las prácticas de cultivo como la fertilización es uno de los factores de producción más importantes ya que se relaciona fundamentalmente con la calidad de la flor (Gowda *et al.*, 1988). Para realizar un programa de fertilización se debe conocer el consumo de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo y su dinámica de crecimiento. La curva óptima de consumo de nutrientes define la tasa de aplicación de un determinado elemento y las cantidades de nutrientes que deben aportarse en las épocas de mayores necesidades permitiendo así una mayor eficiencia de la fertilización (Rodríguez *et al.*, 1994). El uso de los fertilizantes está determinado por la necesidad de aumentar los rendimientos y también para lograr la mayor rentabilidad. Por esto, es necesario conocer la dosis óptima económica (DOE), es decir, es la dosis de fertilizante que el agricultor debe agregar al suelo con el objeto de obtener la máxima ganancia con el cultivo (Rebolledo, 1998). Por lo que, la aplicación de K a través del uso de fertilizantes es una práctica cotidiana, además incrementa rápidamente el nivel de este nutriente en el suelo y de una forma más disponible para la planta. El potasio (K) es uno de los macro nutrientes esenciales más importantes, debido a que cumple funciones vitales en la fisiología vegetal y por lo tanto su deficiencia origina importantes mermas en el rendimiento y/o calidad de los cultivos. El K se distribuye con facilidad en la planta de los órganos maduros a los jóvenes. Su función consiste en ser un activador de diversas enzimas que favorecen la fotosíntesis y respiración además de las enzimas involucradas en la síntesis de almidón y proteína. Este elemento contribuye de manera importante al potencial osmótico de las células (Salisbury y Ross, 1992). Por lo que, la nutrición con K aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades. Dosis relativamente altas de K incrementan el diámetro del tallo y la altura de planta, sin disminuir el peso seco de la raíz (Tremblay y Senécal, 1988). Este se pierde principalmente por la extracción por parte de los cultivos y de no existir erosión, la otra vía es por la lixiviación de K^+ (Torres, 2006). La producción de flor de corte de gladiolo es influenciado por el desarrollo de la planta, así como por la eficiencia del área fotosintética, por tanto, índices de crecimiento como tasa de crecimiento de cultivo (\overline{TCC}), tasa de asimilación neta (\overline{TAN}), tasa absoluta de crecimiento

(\overline{TCA}) y tasa de crecimiento relativo, son de gran utilidad para conocer como el ambiente o el manejo del cultivo y la fertilización afectan la eficiencia fotosintética de las plantas y en consecuencia el desarrollo del cultivo. La biomasa del cultivo genera una demanda de nutrientes para satisfacer sus necesidades metabólicas, ya que el cultivo no utiliza todo el fertilizante agregado, porque puede perderse en su interacción con el suelo, clima y manejo, esto obliga a considerar la eficiencia de la fertilización de los cultivos en los distintos agrosistemas. Por lo anterior, se considera que la dosis de fertilización, está dada por la demanda del nutrimento de un cultivo, el suministro de éste por parte del suelo y la eficiencia de recuperación del fertilizante (Rodríguez, 1993). Puesto que la absorción de nutrientes está relacionada con el crecimiento de la planta y las condiciones ambientales en las que se desarrolla (Adams, 1993). Es de gran importancia conocer las necesidades nutricionales del cultivo bajo unas condiciones de desarrollo bien definidas.

4.1.1. Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia del K sobre el crecimiento, la producción de biomasa y eficiencia agronómica en gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.) bajo condiciones de clima cálido.

4.2. REVISIÓN DE LITERATURA

4.2.1. Efecto del potasio (K) sobre los cultivos

El K actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la traslocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas, mejora la nodulación de las leguminosas, etc. Así mismo, una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a sequías o a presencia de enfermedades. Las deficiencias de K originan pérdidas en el rendimiento y afecta la calidad de los productos cosechados. En términos generales, para la mayoría de las especies cultivadas, los síntomas de deficiencia se presentan como clorosis (y en casos severos necrosis) en los márgenes y puntas de las hojas. Debido a la movilidad de este nutrimento dentro de la planta, es común que los síntomas se manifiesten sobre todo en las hojas más viejas (Torres, 2006). Tanaka y Hara (1972) mencionan que el N y el K son nutrimentos que están relacionados indirectamente, ya que, el K contribuye a la

estabilización de la actividad enzimática y la cantidad presente de N soluble incrementa con la deficiencia de K, indicando que la síntesis de proteína decrece con la deficiencia de este (Koch y Mengel, 1974).

4.2.2. Efecto del K en el crecimiento del cultivo

Cuevas (1999), señala que entre los numerosos nutrientes que intervienen en el cultivo del gladiolo, los que más influencia tienen y que suelen faltar en mayor o menor proporción en el suelo son nitrógeno, fósforo y potasio. El K es importante para el crecimiento y desarrollo de los bulbos, debido a que, forma sus reservas y proporciona mayor rigidez a los tallos florales, por lo tanto, son menos propensos a quebrarse.

Bankar y Mukhopadhyay (1990), mencionan que no encontraron que la aplicación de K no afectó la altura, las hojas por planta y en el tiempo la emergencia de la espiga. Por otra parte, Tremblay y Senécal (1988) indican que dosis altas de K incrementan el diámetro del tallo y la altura de planta, sin disminuir el peso seco de la raíz. De igual forma, Bhuyan *et al.* (1998) mencionan que el número y peso de espigas se incrementa con el aumento de la dosis de K por arriba de 60 g m⁻². El-Naggar (1999), menciona que la fertilización con K en un rango de 60 a 180 kg por 0.42 ha, se consideran ideales para el cultivo de nardo. Devecchi y Remotti (2003), reportan que una fertilización alta de potasio no incrementa el peso del rizoma en comparación con el testigo. Así mismo, Singh *et al.* (1997) no observaron efectos significativos por la aplicación de K sobre el crecimiento vegetativo y los parámetros florales de gladiolo. Por otra parte, Amado y Ortiz (2001) señalan que la aplicación de 100 kg de K ha⁻¹, no incrementa el rendimiento de grano de avena.

4.2.3. Efecto del K en la producción de biomasa del cultivo

Vidal-Martínez *et al.* (2006) encontraron que la aplicación de K incrementó el rendimiento de brócoli hasta la dosis 140 mg K kg⁻¹ de suelo, mientras que con 210 mg K kg⁻¹ suelo produjo un rendimiento tan bajo como el testigo (sin potasio). La biomasa seca no mostró diferencias significativas entre dosis de K.

4.2.4. Efecto del potasio sobre la calidad de la flor

Rojas (1994), en sus resultados obtenidos menciona que el nitrato de potasio (KNO_3) promovió y adelantó la floración en 45 días después de aplicado el producto, por lo tanto, por tal efecto indujo igualmente un adelanto de las cosechas, pudiéndose ofertar en época de mayor demanda del mercado internacional, logrando así mayor beneficio económico para el productor.

Belmar (2004), encontró que la aplicación de nitrato de potasio tuvo un efecto de retardar el momento de cosecha de gladiolo, además de obtener varas de buena longitud y mayor número de botones florales, generando mayor calidad de la vara floral.

4.2.5. Eficiencia agronómica del potasio

Los patrones de extracción son útiles para asociar las demandas nutrimentales con los requerimientos de fertilización y comparar variedades con respecto a su eficiencia en el aprovechamiento de los fertilizantes (González *et al.*, 1998).

Mohanasundaram *et al.* (2003) encontraron que el contenido de K en la hoja de nardo disminuyó con la aplicación de N y P, reduciendo de 3.64% (testigo) a 3.42% (240 ppm de N) y de 3.62% (testigo) a 3.39% con 80 ppm de P, comportándose de igual forma en el contenido de K en la espiga. Bankar y Mukhopadhyay (1990) señalan que el contenido de K en las hojas se incrementa con la aplicación de K_2O . Sin embargo, mostró una relación negativa con el número de flores por espiga en nardo (-0.235^*). Singh *et al.* (2000) observaron que el contenido de K en las hojas de nardo se incrementa significativamente al aumentar la dosis de fertilización de K. Tun *et al.* (2006) indican que la aplicación de K incrementó significativamente el contenido foliar de N y K al aumentar el nivel en la solución nutritiva, aunque esto no propició el aumento de la producción de materia seca, lo cual coincide con el reporte de Bugarin *et al.* (2002) para tomate en producción.

Hernández *et al.* (2006) mencionan que la mayor acumulación de biomasa y consumo de NPK correspondió al período comprendido entre los 51 y 125 días después de la plantación con dos momentos de mayor extracción, en las etapas de emisión de la espiga floral y el engrosamiento del cormo. Además, mencionan que en la acumulación como en el consumo el cultivo de gladiolo absorbe mayor cantidad de potasio, seguido por el nitrógeno y posteriormente por el fósforo, llegando a extraer aproximadamente hasta 106.8, 38.1 y 177.7

kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Vidal-Martínez *et al.* (2006) señalan que las concentraciones de K (mg kg⁻¹) en brócoli, y en el follaje de brócoli, al momento de la cosecha, no fueron diferentes entre niveles de K. De acuerdo con Dufault (1994), las variedades de una misma especie requieren diferentes condiciones nutrimentales para mostrar su máximo potencial. Dufault (1986), al estudiar la respuesta fisiológica de plántulas de melón a la fertilización previa al trasplante de cv. Magnum 45, utilizando soluciones de N y K (0.71, 3.57 y 17.86 mol N m⁻³ y de 0.26, 1.28 y 6.41 mol K⁺ m⁻³), con base en urea y KCl, determinó un efecto cuadrático para N y efecto lineal para K, es decir una concentración mayor de K puede incrementar el potencial de crecimiento de las plántulas.

Preciado *et al.* (2002), reportan que los híbridos de Crusier (HC) y Gold Eagle (HGE) presentaron diferente respuesta en el crecimiento y en la extracción nutrimental a la composición química de las soluciones nutritivas; con el HC se obtuvieron plántulas con mayor crecimiento y mayor extracción nutrimental con 12 mol NO₃⁻ m⁻³ y 10 mol K⁺ m⁻³, mientras que con el HGE se logró lo mismo con 12 ó 14 mol NO₃⁻ m⁻³ y 7 mol K⁺ m⁻³.

4.2.6. Resumen de la literatura

El K actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la traslocación de fotosintatos, y en los cultivos aumenta la resistencia a sequías o a la presencia de enfermedades. Es importante para el crecimiento y desarrollo de los bulbos, debido a que, forma sus reservas y proporciona mayor rigidez a los tallos florales, por lo tanto, son menos propensos a quebrarse (Cuevas, 1999). La deficiencia de K origina pérdidas en el rendimiento y afecta la calidad de los productos cosechados. El K incrementa el diámetro del tallo, la altura de planta (Tremblay y Senécal, 1988), el número espigas, peso de espigas (Bhuyan *et al.*, 1998), así como, el mayor número de botones florales y longitud de la espiga (Belmar, 2004). Además, promueve y adelanta la floración (Rojas, 1994). Sin embargo, otros estudios mencionan la aplicación de K no afecta la altura, las hojas por planta, en el tiempo de la emergencia de la espiga (Bankar y Mukhopadhyay, 1990) y el peso del rizoma (Devecchi y Remotti, 2003). Por otra parte, señalan que el contenido de K en las hojas se incrementa con la aplicación de K (Bankar y Mukhopadhyay, 1990; Singh *et al.*, 2000; Tun *et al.*, 2006). Sin embargo, muestra una relación negativa con el número de flores por espiga (Bankar y Mukhopadhyay, 1990).

4.3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1. Localización del área de estudio

La descripción del área de estudio (suelo y clima) se presentaron en el capítulo 1.

4.3.2. Tratamientos y diseño experimental

La siembra de gladiolo cultivar “Blanca perla” se realizó el 20 de diciembre de 2004, en un suelo arcilloso con pH de 7.5. La cosecha se inició a partir del 1° de marzo de 2005. La densidad de población fue de 250 mil plantas ha^{-1} . Los tratamientos a evaluar fueron los siguientes: 1) 00, 2) 40 y 3) 80 $kg\ ha^{-1}$ de K. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Todo el experimento se fertilizó con 80 $kg\ ha^{-1}$ de N y P.

4.3.3. Variables de crecimiento del cultivo de gladiolo

Crecimiento

Las variables de crecimiento y la forma de toma de datos, se indican en el capítulo II.

4.3.4. Análisis de crecimiento del cultivo de gladiolo

La forma de muestreo y cálculo de la tasa de crecimiento absoluto (\overline{TCA}), tasa de crecimiento relativo (\overline{TCR}), tasa de crecimiento del cultivo (\overline{TCC}) y tasa de asimilación neta (\overline{TAN}) se indican en el capítulo II.

4.3.5. Análisis del tejido vegetal

Para realizar el análisis de tejido vegetal se tomaron tres plantas como muestra de cada tratamiento, las cuales fueron secadas a 80° C en la estufa, se pesaron para obtener la biomasa seca y posteriormente su respectivo contenido nutrimental para establecer la curva de acumulación de K (este análisis solo se hizo en plantas de punto de corte). Las muestras se tomaron cuando la planta se encontraba en la aparición de la inflorescencia, punto de corte y final de floración.

El análisis del tejido vegetal para determinar potasio (K) en la planta se realizó mediante el método de fotometría de flama (AOAC, 1980), en el laboratorio de Edafología del Colegio de Postgraduados.

4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.4.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo

4.4.1.1. Altura de la planta

En la figura 4.1 se observa que la altura de la planta se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. La mayor altura se presentó a los 79 dds, independientemente de los tratamientos. No se observaron diferencias significativas por efecto del K. La altura media fue de 21.2, 25.8, 33.1, 37.7, 43.8, 46.0, y 58.0cm a los 29, 36, 43, 50, 60, 71 y 79 dds. Así mismo, Kishore y Singh (2006), mencionan que al estudiar el efecto de N, P y K, el K no afectó la altura de la planta de nardo. Por otra parte, Pradhan *et al.* (2004), mencionan que la combinación de 40 y 30 g m⁻² de N y K registró los valores más altos en la altura de la planta (59.97cm) de gladiolo con respecto a las dosis más bajas (0, 10 y 20 g m⁻² de K).

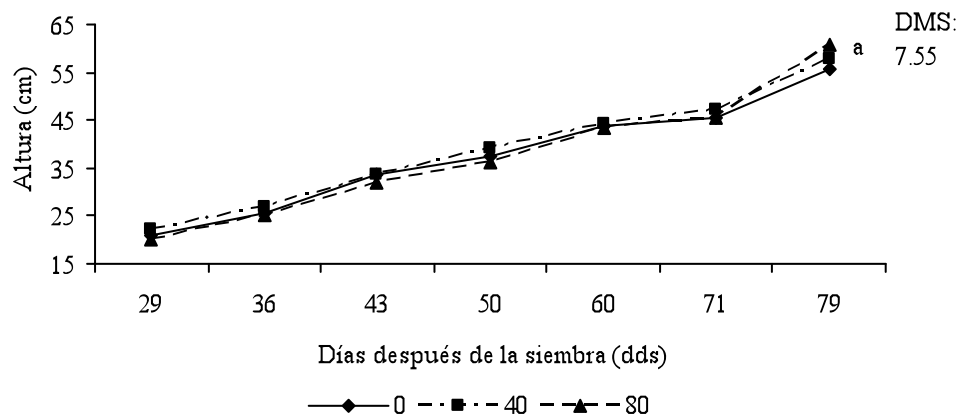


Figura 4.1. Dinámica de la altura de la planta de gladiolo en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro.2005. Letras iguales en las curvas indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

4.4.1.2. Diámetro del tallo

En la figura 4.2 se observa que el diámetro del tallo se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. El mayor diámetro del tallo se encontró a los 79 dds, independientemente de los tratamientos. No se observaron diferencias significativas por efecto del K. El diámetro promedio fue de 1.15, 1.18, 1.52, 1.67, 1.86, 2.15 y 2.37cm a los 29, 36, 43, 50, 60, 71 y 79 dds, respectivamente. Es decir, el K no mostró influencia en el diámetro del tallo.

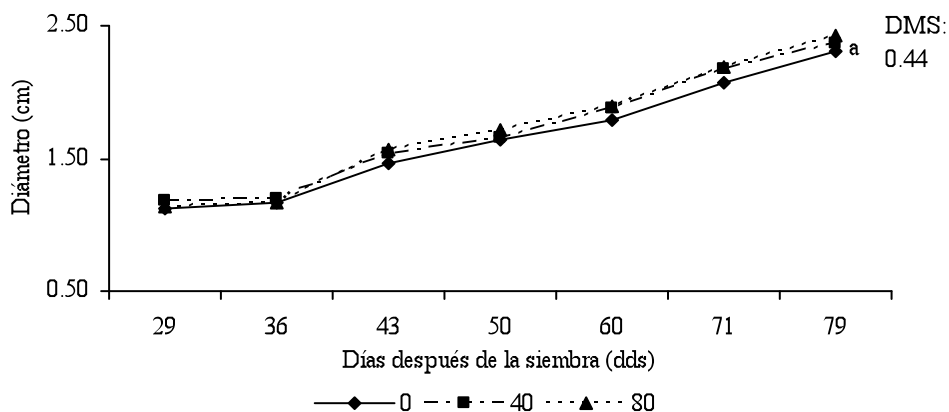


Figura 4.2. Dinámica del diámetro del tallo de la planta de gladiolo en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Letras iguales en curvas indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

4.4.1.3. Número de hojas por planta

En la figura 4.3 que presenta la dinámica de aparición de las hojas por planta, llegando a tener el mayor número de hojas a los 96 dds, independientemente de los tratamientos. También se observa que la aplicación de K no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, a los 82 y 96 dds la cantidad de hojas disminuyó con 80 kg de K ha⁻¹. Resultados similares reportan Kishore y Singh (2006) en nardo, ya que, no observaron cambios significativos en el número de hojas, longitud y ancho de la hoja por la aplicación de K. Por otra parte, Pradhan *et al.* (2004), mencionan que en gladiolo la combinación de 40 y 30 g m⁻² de N y K registró el mayor número de hojas por planta (10.67) y el menor número de hojas correspondió a 0, 10 y 20 g de K m⁻².

4.4.1.4. Área foliar

En la figura 4.4 se observa la dinámica del área foliar (AF), donde se puede notar un incremento conforme avanzó el desarrollo del cultivo. La mayor área foliar se observó a los 89 dds en los tres tratamientos, observando diferencias altamente significativas por efecto del K aplicado. La mayor área foliar se logró con 40 kg ha⁻¹ y la menor cuando no se aplicó K. Resultados similares, son reportados por Pradhan *et al.* (2004) quienes mencionan que la aplicación de altos niveles de N y K (40-30 g m⁻² de N y K) registró la mayor área foliar en gladiolo (87.90 cm²).

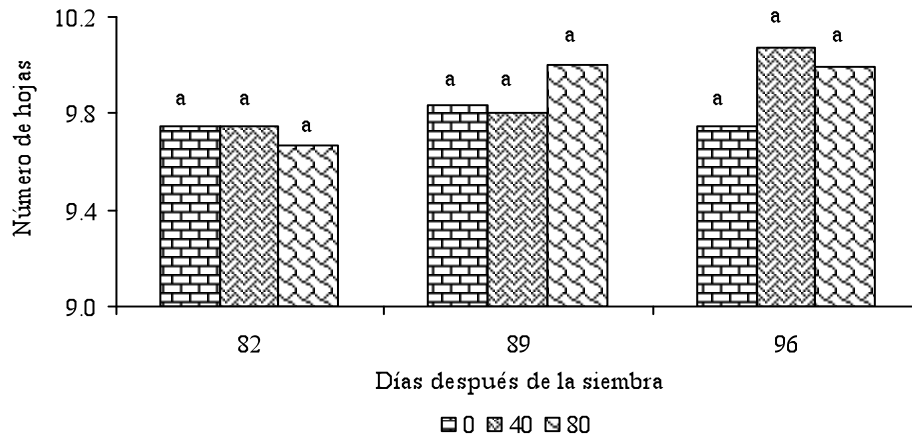


Figura 4.3. Número de hojas por planta en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras iguales indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

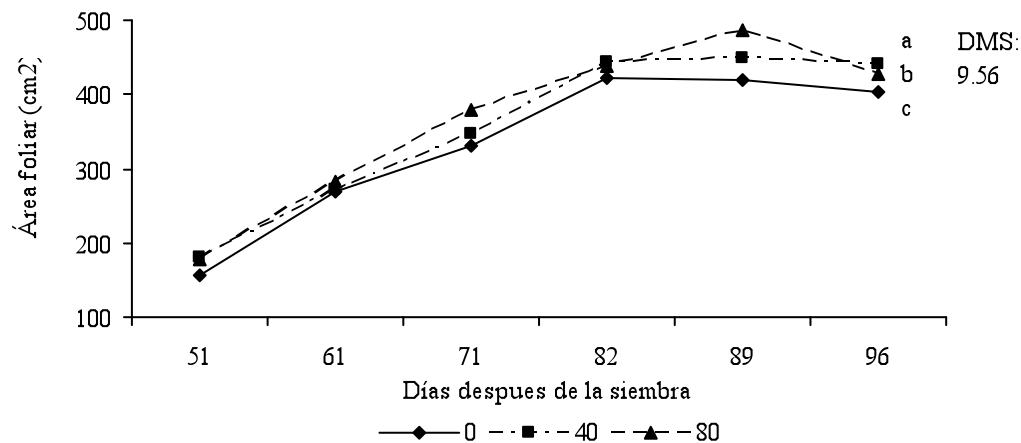


Figura 4.4. Dinámica de crecimiento del área foliar del cultivo de gladiolo en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Letras diferentes en las curvas indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

4.4.1.5. Número de flores por planta

El número de flores por planta evaluadas a los 89 y 96 dds no mostró diferencias debido a la aplicación de potasio (Figura 4.5). Por otra parte, El-Meligy *et al.* (1986) mencionan que la mayor producción de flores de gladiolo se observó con 120 kg de K por 0.42 ha. Gowda *et al.* (1991) señalan que el número de flores por espiga, número espigas florales y el rendimiento de flores (40.2 espigas) de nardo, fue mayor con 125 kg de K ha⁻¹ y menor con 100 kg de K ha⁻¹. Es decir, el número de flores se incrementa en relación a la aplicación de K. Así mismo, Roychowdhury y Roychowdhury (1995), encontraron en gladiolo que la aplicación de 4 g m⁻²

de K_2SO_4 produjo el mayor número de flores por espiga. Pradhan *et al.* (2004) observaron un mayor número de flores por espiga (13.4) en gladiolo con 40-30 g m^{-2} de N y K.

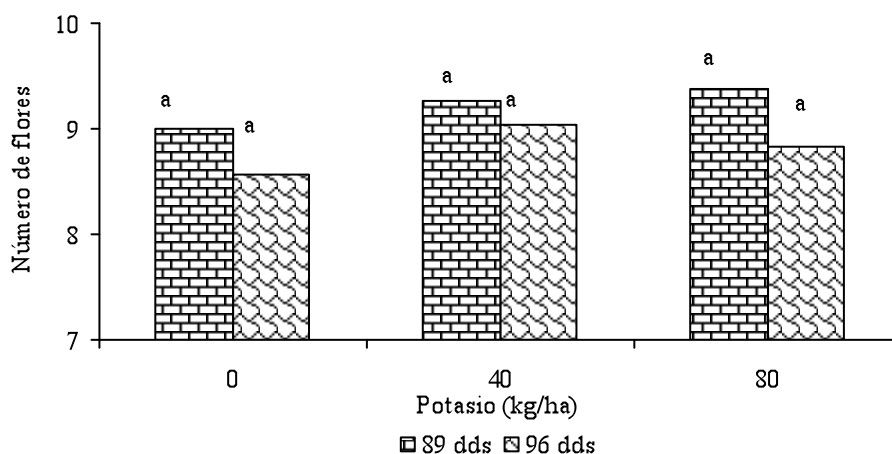


Figura 4.5. Número de flores por planta en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras iguales indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

4.4.1.6. Tamaño de la flor

En el tamaño de la flor a los 89 y 96 dds, mostró diferencias altamente significativas en función del K aplicado. El mayor tamaño de la flor se logró con 80 kg de $K ha^{-1}$ y el menor tamaño correspondió al testigo (sin aplicación de K) (Figura 4.6). Así mismo, Bhuyan *et al.* (1998) reportan que el tamaño de la flor de nardo se incrementa con niveles de K arriba de 60 g m^{-2} . En gladiolo, Roychowdhury y Roychowdhury (1995), mencionan que el mayor diámetro de flor se observó con 8 g m^{-2} de K_2SO_4 . Sin embargo, Dufault *et al.* (1990) encontró que la fertilización con N y K no afecta el tamaño de la flor y la vida de florero.

4.4.1.7. Longitud de la inflorescencia

En la figura 4.7 se puede observar que la longitud de la inflorescencia se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. Así mismo, se puede observar que la aplicación de K no afectó la longitud de la inflorescencia, siendo en promedio de 8.6, 11.1, 18.5, 23.7, y 24.4cm a los 83, 86, 89, 92 y 96 dds. Sin embargo, Sehrawat *et al.* (2000), Mallick *et al.* (2001) y Pradhan *et al.* (2004) en gladiolo, Gowda *et al.* (1991) en nardo, señalan que la mayor longitud de la inflorescencia se logró con la aplicación de K.

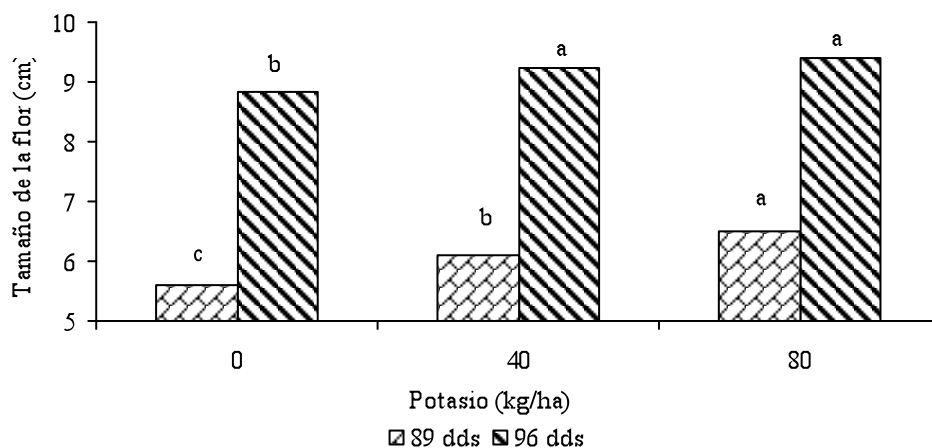


Figura 4.6. Tamaño de la flor en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Entre columnas letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

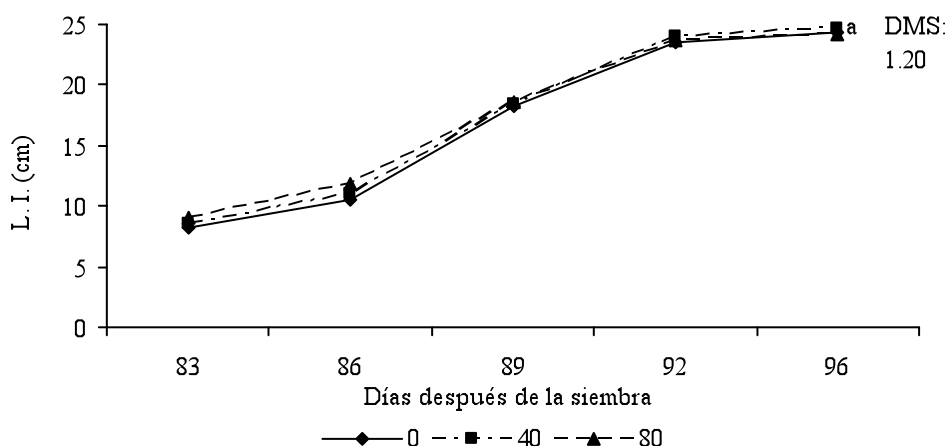


Figura 4.7. Dinámica de crecimiento de la longitud de la inflorescencia (L. I.) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Letras iguales en las curvas indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

4.4.1.8. Longitud del raquis

Durante el crecimiento de la planta se observó que la longitud del raquis se incrementó conforme avanzó el desarrollo del cultivo. La mayor longitud del raquis se presentó a los 96 dds, independientemente de los tratamientos. Por otra parte, el K ocasionó diferencias significativas. La mayor longitud del raquis se logró con 40 kg de K ha⁻¹ y la menor correspondió al testigo (sin la aplicación de K) (Figura 4.8). Así mismo, Bankar (1988) encontró que el K se incrementó la longitud del raquis en nardo. También en nardo, Singh *et al.* (1996a) reportan que el K incrementó la longitud del raquis de la última flor abierta.

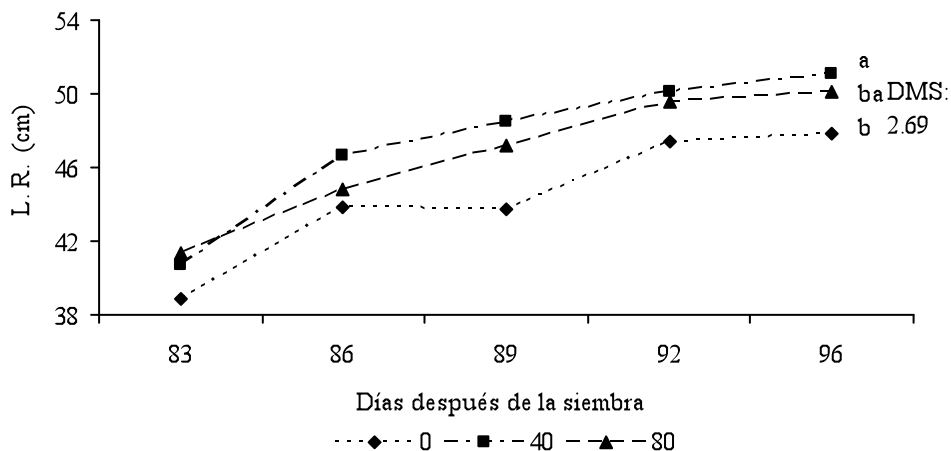


Figura 4.8. Dinámica de crecimiento de la longitud del raquis (L. R.) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Letras diferentes en las curvas indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

4.4.1.9. Diámetro del cormo

El diámetro del cormo mostró cambios significativos por efecto del K. En la figura 4.9 se observa que el diámetro del cormo se incrementa al aumentar la dosis de K. El mayor diámetro se logró con 80 kg de K ha⁻¹ y el menor diámetro correspondió al testigo (sin K), presentando una relación polinomial. Resultados similares son reportados por Barma *et al.* (1998), quienes reportan que el mayor diámetro de cormo (4.2cm) se logró con la dosis más alta de K (30 g m⁻²). Sin embargo, Singh *et al.* (1996b) encontraron que el rendimiento del bulbo por la aplicación de K no se incrementó significativamente.

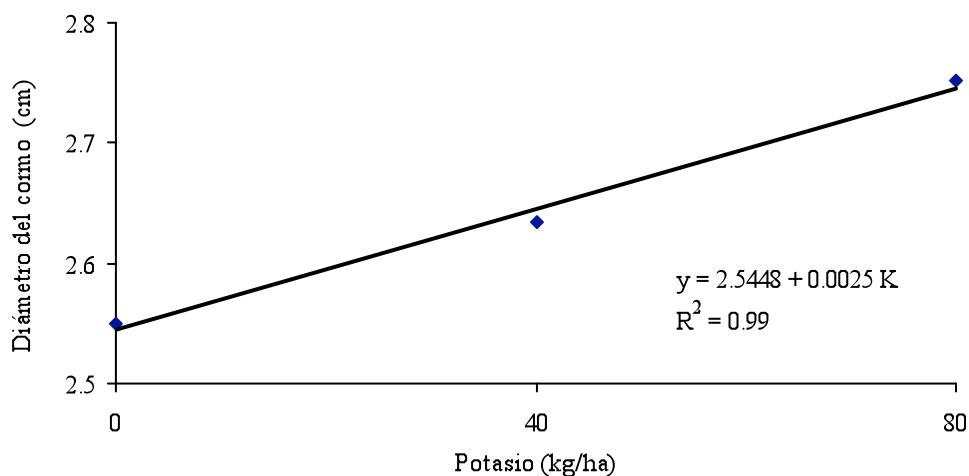


Figura 4.9. Diámetro del cormo en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.

4.4.1.10. Peso de cormos

En el peso de cormos se encontraron diferencias altamente significativas debido a la aplicación de K. El mayor peso de cormo se observó con 80 kg de K ha⁻¹ y el menor peso se tuvo cuando no se aplicó K (Figura 4.10). El peso de cormos y la fertilización con K mostraron una relación polinomial. Resultados similares fueron reportados por Fernández *et al.* (1974) quienes indican que la fertilización con K incrementó el peso del cormo de gladiolo. También en gladiolo, El-Meligy *et al.* (1986) mencionan que los mejores resultados para la producción de cormos fueron obtenidos con 120 kg de K por 0.42 ha., y Barma *et al.* (1998) señalan que con la dosis más alta de K (30 gm⁻²). Así mismo, Das (1998) indica que el mayor peso de cormos se mostró al aumentar la dosis de K (200 kg de K ha⁻¹).

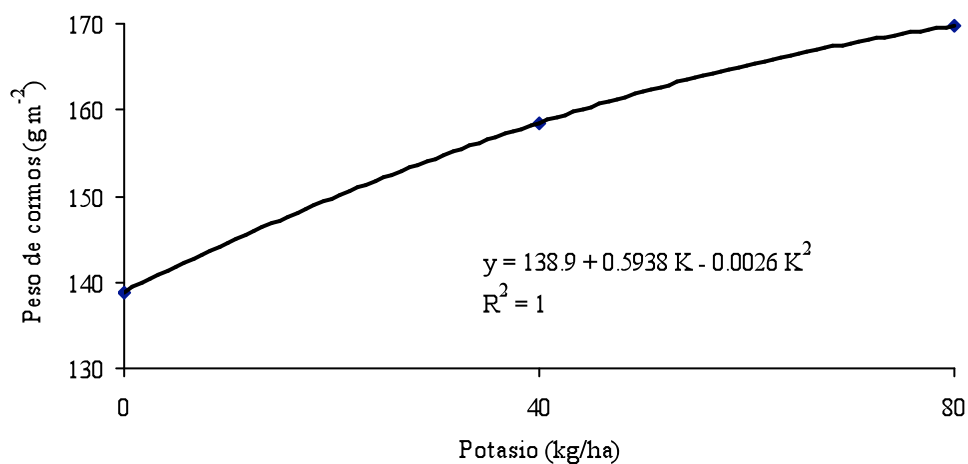


Figura 4.10. Peso de cormos en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.

4.4.1.11. Número de cormillos

En la figura 4.11 se observa que el número de cormillos mostró diferencias altamente significativas debido a la aplicación de K, incrementando el número de cormillos por m² con la aplicación de K. Teniendo mayor número de cormillos con 80 kg de K ha⁻¹ y el menor cuando no se aplicó K, así mismo, mostraron una relación lineal. Tendencias similares fueron reportados por Singh *et al.* (1997) y Barma *et al.* (1998) en gladiolo, quienes mencionan que la aplicación de dosis altas de K promueve la producción de cormillos, es decir, incrementa el número de cormillos por planta. Así mismo, Bhuyan *et al.* (1998) encontraron que con el aumento de la dosis de K a 60 g m⁻², la producción de bulbos de nardo fue mayor. Sehrawat *et al.* (2000) mencionan que el mayor número de cormos se consiguió con 80-20-20 g m⁻² de

NPK. Sin embargo, Das (1998) en gladiolo y Kishore y Singh (2006) en nardo, señalan que los niveles de K no afectaron el número de bulbos por planta.

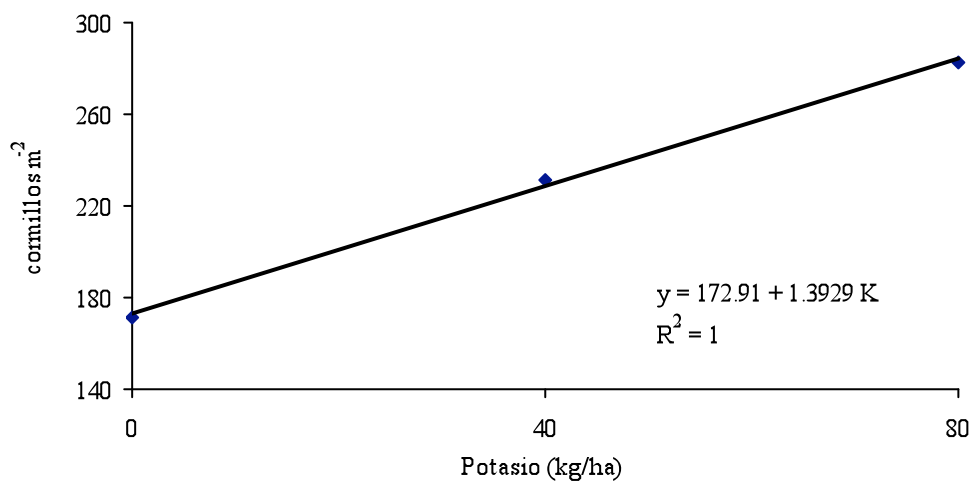


Figura 4.11. Cormillos por m² en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.

4.4.1.12. Peso de los cormillos

Para el peso de cormillos no se observaron diferencias por efecto de la aplicación de K (Figura 4.12). El peso de cormillos promedio fue de 40.61, 41.04 y 41.71 g m⁻² para 00, 40 y 80 kg ha⁻¹ de K, respectivamente. El peso de cormillos y la aplicación de K presentaron una relación lineal. Por otra parte, Barma *et al.* (1998) reportan que con la aplicación 30 g m⁻² de K se incrementó el peso de los cormillos por planta (5.53 g). Singh *et al.* (1997) encontraron un efecto significativo sobre el peso de cormillos por planta, siendo mayor con 200 kg ha⁻¹ de K.

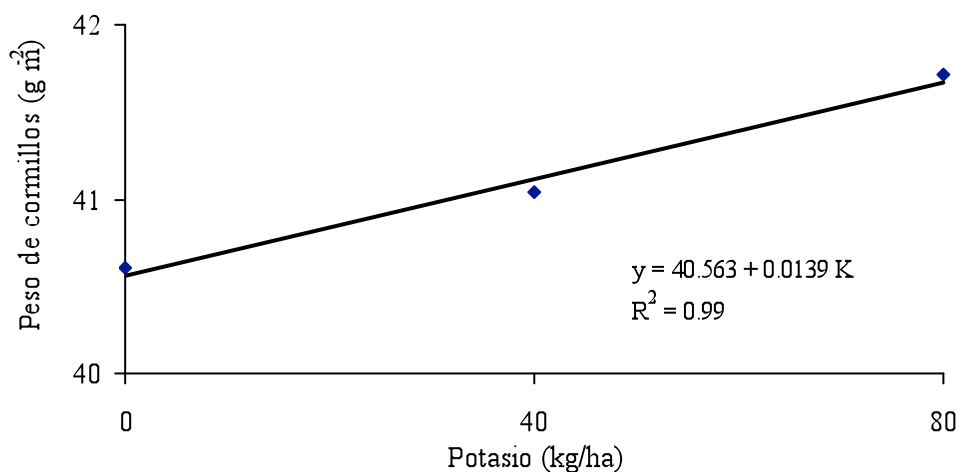


Figura 4.12. Peso de cormillos en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005.

4.4.1.13. Índice de área foliar

En la figura 4.13 se observa que el índice de área foliar (IAF) aumenta conforme avanza la estación de crecimiento del cultivo. El mayor IAF de gladiolo se encontró a los 89 dds, independientemente de los tratamientos. El IAF más alto de los 51 a los 96 dds, se presentó cuando se aplicó 80 kg de K ha⁻¹ y el menor IAF correspondió al testigo (sin aplicación de K). El mayor IAF con K se debió a la mayor expansión foliar, debido a que el número de hojas fue similar en todos los tratamientos.

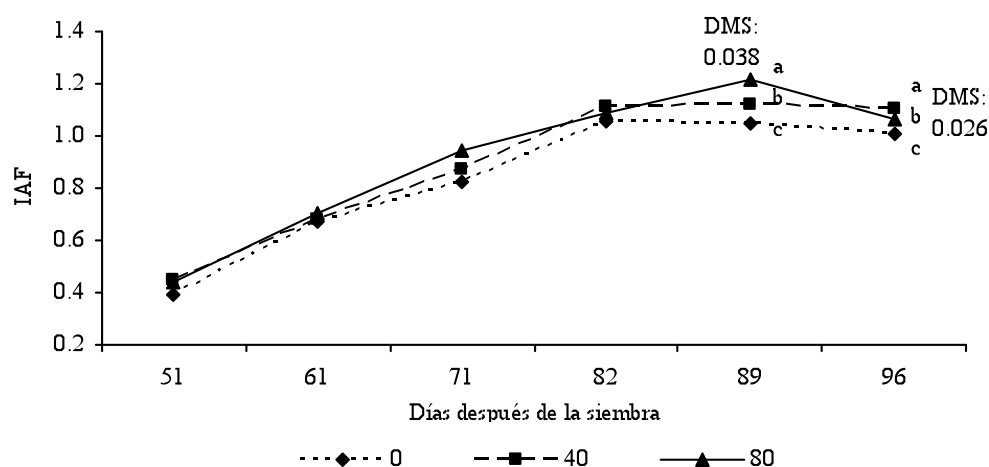


Figura 4.13. Dinámica del índice de área foliar (IAF) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Letras diferentes en las curvas indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

4.4.1.14. Duración del área foliar

La duración del área foliar (DAF) fue mayor con la aplicación de 80 kg de K ha⁻¹ y la DAF más baja correspondió al testigo. En todos los tratamientos la DAF fue más alta de los 71 a 82 dds (Cuadro 4.1) para disminuir de los 82 a los 96 dds.

4.4.2. Análisis de crecimiento

En el cuadro 4.2 se presentan la tasa de crecimiento absoluto (\overline{TCA}), tasa de crecimiento relativo (\overline{TCR}), tasa de crecimiento del cultivo (\overline{TCC}) y tasa de asimilación neta (\overline{TAN}). En el periodo de 82-89 dds se encontró la \overline{TCA} , \overline{TCR} , \overline{TCC} y \overline{TAN} más altas. Posteriormente disminuyó en el periodo de 89-96 dds, independientemente de los tratamientos. De los 89 a 96 dds, las plantas con 40 kg de K ha⁻¹ mostraron la \overline{TCA} , \overline{TCR} , \overline{TCC} y \overline{TAN} más altas con relación al testigo.

Cuadro 4.1. Duración del área foliar (DAF) en diferentes periodos de crecimiento de gladiolo en función del potasio. Cocula, Gro. 2005.

Tratamiento K kg ha ⁻¹	Duración del área foliar (DAF) dds						Total					
	51-61	61-71	71-82	82-89	89-96							
0	5.35	b	7.51	c	10.35	c	7.37	c	7.20	c	37.78	c
40	5.65	a	7.75	b	10.89	b	7.81	b	7.78	b	39.88	b
80	5.73	a	8.25	a	11.18	a	8.07	a	8.00	a	41.30	a
Media general	5.58		7.84		10.82		7.76		7.66		39.65	
Prueba F	**		**		**		**		**		**	
Tukey 5%	0.164		0.206		0.234		0.194		0.081		0.658	

Las letras diferentes indican que las diferencias son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

Cuadro 4.2. Análisis de crecimiento de la planta de gladiolo en función de la aplicación de potasio. Cocula, Gro. 2005.

Potasio (kg/ha)	\overline{TCA} (g día ⁻¹)		\overline{TCR} (g g ⁻¹ día ⁻¹)		\overline{TCC} (m ⁻² día ⁻¹)		\overline{TAN} (g dm ⁻² día ⁻¹)	
	82-89	89-96	82-89	89-96	82-89	89-96	82-89	89-96
	dds	dds	dds	dds	dds	dds	dds	dds
0	0.370	0.025	0.070	0.004	9.256	0.625	0.088	0.006
40	0.312	0.063	0.056	0.009	7.798	1.577	0.070	0.014
80	0.340	0.024	0.062	0.003	8.512	0.596	0.074	0.005

4.4.3. Biomasa total

La figura 4.14 que presenta la biomasa total en la planta de gladiolo indica que la mayor biomasa se encontró a los 96 dds, independientemente de los tratamientos. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Con 40 kg de K ha⁻¹ se logró una biomasa de 180.19 g m⁻² y al testigo la biomasa más baja con 172.13 g m⁻².

4.4.4. Eficiencia agronómica del potasio

Los valores en el cuadro 4.3 fueron obtenidos a partir de la diferencia entre los tratamientos y el testigo (sin aplicación de K). La extracción de K (EK) se incrementó con 2.89 kg con la aplicación de 40 a 80 kg ha⁻¹ de K. La mayor eficiencia agronómica (EA) y eficiencia fisiológica (EF) se encontró cuando se aplicó 40 kg de K ha⁻¹, mientras que la mayor recuperación aparente (RA, %) se tuvo con 80 kg de K ha⁻¹. Singh *et al.* (2002) señalan que con el uso de N y K, el contenido de K en la hoja aumentó perceptiblemente.

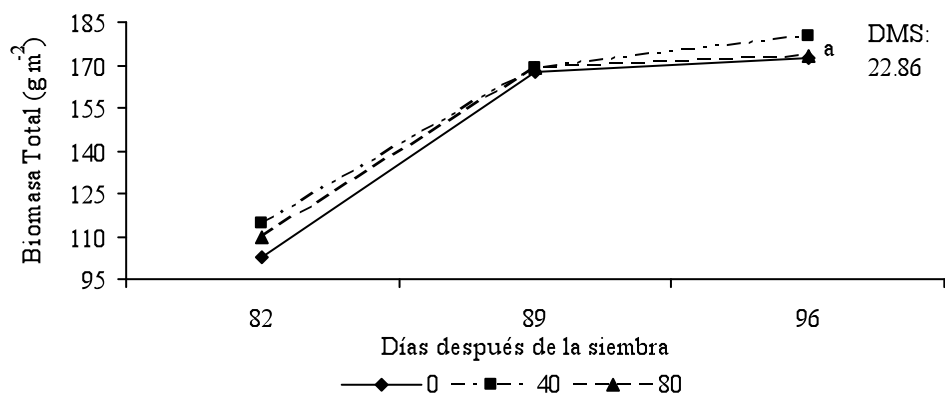


Figura 4.14. Biomasa total (g m^{-2}) en función de la fertilización con potasio. Cocula, Gro. 2005. Letra similares indican que las diferencias no son estadísticamente significativas (Tukey 0.05).

Cuadro 4.3. Eficiencia agronómica (EA), recuperación aparente (RA), eficiencia fisiológica (EF) y extracción de K (EK) de gladiolo en función de la aplicación de potasio. Cocula, Gro. 2005.

Potasio (kg/ha)	EA (kg/ha)	RA (%)	EF (kg/ha)	EK (kg/ha)
40	0.38	1.05	35.82	24.53
80	0.16	4.13	3.93	27.42

En resumen, estos resultados indican que con la aplicación de K se logra un mayor tamaño de la flor, longitud del raquis, área foliar y su duración, así como, mayor diámetro de cormo, peso de cormos y número de cormillos. En contraste, el peso de cormillos no fue afectado por la aplicación de K. Por otra parte, el gladiolo con K mostró mayor eficiencia agronómica y fisiológica con 40 kg ha^{-1} . Así mismo, la extracción de K en el cultivo fue mayor con el nivel más alto de K. Esto sugiere que se debe buscar el momento apropiado para la aplicación de K, de esta forma tener un mejor aprovechamiento de este nutrimento.

4.5. CONCLUSIONES

La aplicación de potasio incrementa el área foliar y su duración, el tamaño de la flor, longitud del raquis, diámetro de cormo, peso de cormos y el número de cormillos.

4.6. LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1993. Crop Nutrition in Hydroponics. ISHS Acta Horticulturae, Symposium on soil and soilless media under protected cultivation in mild winter climates. N: 323, February 1993. Obtenido de la red. <http://www.actahort.org/books/323>. (30/10/05).
- Amado A., J. P. y P. Ortíz F. 2001. Consecuencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de avena irrigada con agua residual. Terra 19 (2):175-182.
- AOAC. 1980. Official methods of analysis of the official analytical chemist. 15th Edition. Association of official analytical chemist, Washington, D. C. 910 p.
- Bankar, G. J. 1988. Nutritional studies in tuberose (*Polianthes tuberosa*) cv. Double. Progressive Horticulture 20 (1-2): 49-52.
- Bankar, G. J. and A. Mukhopadhyay. 1990. Effect of NPK on growth and flowering in tuberose cv. Double. Indian Journal of Horticulture 47 (1): 120-126.
- Barma, G., S. Chanda and N. Roychowdhury. 1998. Production of corms and cormels of gladiolus through application of nitrogen, phosphorus and potassium. Horticultural Journal 11 (2): 87-92.
- Belmar C., J. M. 2004. Evaluación del efecto de la aplicación de nitrato de calcio y nitrato de potasio sobre la producción y calidad de flor de gladiolo (*gladiolus grandiflorus*). Tesis de Licenciatura. Universidad Católica De Temuco. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco-Chile. 53 p.
- Bugarín M., R.; A. Galvis S., P. Sánchez G. y D. García P. 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. Terra 20: 391-399.
- Bhuyan, B., L. Paswan and P. Mahanta 1998. Effect of potassium on growth, flowering and bulb production in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. Journal of the Agricultural Science Society of North East India 9(2): 119-122.
- Cuevas, H. 1999. Producción de Gladiolos. In: Curso de producción de Tulipán, Liliom y Gladiolo. INIAC. R. I. Carillanca. Temuco (Chile). Septiembre 1999. pp: 49- 64.
- Das, T. K. 1998. Corm and cormel production in gladiolus as affected by spike renewal and K application. Indian Journal of Horticulture 55 (4): 327-331.

- Devecchi, M. and D. Remotti. 2003. Influence of fertilization on vegetative growth and flowering of the calla (*Zantedeschia aethiopica* Spreng.). *Acta Horticulture* 614: 541-546.
- Dufault, R. J. 1986. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 111: 698-703.
- Dufault, R. J. 1994. Long-term consequences and significance of short-term preplant nutritional conditioning. *Hort. Techn.* 4: 41-42.
- Dufault, R. J., T. L. Phillips and J. W. Kelly. 1990. Nitrogen and potassium fertility and plant populations influence field production of Gerbera. *HortScience* 25 (12): 1599-1602.
- El-Meligy, M. M., A. A. Wahed and G. I. O. Baz A. 1986. Effect of some fungicides on flowering and corm production of "Eurovision" gladiolus cultivar grown under different levels of potassium and phosphorus fertilizers. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor* 24 (1): 195-209.
- El-Naggar, A. I. 1999. Effects of potassium fertilization rates and application frequencies on vegetative growth, flowering and bulb production of tuberose plants (*Polianthes tuberosa* L.) cv. "Double" under field conditions. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor* 37 (2): 1299-1321.
- Fernández P., D., H. P. Haag, S. Simao and J. R. De Mattos. 1974. Mineral nutrition of ornamental plants. VII. Studies on NPK fertilization of *Gladiolus grandiflorus* cv. Perusi. *Anais da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz* 31: 645-666.
- González E., D. R., S. Alcalde B., J. Ortiz C. y A. Castillo M. 1998. Dinámica de extracción de fósforo por trigo cultivado en diferentes ambientes. *Agrociencia* 32: 61-69.
- Gowda, J. V., R. Jayanthi and B. Rajú. 1988. Studies on the effects of nitrogen and phosphorus on flowering in gladiolus. *Current Research University of Agricultural Science* 17(16):80 81.
- Gowda, J. V. N., S. Jacob and A. G. Huddar. 1991. Effect of N, P and K on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* Linn) cv. Double. *Indian Perfumer* 35 (2): 100-101.
- Hernández, D. M. A., V. Marrero G., Y. Guerra Á., A. Ojeda V. y M. Martínez O. 2006. Crecimiento y Absorción de Macro nutrientes en el Cultivo del Gladiolo. Obtenido de la red. www.fertilizando.com/articulos/Crecimiento. (15/08/05).

- Kishore, G. R. and P. V. Singh. 2006. Effect of N, P and K fertilization on vegetative growth of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Plant Archives* 6 (1):377-378.
- Koch, K. and K. Mengel. 1974. The influence of the level of potassium supply to young tobacco plants (*Nicotiana tabacum* L.) on short-term uptake and utilization of nitrate-nitrogen. *J. Sci. Food agric.* 25: 465-471.
- Mallick, R., K. C. Mohapatra, P. K. S. Samanta and P. C. Lenka. 2001. Effects of different levels of N, P and K on flowering of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). *Orissa Journal of Horticulture* 29 (2):93-96.
- Mohanasundaram, S., S. S. Dahiya and S. Singh. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the nutrient content of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 32 (1/2): 64-66.
- Preciado R., P., G. A. Baca C., J. L. Tirado T., J. Kohashi S., L. Tijerina C. y A. Martínez G. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra* 20 (3):267-276.
- Pradhan, A., J. N. Das, H. N. Mishra and P. C. Lenka. 2004. Effect of N and K on growth and yield of gladiolus. *Orissa Journal of Horticulture* 32 (2): 74-77.
- Rebolledo R., H. H. 1998. Estimación de diferentes modelos de regresión a experimentos de fertilización y su comparación con fines de generar recomendaciones óptimas económicas. I. Casos con un factor. *Terra* 16 (3): 247-258.
- Rodríguez S., J. 1993. La fertilización de los cultivos: Un método racional. Colección en agricultura, 3ª Edición. Facultad de agronomía, Pontificia Universidad Católica. Santiago, Chile. 362 p.
- Rodríguez A., A. Álvarez J. y A. González J. 1994. Extracción de macro nutrientes en cebolla. *Agrícola Vergel* 8(147):151-155.
- Rojas, E. 1994. Efecto del nitrato de calcio sobre la brotación floral y vegetativa del mango cv. Haden. V Congreso Nacional de Fruticultura. Maracay, Venezuela. 137 p.
- Roychowdhury, N. and P. Roychowdhury. 1995. The effect of field application of K on post harvest behavior of gladiolus. *Acta Horticulturae* 405: 170-172.
- Salisbury B. F. y C. Ross W. 1992. Fisiología vegetal. Iberoamérica. 759 p.

- Sehrawat, A., V. P. Ahlawat and A. K. Gupta. 2000. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on growth, flowering and corm production in gladiolus. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 29 (1/2):71-72.
- Singh, A., N. R. Godara and A. Kumar. 1996a. Effect of NPK on flowering and flower quality of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Haryana Agricultural University Journal of Research* 26 (1): 43-49.
- Singh, A., N. R. Godara and A. Kumar. 1996b. Effect of NPK on bulb production in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Haryana Agricultural University Journal of Research* 26 (3): 187-190.
- Singh, A., N. R. Godara and A. K. Gupta. 2000. Effect of nitrogen, phosphorus and potash application on N. P. K. content in leaves and bulbs of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 29(1/2):27-29.
- Singh, K. P., N. Ramachandran and S. Uma. 1997. Growth, flowering, corm yield and corm-rot incidence as affected by level and frequency of potassium application in gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 67 (9): 404-406.
- Singh, W., S. K. Sehrawat, D. S. Dahiya and K. Singh. 2002. Leaf nutrient status of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) cv. Sylvia as affected by NPK application. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 31 (1/2): 49-51.
- Tanaka, A. and T. Hara 1972. Nutrio-physiological studies on the photosynthetic rate of the leaf (Part 3). Effect of potassium status on the photosynthetic rate in the corn plant. *J. Sci. Soil manure, jpn.* 43: 132-136.
- Torres D., M. 2006. Funcionamiento del K en el sistema suelo-planta. Artículos de la biblioteca de fertilidad y fertilizantes en español. Obtenido de la red. <http://www.fertilizando.com/articulos/>. (28/10/05).
- Tremblay, N. y M. Senécal. 1988. Nitrogen and potassium in nutrient solution influence seedling growth of four vegetable species. *HortScience* 23: 1018-1088.
- Tun D. De la C. J., J. L. Tirado. T., M. Sandoval V., L. Zúñiga E., J. A. Santizo R. y R. Díaz P. 2006. Requerimiento de nitrógeno, fósforo y potasio para plántulas de chile poblano. *Memorias del XXXIII congreso nacional de la ciencia del suelo*. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. pp: 89.

Vidal-Martínez, J. L., R. Núñez E., I. Lazcano F., J. D. Etchevers B. y R. Carrillo G. 2006.
Nutrición potásica del brócoli (*brassica olearacea*) con manejo convencional y
fertirrigación en un vertisol en invernadero. Agrociencia 40: 1-11.

ANEXO - A

Cuadro A-1a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	8.9	9.3	9.7	9.2	37.1	9.3
2	80	80	80	9.3	9.4	9.4	9.3	37.5	9.4
3	80	160	40	9.0	9.0	9.0	9.3	36.3	9.1
4	80	160	80	9.3	9.1	9.0	9.0	36.4	9.1
5	160	80	40	9.3	9.0	9.3	9.7	37.3	9.3
6	160	80	80	9.7	9.3	9.7	9.3	38.0	9.5
7	160	160	40	9.0	9.7	9.3	9.3	37.3	9.3
8	160	160	80	9.3	9.3	9.7	9.3	37.7	9.4
9	0	80	40	8.0	8.4	8.4	8.0	32.9	8.2
10	240	160	80	9.3	9.0	9.3	9.7	37.3	9.3
11	80	0	40	8.9	8.7	9.0	9.0	35.6	8.9
12	160	240	80	9.0	9.3	9.7	9.0	37.0	9.2
13	80	80	0	9.0	9.7	9.0	8.3	36.0	9.0
14	160	160	120	9.0	9.2	9.0	9.0	36.2	9.0

Cuadro A-1b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.251	0.084	1.270	0.297
Tratamiento	13	5.323	0.409	6.240**	<.0001
Error experimental	39	2.560	0.066		
Total	55	8.134			

Media general: 9.15 C. V.: 2.80 % ** : Altamente significativo

Cuadro A-2a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	6.1	6.0	6.4	5.8	24.3	6.07
2	80	80	80	6.5	6.7	6.5	6.3	26.0	6.50
3	80	160	40	5.3	5.1	5.2	5.5	21.1	5.28
4	80	160	80	5.2	5.3	5.3	5.1	20.9	5.23
5	160	80	40	5.3	5.2	5.5	5.2	21.2	5.30
6	160	80	80	5.6	5.8	5.9	6.2	23.5	5.88
7	160	160	40	5.4	5.3	5.4	5.6	21.7	5.43
8	160	160	80	5.8	5.8	5.8	5.7	23.1	5.78
9	0	80	40	5.3	5.2	5.4	5.4	21.3	5.33
10	240	160	80	5.7	5.6	5.5	5.5	22.3	5.58
11	80	0	40	6.0	6.1	6.1	5.8	24.0	6.00
12	160	240	80	6.1	5.6	6.2	6.0	23.9	5.98
13	80	80	0	5.8	5.5	5.6	5.5	22.4	5.60
14	160	160	120	6.4	6.3	6.6	6.3	25.6	6.40

Cuadro A-2b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.147	0.049	1.930	0.140
Tratamiento	13	9.030	0.695	27.330**	<.0001
Error experimental	39	0.991	0.025		
Total	55	10.169			

Media general: 5.74 C. V.: 2.78 **: Altamente significativo

Cuadro A-3a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud de la inflorescencia a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	28.5	29.6	25.5	25.7	109.3	27.3
2	80	80	80	29.3	29.3	28.8	29.7	117.1	29.3
3	80	160	40	25.0	23.8	28.0	26.2	103.0	25.7
4	80	160	80	28.2	24.3	26.0	27.8	106.3	26.6
5	160	80	40	26.7	27.2	25.2	26.7	105.7	26.4
6	160	80	80	26.7	24.3	28.8	25.7	105.5	26.4
7	160	160	40	25.0	27.5	25.3	29.2	107.0	26.8
8	160	160	80	28.5	26.7	26.7	28.7	110.5	27.6
9	0	80	40	23.4	21.8	26.1	22.6	93.9	23.5
10	240	160	80	26.8	26.3	25.1	26.1	104.4	26.1
11	80	0	40	26.4	25.8	28.1	25.2	105.5	26.4
12	160	240	80	28.8	26.3	29.3	25.4	109.8	27.5
13	80	80	0	26.8	26.0	29.0	25.5	107.3	26.8
14	160	160	120	27.5	29.0	27.7	28.1	112.3	28.1

Cuadro A-3b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud de la inflorescencia a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	5.912	1.971	0.850	0.476
Tratamiento	13	89.401	6.877	2.960**	0.004
Error experimental	39	90.606			
Total	55	185.918			

Media general: 26.74 C. V.: 5.70 **: Altamente significativo

Cuadro A-4a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud del raquis a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	49.5	48.9	47.8	50.2	196.3	49.1
2	80	80	80	47.3	47.3	48.4	46.0	188.9	47.2
3	80	160	40	49.9	50.4	47.8	49.3	197.4	49.4
4	80	160	80	48.8	50.6	50.2	49.1	198.7	49.7
5	160	80	40	51.3	50.8	51.4	51.3	204.9	51.2
6	160	80	80	48.5	51.3	49.7	49.3	198.8	49.7
7	160	160	40	50.2	48.1	49.0	46.6	193.9	48.5
8	160	160	80	51.8	52.4	52.5	51.3	208.0	52.0
9	0	80	40	47.2	48.2	48.3	49.4	193.1	48.3
10	240	160	80	52.1	52.1	53.1	51.1	208.3	52.1
11	80	0	40	49.1	49.7	46.4	49.1	194.3	48.6
12	160	240	80	51.2	52.6	49.3	53.6	206.7	51.7
13	80	80	0	50.1	49.4	50.7	51.1	201.2	50.3
14	160	160	120	52.0	52.5	52.3	51.9	208.7	52.2

Cuadro A-4b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	2.109	0.703	0.600	0.617
Tratamiento	13	135.253	10.404	8.930**	<.0001
Error experimental	39	45.423	1.165		
Total	55	182.786			

Media general: 49.99 C. V.: 2.16 % **: Altamente significativa

Cuadro A-5a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre la altura de la planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	78.6	79.0	77.6	78.3	313.5	78.4
2	80	80	80	76.6	76.6	77.2	75.7	306.1	76.5
3	80	160	40	74.9	74.2	75.8	75.5	300.4	75.1
4	80	160	80	77.3	77.3	76.8	77.8	309.2	77.3
5	160	80	40	78.8	78.0	78.8	78.0	313.6	78.4
6	160	80	80	75.2	75.7	75.3	74.9	301.1	75.3
7	160	160	40	75.2	75.6	74.3	75.8	300.9	75.2
8	160	160	80	79.5	77.8	79.0	78.7	314.9	78.7
9	0	80	40	72.5	71.5	72.5	71.7	288.2	72.0
10	240	160	80	78.9	78.4	78.2	77.2	312.7	78.2
11	80	0	40	75.9	74.7	75.9	75.3	301.8	75.5
12	160	240	80	80.0	78.8	78.7	79.0	316.5	79.1
13	80	80	0	74.0	74.2	73.1	74.9	296.2	74.0
14	160	160	120	79.5	81.5	80.0	80.0	321.0	80.3

Cuadro A-5b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.784	0.261	0.660	0.585
Tratamiento	13	271.667	20.897	52.410**	<.0001
Error experimental	39	15.551	0.399		
Total	55	288.002			

Media general: 76.72 C. V.: 0.82 % **: Altamente significativo

Cuadro A-6a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	2.08	1.97	2.27	2.10	8.42	2.10
2	80	80	80	2.25	2.33	2.10	2.20	8.88	2.22
3	80	160	40	1.80	1.83	2.07	1.90	7.60	1.90
4	80	160	80	2.20	2.30	2.20	2.13	8.83	2.21
5	160	80	40	1.90	1.90	1.93	1.95	7.68	1.92
6	160	80	80	1.85	1.83	1.87	1.90	7.45	1.86
7	160	160	40	2.08	2.17	2.03	2.13	8.41	2.10
8	160	160	80	2.17	2.03	2.27	2.15	8.62	2.15
9	0	80	40	1.88	2.03	2.00	1.93	7.85	1.96
10	240	160	80	2.13	2.07	2.06	1.97	8.23	2.06
11	80	0	40	2.00	2.03	2.17	2.07	8.27	2.07
12	160	240	80	2.13	2.15	2.20	2.20	8.68	2.17
13	80	80	0	2.10	2.20	2.07	2.03	8.40	2.10
14	160	160	120	1.93	2.20	2.12	2.23	8.49	2.12

Cuadro A-6b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.027	0.009	1.330	0.279
Tratamiento	13	0.684	0.053	7.680**	<.0001
Error experimental	39	0.267	0.007		
Total	55	0.978			

Media general: 2.07 C. V.: 4.00 % **: Altamente significativo

Cuadro A-7a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de hojas por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	9.7	9.7	10.0	10.0	39.3	9.8
2	80	80	80	10.0	10.0	10.0	10.0	40.0	10.0
3	80	160	40	9.7	10.3	9.9	9.7	39.6	9.9
4	80	160	80	10.0	9.7	11.0	9.7	40.3	10.1
5	160	80	40	9.7	10.0	10.0	9.7	39.4	9.8
6	160	80	80	9.3	10.0	10.0	9.3	38.7	9.7
7	160	160	40	9.7	10.3	9.7	10.0	39.7	9.9
8	160	160	80	9.7	10.0	10.3	9.7	39.7	9.9
9	0	80	40	9.7	9.3	9.3	10.0	38.3	9.6
10	240	160	80	10.0	10.0	10.3	9.7	40.0	10.0
11	80	0	40	10.0	10.0	9.7	10.3	40.0	10.0
12	160	240	80	10.0	10.0	9.7	10.0	39.7	9.9
13	80	80	0	10.0	10.0	9.7	9.7	39.3	9.8
14	160	160	120	10.0	10.0	10.0	10.3	40.3	10.1

Cuadro A-7b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.211	0.070	0.840	0.481
Tratamiento	13	1.112	0.086	1.020NS	0.451
Error experimental	39	3.267	0.084		
Total	55	4.590			

Media general: 9.90 C. V.: 2.92 % NS: No significativo

Cuadro A-8a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el área foliar de la planta (cm²) a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	451.0	441.7	445.0	455.3	1793.0	448.2
2	80	80	80	494.1	487.4	488.7	479.4	1949.7	487.4
3	80	160	40	478.5	481.4	487.5	466.6	1914.0	478.5
4	80	160	80	461.1	464.6	462.0	456.7	1844.5	461.1
5	160	80	40	414.2	435.6	426.9	430.9	1707.6	426.9
6	160	80	80	471.2	475.0	488.6	465.1	1899.8	475.0
7	160	160	40	461.0	463.3	457.0	472.0	1853.3	463.3
8	160	160	80	462.5	485.9	476.0	479.1	1903.5	475.9
9	0	80	40	475.3	462.8	454.2	458.9	1851.2	462.8
10	240	160	80	480.1	484.8	488.1	467.4	1920.4	480.1
11	80	0	40	445.1	436.4	430.2	421.6	1733.3	433.3
12	160	240	80	488.0	476.7	498.5	487.9	1951.1	487.8
13	80	80	0	414.6	420.2	418.0	428.0	1680.8	420.2
14	160	160	120	483.0	473.0	486.1	490.8	1932.9	483.2

Cuadro A-8b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el área foliar (cm²) de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	82.258	27.419	0.400	0.752
Tratamiento	13	26787.170	2060.552	30.250**	<.0001
Error experimental	39	2656.537	68.116		
Total	55	29525.965			

Media general: 463.13 C. V.: 1.78 % **: Altamente significativo

Cuadro A-9a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre la cantidad de materia seca acumulada (g m^{-2}) a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	169.2	168.3	170.8	168.5	676.7	169.2
2	80	80	80	171.8	168.3	167.5	168.3	675.8	169.0
3	80	160	40	158.3	158.3	156.8	161.8	635.0	158.8
4	80	160	80	158.3	158.3	156.8	154.3	627.5	156.9
5	160	80	40	160.0	161.8	166.6	160.8	649.2	162.3
6	160	80	80	159.2	159.2	177.5	165.0	660.8	165.2
7	160	160	40	164.5	162.5	164.7	165.0	656.7	164.2
8	160	160	80	168.3	166.7	170.8	169.3	675.0	168.8
9	0	80	40	141.8	144.3	143.3	145.8	575.0	143.8
10	240	160	80	162.0	162.0	162.6	164.3	650.9	162.7
11	80	0	40	150.7	151.5	154.5	153.3	610.0	152.5
12	160	240	80	174.3	175.8	176.8	173.3	700.0	175.0
13	80	80	0	168.3	168.3	167.5	166.8	670.8	167.7
14	160	160	120	171.8	173.3	172.5	172.5	690.0	172.5

Cuadro A-9b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre la cantidad de materia seca acumulada (g m^{-2}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	43.941	14.647	1.980	0.133
Tratamiento	13	3613.340	277.949	37.560**	<.0001
Error experimental	39	288.605	7.400		
Total	55	3945.886			

Media general: 163.45 C. V.: 1.66% **: Altamente significativo

Cuadro A-10a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	2.65	2.60	2.59	2.70	10.54	2.64
2	80	80	80	2.69	2.70	2.66	2.96	11.01	2.75
3	80	160	40	2.59	2.52	2.53	2.63	10.27	2.57
4	80	160	80	2.74	2.61	2.65	2.75	10.75	2.69
5	160	80	40	2.66	2.71	2.65	2.78	10.80	2.70
6	160	80	80	2.52	2.48	2.62	2.57	10.19	2.55
7	160	160	40	2.60	2.82	2.70	2.79	10.91	2.73
8	160	160	80	2.59	2.50	2.63	2.69	10.41	2.60
9	0	80	40	2.38	2.54	2.36	2.38	9.66	2.42
10	240	160	80	2.64	2.77	2.60	2.77	10.78	2.70
11	80	0	40	2.53	2.73	2.58	2.64	10.48	2.62
12	160	240	80	2.75	2.68	2.65	2.86	10.94	2.73
13	80	80	0	2.55	2.54	2.45	2.67	10.20	2.55
14	160	160	120	2.74	2.57	2.73	2.60	10.64	2.66

Cuadro A-10b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.081	0.027	4.830	0.006
Tratamiento	13	0.449	0.035	6.190**	<.0001
Error experimental	39	0.218	0.006		
Total	55	0.748			

Media general: 2.64 C. V.: 2.83% **: Altamente significativo

Cuadro A-11a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormos (g m^{-2}) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	158.5	159.3	157.5	158.8	634.0	158.5
2	80	80	80	168.4	169.8	169.6	171.5	679.3	169.8
3	80	160	40	129.3	129.2	128.2	130.6	517.2	129.3
4	80	160	80	174.1	173.6	173.8	173.2	694.6	173.7
5	160	80	40	119.5	120.7	116.8	119.0	475.9	119.0
6	160	80	80	136.8	136.4	136.9	137.5	547.5	136.9
7	160	160	40	158.7	158.3	158.1	157.5	632.6	158.1
8	160	160	80	139.8	139.9	142.1	140.6	562.4	140.6
9	0	80	40	107.6	110.0	108.3	108.7	434.6	108.6
10	240	160	80	163.9	163.5	166.0	163.1	656.5	164.1
11	80	0	40	155.3	155.8	154.0	155.0	620.2	155.0
12	160	240	80	141.9	142.8	140.9	142.1	567.8	141.9
13	80	80	0	139.6	137.7	138.9	139.3	555.4	138.9
14	160	160	120	150.4	150.2	151.3	149.1	601.0	150.2

Cuadro A-11b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	1.080	0.360	0.370	0.774
Tratamiento	13	18596.411	1430.493	1474.560**	<.0001
Error experimental	39	37.834	0.970		
Total	55	18635.326			

Media general: 146.05 C. V. 0.67% **: Altamente significativo

Cuadro A-12a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
	I	II	III	IV					
1	80	80	40	235.8	230.0	229.2	230.8	925.8	231.5
2	80	80	80	285.8	281.7	279.2	285.0	1131.7	282.9
3	80	160	40	279.2	285.0	276.7	280.0	1120.8	280.2
4	80	160	80	271.7	275.0	266.7	275.0	1088.3	272.1
5	160	80	40	150.0	160.8	151.7	145.8	608.3	152.1
6	160	80	80	133.3	125.0	127.5	124.2	510.0	127.5
7	160	160	40	177.5	177.5	172.5	182.5	710.0	177.5
8	160	160	80	178.3	177.5	179.2	176.7	711.7	177.9
9	0	80	40	269.2	275.8	274.2	278.3	1097.5	274.4
10	240	160	80	170.8	170.0	170.8	172.5	684.2	171.0
11	80	0	40	175.0	176.7	170.8	174.2	696.7	174.2
12	160	240	80	214.2	223.3	210.0	212.5	860.0	215.0
13	80	80	0	171.7	170.0	174.2	170.0	685.8	171.5
14	160	160	120	133.3	138.3	136.7	140.8	549.2	137.3

Cuadro A-12b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	81.935	27.312	2.170	0.107
Tratamiento	13	159624.232	12278.787	976.680**	<.0001
Error experimental	39	490.308	12.572		
Total	55	160196.476			

Media general: 203.22 C. V. 1.74% **: Altamente significativo

Cuadro A-13a. Efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormillos (g m^{-2}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	40	39.2	40.7	42.1	42.3	164.2	41.04
2	80	80	80	41.0	41.3	43.3	41.3	166.8	41.71
3	80	160	40	34.8	38.1	36.7	35.2	144.8	36.19
4	80	160	80	41.7	42.5	40.4	43.3	167.9	41.98
5	160	80	40	25.2	28.5	24.8	26.3	104.8	26.19
6	160	80	80	32.0	31.4	33.8	31.3	128.5	32.13
7	160	160	40	27.5	28.3	27.9	28.8	112.5	28.13
8	160	160	80	30.4	28.8	31.7	28.2	119.0	29.75
9	0	80	40	46.8	45.7	46.3	46.8	185.5	46.38
10	240	160	80	32.2	31.7	33.5	29.6	126.9	31.73
11	80	0	40	49.2	50.4	51.7	50.0	201.3	50.31
12	160	240	80	42.0	41.7	41.3	40.2	165.1	41.27
13	80	80	0	40.2	42.1	39.8	40.4	162.4	40.60
14	160	160	120	40.4	41.7	43.1	40.0	165.2	41.29

Cuadro A-13b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con NPK, sobre el peso de cormillos (g m^{-2}) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	9.993	3.331	2.370	0.085
Tratamiento	13	2681.541	206.272	146.700**	<.0001
Error experimental	39	54.838	1.406		
Total	55	2746.372			

Media general: 37.76 C. V.: 3.14% **: Altamente significativo

ANEXO –B

Cuadro B-1a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la altura de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	51.2	55.3	57.7	57.3	221.5	55.4
2	80	80	40	49.7	55.3	65.0	60.7	238.7	57.7
3	160	80	40	60.0	60.6	55.0	66.8	242.4	60.6

Cuadro B-1b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	103.097	34.366	1.640	0.277
Tratamiento		2	54.862	27.431	1.310NS	0.337
Error experimental		6	125.658	20.943		
Total		11	283.617			

Media general: 57.88 C. V.: 7.91 % NS: no significativo

Cuadro B-2a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	2.00	2.17	2.43	2.43	9.03	2.26
2	80	80	40	1.93	2.65	2.30	2.57	9.45	2.36
3	160	80	40	2.00	2.40	2.63	2.50	9.54	2.38

Cuadro B-2b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.524	0.175	7.110	0.021
Tratamiento		2	0.036	0.018	0.730NS	0.519
Error experimental		6	0.148	0.025		
Total		11	0.708			

Media general: 2.33 C. V.: 6.72% NS: No significativo

Cuadro B-3a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta a los 82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	9.3	10.0	9.0	10.0	38.3	9.6
2	80	80	40	10.3	9.7	10.0	9.0	39.0	9.8
3	160	80	40	10.0	9.3	9.3	9.0	37.7	9.4

Cuadro B-3b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.543	0.181	0.640	0.618
Tratamiento	2	0.224	0.112	0.390NS	0.690
Error experimental	6	1.705	0.284		
Total	11	2.473			

Media general: 9.58 C. V.: 5.56% NS: No significativo

Cuadro B-4a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	9.67	9.33	9.33	10.00	38.33	9.58
2	80	80	40	9.67	9.67	10.00	10.00	39.33	9.83
3	160	80	40	9.67	10.00	10.00	9.70	39.37	9.84

Cuadro B-4b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.111	0.037	0.540	0.670
Tratamiento	2	0.174	0.087	1.280NS	0.345
Error experimental	6	0.408	0.068		
Total	11	0.693			

Media general: 9.75 C. V.: 2.67% NS: No significativo

Cuadro B-5a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	9.3	10.0	10.0	9.3	38.7	9.7
2	80	80	40	10.0	10.0	10.3	10.0	40.3	10.1
3	160	80	40	9.7	9.7	10.0	9.7	39.0	9.8

Cuadro B-5b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.393	0.131	3.400	0.095
Tratamiento	2	0.382	0.191	4.940NS	0.054
Error experimental	6	0.232	0.039		
Total	11	1.007			

Media general: 9.83 C. V.: 2.00% NS: No significativo

Cuadro B-6a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el área foliar de la planta (cm²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	409.22	401.23	400.57	404.14	1615.16	403.8
2	80	80	40	434.65	450.58	441.74	438.40	1765.37	441.3
3	160	80	40	449.07	466.86	460.24	464.74	1840.91	460.2

Cuadro B-6b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el área foliar de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	114.332	38.111	0.880	0.503
Tratamiento	2	6602.700	3301.350	76.190**	<.0001
Error experimental	6	259.978	43.330		
Total	11	6977.009			

Media general: 435.12 C. V.: 1.51% **: Altamente significativo

Cuadro B-7a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	8.0	8.4	8.4	8.0	32.9	8.22
2	80	80	40	8.9	9.3	9.7	9.2	37.1	9.27
3	160	80	40	9.3	9.0	9.3	9.7	37.3	9.33

Cuadro B-7b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.247	0.082	1.010	0.451
Tratamiento		2	3.232	1.616	19.850**	0.002
Error experimental		6	0.488	0.081		
Total		11	3.967			

Media general: 8.93 C. V.: 3.19% **: Altamente significativo

Cuadro B-8a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.58	7.67	7.33	7.33	29.91	7.5
2	80	80	40	9.00	9.00	9.33	8.83	36.16	9.0
3	160	80	40	10.00	9.75	9.33	9.75	38.83	9.7

Cuadro B-8b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.106	0.035	0.610	0.633
Tratamiento		2	10.480	5.240	90.350**	<.0001
Error experimental		6	0.348	0.058		
Total		11	10.934			

Media general: 8.74 C. V.: 2.75% **: Altamente significativo

Cuadro B-9a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	5.30	5.20	5.40	5.40	21.3	5.33
2	80	80	40	6.10	6.00	6.40	5.78	24.3	6.07
3	160	80	40	5.30	5.20	5.50	5.20	21.20	5.30

Cuadro B-9b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.192	0.064	4.030	0.0691
Tratamiento		2	1.595	0.798	50.170**	0.0002
Error experimental		6	0.095	0.016		
Total		11	1.883			

Media general: 5.56 C. V.: 2.27% **: Altamente significativo

Cuadro B-10a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	8.71	8.74	8.61	8.62	34.68	8.67
2	80	80	40	9.37	9.27	9.03	9.23	36.90	9.23
3	160	80	40	8.67	8.83	8.83	8.83	35.16	8.79

Cuadro B-10b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.025	0.008	0.730	0.571
Tratamiento		2	0.682	0.341	30.070**	0.001
Error experimental		6	0.068	0.011		
Total		11	0.775			

Media general: 8.89 C. V.: 1.20% **: Altamente significativo

Cuadro B-11a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud de la inflorescencia a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	21.7	22.3	21.3	21.9	87.2	21.8
2	80	80	40	24.6	25.3	24.7	24.0	98.6	24.7
3	160	80	40	28.5	28.0	27.8	28.2	112.5	28.1

Cuadro B-11b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud de la inflorescencia en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.643	0.214	1.290	0.360
Tratamiento		2	80.272	40.136	242.030**	<.0001
Error experimental		6	0.995	0.166		
Total		11	81.909			

Media general: 24.86 C. V.: 1.64% **: Altamente significativo

Cuadro B-12a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud del raquis a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	47.0	47.7	48.7	47.3	190.7	47.7
2	80	80	40	50.8	51.1	52.7	49.7	204.3	51.1
3	160	80	40	49.3	48.9	49.0	49.3	196.5	49.1

Cuadro B-12b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	3.163	1.054	1.960	0.221
Tratamiento		2	23.287	11.643	21.700**	0.002
Error experimental		6	3.220	0.537		
Total		11	29.669			

Media general: 49.29 C. V.: 1.49% **: Altamente significativo

Cuadro B-13a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del corno de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	2.38	2.54	2.36	2.38	9.66	2.42
2	80	80	40	2.65	2.60	2.59	2.70	10.54	2.64
3	160	80	40	2.66	2.71	2.65	2.78	10.80	2.70

Cuadro B-13b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el diámetro del corno de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.016	0.005	1.380	0.337
Tratamiento	2	0.178	0.089	22.950**	0.002
Error experimental	6	0.023	0.004		
Total	11	0.218			

Media general: 2.58 C. V.: 2.41% **: Altamente significativo

Cuadro B-14a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormos (g m⁻²) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	107.6	110.0	108.3	108.7	434.6	108.6
2	80	80	40	158.5	159.3	157.5	158.8	634.0	158.5
3	160	80	40	119.5	120.7	116.8	119.0	475.9	119.0

Cuadro B-14b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	9.112	3.037	4.950	0.046
Tratamiento	2	5539.675	2769.838	4513.970**	<.0001
Error experimental	6	3.682	0.614		
Total	11	5552.469			

Media general: 128.70 C. V.: 0.61% **: Altamente significativo

Cuadro B-15a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	269.17	275.83	274.17	278.33	1097.50	274.38
2	80	80	40	235.83	230.00	229.17	230.83	925.83	231.46
3	160	80	40	150.00	160.83	151.67	145.83	608.33	152.08

Cuadro B-15b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	33.989	11.330	0.430	0.739
Tratamiento		2	30797.011	15398.505	585.150**	<.0001
Error experimental		6	157.893	26.316		
Total		11	30988.893			

Media general: 219.31 C. V.: 2.34% **: Altamente significativo

Cuadro B-16a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormillos (g m⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	46.750	45.667	46.250	46.833	185.500	46.375
2	80	80	40	39.167	40.667	42.083	42.250	164.167	41.042
3	160	80	40	25.167	28.500	24.833	26.250	104.750	26.188

Cuadro B-16b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el peso de cormillos (g m⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	3.675	1.225	0.630	0.620
Tratamiento		2	875.522	437.761	226.53**	<.0001
Error experimental		6	11.595	1.932		
Total		11	890.792			

Media general: 37.87 C. V.: 3.67% **: Altamente significativo

Cuadro B-17a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	1.04	1.09	1.07	1.08	4.27	1.07
2	80	80	40	1.13	1.10	1.11	1.14	4.48	1.12
3	160	80	40	1.15	1.16	1.16	1.14	4.61	1.15

Cuadro B-17b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0003	0.0001	0.2400	0.8623
Tratamiento	2	0.0138	0.0069	17.39**	0.0032
Error experimental	6	0.0024	0.0004		
Total	11	0.0165			

Media general: 1.114 C. V. 1.78 % **: Altamente significativo

Cuadro B-18a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	1.02	1.00	1.00	1.01	4.04	1.01
2	80	80	40	1.09	1.13	1.10	1.10	4.41	1.10
3	160	80	40	1.12	1.17	1.15	1.16	4.60	1.15

Cuadro B-18b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0009	0.0003	1.0600	0.4331
Tratamiento	2	0.0425	0.0212	75.65**	<.0001
Error experimental	6	0.0017	0.0003		
Total	11	0.0450			

Media general: 1.088 C. V. 1.54 % **: Altamente significativo

Cuadro B-19a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	5.40	5.48	5.54	5.30	21.71	5.43
2	80	80	40	5.61	5.68	5.77	5.53	22.59	5.65
3	160	80	40	5.92	5.78	5.97	5.97	23.64	5.91

Cuadro B-19b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0421	0.0140	1.8400	0.2407
Tratamiento		2	0.4622	0.2311	30.28**	0.0007
Error experimental		6	0.0458	0.0076		
Total		11	0.5500			

Media general: 5.663 C. V. 1.543 % **: Altamente significativo

Cuadro B-20a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.60	7.60	7.67	7.46	30.33	7.58
2	80	80	40	7.70	7.81	7.81	7.69	31.01	7.75
3	160	80	40	8.19	8.10	8.30	8.29	32.87	8.22

Cuadro B-20b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0234	0.0078	1.1700	0.3947
Tratamiento		2	0.8718	0.4359	65.74**	<.0001
Error experimental		6	0.0398	0.0066		
Total		11	0.9350			

Media general: 7.852 C. V. 1.037 % **: Altamente significativo

Cuadro B-21a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	10.61	10.50	10.69	10.60	42.40	10.60
2	80	80	40	10.93	10.83	10.88	10.93	43.56	10.89
3	160	80	40	11.59	11.57	11.58	11.72	46.45	11.61

Cuadro B-21b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0219	0.0073	2.4200	0.1643
Tratamiento	2	2.1837	1.0919	362.28**	<.0001
Error experimental	6	0.0181	0.0030		
Total	11	2.2237			

Media general: 11.03 C. V. 0.497 % **: Altamente significativo

Cuadro B-22a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.37	7.53	7.51	7.53	29.95	7.49
2	80	80	40	7.85	7.70	7.80	7.88	31.22	7.81
3	160	80	40	8.13	8.14	8.10	8.13	32.50	8.12

Cuadro B-22b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0073	0.0024	0.4800	0.7061
Tratamiento	2	0.8192	0.4096	81.42**	<.0001
Error experimental	6	0.0302	0.0050		
Total	11	0.8567			

Media general: 7.806 C. V. 0.909 % **: Altamente significativo

Cuadro B-23a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.20	7.32	7.24	7.31	29.07	7.27
2	80	80	40	7.75	7.81	7.76	7.82	31.14	7.78
3	160	80	40	7.96	8.15	8.07	8.06	32.25	8.06

Cuadro B-23b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0256	0.0085	8.3300	0.0147
Tratamiento		2	1.2953	0.6477	631.86**	<.0001
Error experimental		6	0.0062	0.0010		
Total		11	1.3271			

Media general: 7.704 C. V. 0.416 % **: Altamente significativo

Cuadro B-24a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	141.67	165.83	161.67	155.83	625.00	156.25
2	80	80	40	166.75	188.25	195.00	170.75	720.83	180.19
3	160	80	40	182.50	177.50	182.50	188.33	730.83	182.71

Cuadro B-24b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa total (g m^{-2}) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	455.8724	151.9575	1.8700	0.2358
Tratamiento		2	1705.8048	852.9024	10.49*	0.011
Error experimental		6	487.9911	81.3319		
Total		11	2649.6684			

Media general: 173.048 C. V. 5.211 % *: significativo

Cuadro B-25a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre las lecturas del SPAD en gladiolo. Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	44.5	44.8	41.5	43.6	174.4	43.6
2	80	80	40	49.8	53.3	51.2	51.4	205.7	51.4
3	160	80	40	52.6	53.6	50.4	52.2	208.8	52.2

Cuadro B-25b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre las lecturas del SPAD en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	11.5100	3.8367	3.8700	0.0745
Tratamiento		2	179.1950	89.5975	90.43**	<.0001
Error experimental		6	5.9450	0.9908		
Total		11	196.6500			

Media general: 49.050 C. V. 2.029: % **: Altamente significativo

Cuadro B-26a. Efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa por planta (g pl⁻¹) en gladiolo. Datos a los 96 dds. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	5.67	6.63	6.47	6.23	25.00	6.25
2	80	80	40	6.67	7.53	7.80	6.83	28.83	7.21
3	160	80	40	7.30	7.10	7.30	7.53	29.23	7.31

Cuadro B-26b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con nitrógeno, sobre la biomasa por planta (g pl⁻¹) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.7298	0.2433	1.8700	0.2349
Tratamiento		2	2.7268	1.3634	10.50*	0.0110
Error experimental		6	0.7790	0.1298		
Total		11	4.2356			

Media general: 6.92 C. V. 5.21 % **: significativo

Cuadro B-27a. Contenido de nitrógeno (%) en la planta de gladiolo. Datos a los 89 dds.
Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	1.10	1.25	1.29	0.79	4.42	1.105
2	80	80	40	1.40	1.88	1.52	1.53	6.33	1.583
3	160	80	40	1.90	1.59	1.64	1.65	6.78	1.695

ANEXO - C

Cuadro C-1a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la altura de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	44.0	63.0	54.7	62.3	224.0	56.0
2	80	80	40	49.7	55.3	65.0	60.7	230.7	57.7
3	80	160	40	57.5	59.0	67.7	53.1	237.2	59.3

Cuadro C-1b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	236.900	78.967	1.960	0.222
Tratamiento	2	22.112	11.056	0.270NS	0.769
Error experimental	6	241.855	40.309		
Total	11	500.867			

Media general: 57.67 C. V.: 11.01% NS: No significativo

Cuadro C-2a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	2.11	2.45	2.43	2.27	9.26	2.32
2	80	80	40	1.93	2.65	2.30	2.57	9.45	2.36
3	80	160	40	2.20	2.42	2.57	2.42	9.60	2.40

Cuadro C-2b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.380	0.127	4.340	0.060
Tratamiento	2	0.012	0.006	0.200NS	0.824
Error experimental	6	0.175	0.029		
Total	11	0.567			

Media general: 2.37 C. V.: 7.22% NS: No significativo

Cuadro C-3a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta a los 82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	10.0	10.0	9.7	10.0	39.7	9.9
2	80	80	40	10.3	9.7	10.0	9.0	39.0	9.8
3	80	160	40	9.3	10.0	10.0	9.0	38.3	9.6

Cuadro C-3b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.694	0.231	1.260	0.371
Tratamiento	2	0.224	0.112	0.610NS	0.575
Error experimental	6	1.107	0.184		
Total	11	2.026			

Media general: 9.75 C. V.: 4.40% NS: No significativo

Cuadro C-4a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	10.0	10.0	9.7	10.3	40.0	10.0
2	80	80	40	9.7	9.7	10.0	10.0	39.3	9.8
3	80	160	40	9.7	10.3	9.9	9.7	39.6	9.9

Cuadro C-4b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.093	0.031	0.420	0.745
Tratamiento	2	0.058	0.029	0.400NS	0.689
Error experimental	6	0.442	0.074		
Total	11	0.594			

Media general: 9.91 C. V.: 2.74% NS: No significativo

Cuadro C-5a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	10.0	9.7	9.7	9.7	39.0	9.8
2	80	80	40	10.0	10.0	10.3	10.0	40.3	10.1
3	80	160	40	10.0	10.3	9.7	10.0	40.0	10.0

Cuadro C-5b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.030	0.010	0.210	0.886
Tratamiento	2	0.195	0.098	2.050NS	0.209
Error experimental	6	0.285	0.048		
Total	11	0.510			

Media general: 9.85 C. V.: 2.19% NS: Altamente significativo

Cuadro C-6a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el área foliar de la planta (cm²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	431.14	432.50	442.46	426.68	1732.78	433.2
2	80	80	40	434.65	450.58	441.74	438.40	1765.37	441.3
3	80	160	40	428.43	431.97	426.70	435.28	1722.38	430.6

Cuadro C-6b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el área foliar de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	91.160	30.387	0.810	0.532
Tratamiento	2	251.534	125.767	3.360NS	0.105
Error experimental	6	224.467	37.411		
Total	11	567.161			

Media general: 435.05 C. V.: 1.41% NS: No significativo

Cuadro C-7a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	8.9	8.7	9.0	9.0	35.6	8.9
2	80	80	40	8.9	9.3	9.7	9.2	37.1	9.3
3	80	160	40	9.0	9.0	9.0	9.3	36.3	9.1

Cuadro C-7b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.160	0.053	1.100	0.418
Tratamiento	2	0.285	0.143	2.940NS	0.129
Error experimental	6	0.291	0.048		
Total	11	0.736			

Media general: 9.08 C. V.: 2.43% NS: No significativo

Cuadro C-8a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	8.7	8.3	8.3	8.3	33.7	8.4
2	80	80	40	9.0	9.0	9.3	8.8	36.2	9.0
3	80	160	40	9.7	9.3	9.7	10.0	38.7	9.7

Cuadro C-8b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.100	0.033	0.600	0.640
Tratamiento	2	3.150	1.575	28.040**	0.001
Error experimental	6	0.337	0.056		
Total	11	3.588			

Media general: 9.04 C. V.: 2.62% **: Altamente significativo

Cuadro C-9a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	6.0	6.1	6.1	5.8	24.1	6.0
2	80	80	40	6.1	6.0	6.4	5.8	24.3	6.1
3	80	160	40	5.3	5.1	5.2	5.5	21.0	5.3

Cuadro C-9b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.070	0.023	0.530	0.679
Tratamiento	2	1.562	0.781	17.680**	0.003
Error experimental	6	0.265	0.044		
Total	11	1.897			

Media general: 5.78 C. V.: 3.63% **: Altamente significativo

Cuadro C-10a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	8.8	8.9	8.5	9.0	35.2	8.8
2	80	80	40	9.4	9.3	9.0	9.2	36.9	9.2
3	80	160	40	9.0	9.0	8.8	8.8	35.7	8.9

Cuadro C-10b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.157	0.052	4.190	0.064
Tratamiento	2	0.389	0.195	15.580**	0.004
Error experimental	6	0.075	0.012		
Total	11	0.621			

Media general: 8.98 C. V.: 1.24% **: Altamente significativo

Cuadro C-11a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud de la inflorescencia a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	24.2	24.3	24.8	24.3	97.6	24.4
2	80	80	40	24.6	25.3	24.7	24.0	98.6	24.7
3	80	160	40	26.3	27.7	27.7	26.5	108.2	27.1

Cuadro C-11b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud de la inflorescencia en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	1.780	0.593	3.560	0.087
Tratamiento	2	17.127	8.563	51.380**	0.000
Error experimental	6	1.000	0.167		
Total	11	19.907			

Media general: 25.37 C. V.: 1.61% **: Altamente significativo

Cuadro C-12a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud del raquis a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	47.2	50.5	47.0	50.2	194.9	48.7
2	80	80	40	50.8	51.1	52.7	49.7	204.3	51.1
3	80	160	40	47.8	49.5	47.7	50.0	195.0	48.8

Cuadro C-12b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	5.737	1.912	0.840	0.519
Tratamiento	2	14.572	7.286	3.210NS	0.113
Error experimental	6	13.628	2.271		
Total	11	33.937			

Media general: 49.52 C. V.: 3.04% NS: No significativo

Cuadro C-13a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	2.53	2.73	2.58	2.64	10.48	2.62
2	80	80	40	2.65	2.60	2.59	2.70	10.54	2.64
3	80	160	40	2.59	2.52	2.53	2.63	10.27	2.57

Cuadro C-13b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.014	0.005	1.130	0.408
Tratamiento		2	0.010	0.005	1.200NS	0.364
Error experimental		6	0.025	0.004		
Total		11	0.050			

Media general: 2.61 C. V.: 2.49% NS: No significativo

Cuadro C-14a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormos (g m⁻²) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	155.33	155.83	154.00	155.00	620.17	155.04
2	80	80	40	158.49	159.25	157.50	158.75	633.99	158.50
3	80	160	40	129.31	129.17	128.17	130.58	517.22	129.31

Cuadro C-14b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	4.780	1.593	6.100	0.030
Tratamiento		2	2034.896	1017.448	3892.840**	<.0001
Error experimental		6	1.568	0.261		
Total		11	11.000	2041.245		

Media general: 147.62 C. V.: 0.35% **: Altamente significativo

Cuadro C-15a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	175.0	176.7	170.8	174.2	696.7	174.2
2	80	80	40	235.8	230.0	229.2	230.8	925.8	231.5
3	80	160	40	279.2	285.0	276.7	280.0	1120.8	280.2

Cuadro C-15b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	45.370	15.123	2.500	0.156
Tratamiento	2	22538.341	11269.170	1866.560**	<.0001
Error experimental	6	36.224	6.037		
Total	11	22619.935			

Media general: 228.61 C. V.: 1.08% **: Altamente significativo

Cuadro C-16a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormillos (g m⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	49.17	50.42	51.67	50.00	201.25	50.3
2	80	80	40	39.17	40.67	42.08	42.25	164.17	41.0
3	80	160	40	34.83	38.08	36.67	35.17	144.75	36.2

Cuadro C-16b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el peso de cormillos (g m⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	10.021	3.340	3.280	0.100
Tratamiento	2	412.182	206.091	202.430**	<.0001
Error experimental	6	6.108	1.018		
Total	11	428.311			

Media general: 42.52 C. V.: 2.37% **: Altamente significativo

Cuadro C-17a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	1.11	1.09	1.08	1.05	4.33	1.08
2	80	80	40	1.13	1.10	1.11	1.14	4.48	1.12
3	160	80	40	1.20	1.20	1.22	1.17	4.78	1.20

Cuadro C-17b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0011	0.0004	0.7500	0.5603
Tratamiento	2	0.0275	0.0138	27.36**	0.0010
Error experimental	6	0.0030	0.0005		
Total	11	0.0317			

Media general: 1.133 C. V. 1.978 % **: Altamente significativo

Cuadro C-18a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	1.08	1.08	1.11	1.07	4.33	1.08
2	80	80	40	1.09	1.13	1.10	1.10	4.41	1.10
3	160	80	40	1.07	1.08	1.07	1.09	4.31	1.08

Cuadro C-18b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0005	0.0002	0.6200	0.6267
Tratamiento	2	0.0016	0.0008	3.06NS	0.1211
Error experimental	6	0.0016	0.0003		
Total	11	0.0037			

Media general: 1.089 C. V. 1.491 % NS: No significativo

Cuadro C-19a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	5.03	4.85	4.95	4.87	19.70	4.93
2	80	80	40	5.61	5.68	5.77	5.53	22.59	5.65
3	160	80	40	5.58	5.76	5.51	5.64	22.49	5.62

Cuadro C-19b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0116	0.0039	0.3200	0.8138
Tratamiento		2	1.3455	0.6728	54.83**	0.0001
Error experimental		6	0.0736	0.0123		
Total		11	1.4308			

Media general: 5.398 C. V. 2.052 % **: Altamente significativo

Cuadro C-20a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.07	6.99	7.05	6.90	28.00	7.00
2	80	80	40	7.70	7.81	7.81	7.69	31.01	7.75
3	160	80	40	7.71	7.78	7.49	7.64	30.62	7.65

Cuadro C-20b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0233	0.0078	0.8700	0.5073
Tratamiento		2	1.3304	0.6652	74.48**	<.0001
Error experimental		6	0.0536	0.0089		
Total		11	1.4072			

Media general: 7.470 C. V. 1.265 % **: Altamente significativo

Cuadro C-21a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	10.31	10.41	10.35	10.34	41.41	10.35
2	80	80	40	10.93	10.83	10.88	10.93	43.56	10.89
3	160	80	40	11.05	11.05	10.99	10.96	44.04	11.01

Cuadro C-21b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0014	0.0005	0.1700	0.9131
Tratamiento		2	0.9888	0.4944	176.57**	<.0001
Error experimental		6	0.0168	0.0028		
Total		11	1.0070			

Media general: 10.753 C. V. 0.492 % **: Altamente significativo

Cuadro C-22a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.62	7.53	7.48	7.46	30.08	7.52
2	80	80	40	7.85	7.70	7.80	7.88	31.22	7.81
3	160	80	40	8.14	8.19	8.29	8.03	32.65	8.16

Cuadro C-22b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0134	0.0045	0.4800	0.708
Tratamiento		2	0.8225	0.4112	44.32**	0.0003
Error experimental		6	0.0557	0.0093		
Total		11	0.8915			

Media general: 7.831 C. V. 1.230 % **: Altamente significativo

Cuadro C-23a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.67	7.60	7.64	7.42	30.33	7.58
2	80	80	40	7.75	7.81	7.76	7.82	31.14	7.78
3	160	80	40	7.94	7.99	8.00	7.89	31.82	7.95

Cuadro C-23b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0168	0.0056	1.0400	0.4388
Tratamiento	2	0.2782	0.1391	25.88**	0.0011
Error experimental	6	0.0323	0.0054		
Total	11	0.3273			

Media general: 7.774 C. V. 0.943 % **: Altamente significativo

Cuadro C-24a. Efecto de la fertilización con fósforo, sobre la biomasa total (g m⁻²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	163.25	170.75	175.00	173.25	682.50	170.56
2	80	80	40	166.75	188.25	195.00	170.75	720.83	180.19
3	160	80	40	160.00	190.00	188.25	187.50	725.83	181.44

Cuadro C-24b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con fósforo, sobre la biomasa total (g m⁻²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	914.0573	304.6858	5.4300	0.0380
Tratamiento	2	283.2917	141.6458	2.5300 NS	0.1600
Error experimental	6	336.4583	56.0764		
Total	11	1533.8073			

Media general: 177.40 C. V. 4.22 %, NS: no significativo

Cuadro C-25a. Contenido de fósforo (%) en la planta de gladiolo. Datos a los 89 dds. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	0	40	0.35	0.31	0.30	0.29	1.25	0.3125
2	80	80	40	0.32	0.33	0.33	0.33	1.31	0.3275
3	80	160	40	0.34	0.33	0.33	0.35	1.35	0.3375

ANEXO – D

Cuadro D-1a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la altura de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	55.667	50.667	60.333	56.333	223.0	55.750
2	80	80	40	49.667	55.333	65.000	60.667	230.7	57.667
3	80	80	80	51.100	60.333	68.667	62.667	242.8	60.692

Cuadro D-1b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la altura de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	266.472	88.824	7.340	0.020
Tratamiento	2	49.661	24.830	2.050NS	0.209
Error experimental	6	72.573	12.095		
Total	11	388.705			

Media general: 58.04 C. V.: 5.99% NS: No significativo

Cuadro D-2a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del tallo de la planta a los 79 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	2.267	2.283	2.367	2.317	9.233	2.308
2	80	80	40	1.933	2.650	2.300	2.567	9.450	2.363
3	80	80	80	2.433	2.267	2.500	2.533	9.733	2.433

Cuadro D-2b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del tallo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.111	0.037	0.890	0.499
Tratamiento	2	0.031	0.016	0.380NS	0.702
Error experimental	6	0.250	0.042		
Total	11	0.392			

Media general: 2.37 C. V.: 8.62% NS: No significativo

Cuadro D-3a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta a los 82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	9.67	9.33	10.00	10.00	39.00	9.75
2	80	80	40	10.33	9.67	10.00	9.00	39.00	9.75
3	80	80	80	9.67	9.67	10.00	9.33	38.67	9.67

Cuadro D-3b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.631	0.210	1.450	0.318
Tratamiento	2	0.018	0.009	0.060NS	0.940
Error experimental	6	0.869	0.145		
Total	11	1.518			

Media general: 9.72 C. V.: 3.91% NS: No significativo

Cuadro D-4a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	10.0	10.0	9.7	9.7	39.3	9.8
2	80	80	40	9.7	9.7	10.0	10.0	39.3	9.8
3	80	80	80	10.0	10.0	10.0	10.0	40.0	10.0

Cuadro D-4b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.000	0.000	0.000	1.000
Tratamiento	2	0.073	0.036	1.0NS	0.422
Error experimental	6	0.218	0.036		
Total	11	0.290			

Media general: 9.89 C. V.: 1.93% NS: No significativo

Cuadro D-5a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	10.0	9.3	9.7	10.0	39.0	9.8
2	80	80	40	10.0	10.0	10.3	10.0	40.3	10.1
3	80	80	80	10.0	10.3	9.7	10.0	40.0	10.0

Cuadro D-5b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de hojas por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.043	0.014	0.160	0.920
Tratamiento	2	0.232	0.116	1.300NS	0.340
Error experimental	6	0.535	0.089		
Total	11	0.809			

Media general: 9.94 C. V.: 3.00% NS: No significativo

Cuadro D-6a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el área foliar de la planta (cm²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	400.55	406.09	403.84	398.99	1609.47	402.4
2	80	80	40	434.65	450.58	441.74	438.40	1765.37	441.3
3	80	80	80	422.76	425.60	428.11	432.28	1708.75	427.2

Cuadro D-6b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el área foliar de la planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	102.006	34.002	1.750	0.256
Tratamiento	2	3113.929	1556.965	80.140**	<.0001
Error experimental	6	116.575	19.429		
Total	11	3332.510			

Media general: 423.63 C. V.: 1.04% **: Altamente significativo

Cuadro D-7a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	9.0	9.7	9.0	8.3	36.0	9.0
2	80	80	40	8.9	9.3	9.7	9.2	37.1	9.3
3	80	80	80	9.3	9.4	9.4	9.3	37.5	9.4

Cuadro D-7b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.563	0.188	1.490	0.310
Tratamiento	2	0.272	0.136	1.080NS	0.398
Error experimental	6	0.755	0.126		
Total	11	1.589			

Media general: 9.21 C. V.: 3.85% NS: No significativo

Cuadro D-8a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	9.0	8.6	8.3	8.3	34.2	8.6
2	80	80	40	9.0	9.0	9.3	8.8	36.2	9.0
3	80	80	80	9.0	9.0	8.7	8.7	35.3	8.8

Cuadro D-8b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de flores por planta en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.239	0.080	1.590	0.288
Tratamiento	2	0.464	0.232	4.630NS	0.061
Error experimental	6	0.301	0.050		
Total	11	1.004			

Media general: 8.81 C. V.: 2.54% NS: No significativo

Cuadro D-9a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	5.8	5.5	5.6	5.5	22.3	5.6
2	80	80	40	6.1	6.0	6.4	5.8	24.3	6.1
3	80	80	80	6.5	6.7	6.5	6.3	26.0	6.5

Cuadro D-9b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.163	0.054	1.970	0.220
Tratamiento	2	1.622	0.811	29.480**	0.001
Error experimental	6	0.165	0.028		
Total	11	1.949			

Media general: 6.06 C. V.: 2.74% **: Altamente significativo

Cuadro D-10a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	8.8	9.0	8.7	8.8	35.3	8.8
2	80	80	40	9.4	9.3	9.0	9.2	36.9	9.2
3	80	80	80	9.7	9.2	9.4	9.3	37.7	9.4

Cuadro D-10b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el tamaño de la flor en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.094	0.031	1.470	0.313
Tratamiento	2	0.706	0.353	16.550**	0.004
Error experimental	6	0.128	0.021		
Total	11	0.928			

Media general: 9.16 C. V.: 1.60% **: Altamente significativo

Cuadro D-11a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud de la inflorescencia a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	24.6	24.3	23.8	24.7	97.4	24.4
2	80	80	40	24.6	25.3	24.7	24.0	98.6	24.7
3	80	80	80	24.0	23.7	24.7	24.2	96.6	24.1

Cuadro D-11b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud de la inflorescencia en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.043	0.014	0.050	0.985
Tratamiento	2	0.522	0.261	0.870NS	0.467
Error experimental	6	1.809	0.301		
Total	11	2.374			

Media general: 24.38 C. V.: 2.25% NS: No significativo

Cuadro D-12a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud del raquis a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	48.00	48.00	48.50	46.67	191.17	47.79
2	80	80	40	50.80	51.10	52.67	49.70	204.27	51.07
3	80	80	80	51.67	49.50	48.70	50.70	200.57	50.14

Cuadro D-12b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la longitud del raquis en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	2.268	0.756	0.490	0.701
Tratamiento	2	22.805	11.403	7.410**	0.024
Error experimental	6	9.227	1.538		
Total	11	34.300			

Media general: 49.67 C. V.: 2.50% **: Altamente significativo

Cuadro D-13a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	2.55	2.54	2.45	2.67	10.20	2.55
2	80	80	40	2.65	2.60	2.59	2.70	10.54	2.64
3	80	80	80	2.69	2.70	2.66	2.96	11.01	2.75

Cuadro D-13b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el diámetro del cormo de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.074	0.025	9.040	0.012
Tratamiento	2	0.081	0.040	14.800**	0.005
Error experimental	6	0.016	0.003		
Total	11	0.171			

Media general: 2.65 C. V.: 2.00% **: Altamente significativo

Cuadro D-14a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormos (g m⁻²) de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	139.6	137.7	138.9	139.3	555.4	138.9
2	80	80	40	158.5	159.3	157.5	158.8	634.0	158.5
3	80	80	80	168.4	169.8	169.6	171.5	679.3	169.8

Cuadro D-14b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormos de la planta de gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	2.653	0.884	0.890	0.499
Tratamiento	2	1964.546	982.273	987.670**	<.0001
Error experimental	6	5.967	0.995		
Total	11	1973.166			

Media general: 155.73 C. V.: 0.64% **: Altamente significativo

Cuadro D-15a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	171.7	170.0	174.2	170.0	685.8	171.5
2	80	80	40	235.8	230.0	229.2	230.8	925.8	231.5
3	80	80	80	285.8	281.7	279.2	285.0	1131.7	282.9

Cuadro D-15b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el número de cormillos (m²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	28.193	9.398	1.460	0.318
Tratamiento	2	24894.141	12447.071	1927.4**	<.0001
Error experimental	6	38.748	6.458		
Total	11	24961.082			

Media general: 228.61 C. V.: 1.11% **: Altamente significativo

Cuadro D-16a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormillos (g m⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	40.167	42.083	39.750	40.417	162.417	40.604
2	80	80	40	39.167	40.667	42.083	42.250	164.167	41.042
3	80	80	80	41.000	41.250	43.333	41.250	166.833	41.708

Cuadro D-16b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el peso de cormillos (g m⁻²) en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	4.379	1.460	1.030	0.445
Tratamiento	2	2.473	1.236	0.870NS	0.466
Error experimental	6	8.524	1.421		
Total	11	15.376			

Media general: 41.12 C. V.: 2.90% NS: No significativo

Cuadro D-17a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	1.04	1.05	1.05	1.07	4.20	1.05
2	80	80	40	1.13	1.10	1.11	1.14	4.48	1.12
3	160	80	40	1.24	1.22	1.22	1.20	4.87	1.22

Cuadro D-17b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0004	0.0001	0.4600	0.7207
Tratamiento	2	0.0568	0.0284	92.14**	<.0001
Error experimental	6	0.0019	0.0003		
Total	11	0.0591			

Media general: 1.131 C. V. 1.553 % **: Altamente significativo

Cuadro D-18a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	1.00	1.02	1.01	1.00	4.02	1.01
2	80	80	40	1.09	1.13	1.10	1.10	4.41	1.10
3	160	80	40	1.06	1.06	1.07	1.08	4.27	1.07

Cuadro D-18b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre el índice de área foliar a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0006	0.0002	1.4100	0.3283
Tratamiento	2	0.0194	0.0097	68.29**	<.0001
Error experimental	6	0.0009	0.0001		
Total	11	0.0208			

Media general: 1.060 C. V. 1.123 % **: Altamente significativo

Cuadro D-19a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	5.26	5.45	5.33	5.34	21.38	5.35
2	80	80	40	5.61	5.68	5.77	5.53	22.59	5.65
3	160	80	40	5.58	5.88	5.73	5.74	22.92	5.73

Cuadro D-19b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 51-61 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0604	0.0201	3.5000	0.0895
Tratamiento	2	0.3319	0.1659	28.87**	0.0008
Error experimental	6	0.0345	0.0057		
Total	11	0.4267			

Media general: 5.575 C. V. 1.360 % **: Altamente significativo

Cuadro D-20a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.43	7.76	7.34	7.52	30.04	7.51
2	80	80	40	7.70	7.81	7.81	7.69	31.01	7.75
3	160	80	40	8.18	8.47	8.22	8.15	33.01	8.25

Cuadro D-20b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 61-71 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.1209	0.0403	4.4400	0.0572
Tratamiento	2	1.1486	0.5743	63.36**	<.0001
Error experimental	6	0.0544	0.0091		
Total	11	1.3238			

Media general: 7.840 C. V. 1.214 % **: Altamente significativo

Cuadro D-21a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	10.39	10.48	10.20	10.35	41.42	10.35
2	80	80	40	10.93	10.83	10.88	10.93	43.56	10.89
3	160	80	40	11.24	11.36	11.24	11.04	44.88	11.22

Cuadro D-21b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 71-82 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0310	0.0103	0.8900	0.4973
Tratamiento	2	1.5259	0.7629	65.82**	<.0001
Error experimental	6	0.0696	0.0116		
Total	11	1.6264			

Media general: 10.823 C. V. 0.995 % **: Altamente significativo

Cuadro D-22a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.34	7.38	7.34	7.43	29.48	7.37
2	80	80	40	7.85	7.70	7.80	7.88	31.22	7.81
3	160	80	40	8.14	8.13	8.14	7.95	32.36	8.09

Cuadro D-22b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 82-89 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición	3	0.0025	0.0008	0.1000	0.9553
Tratamiento	2	1.0451	0.5226	65.48**	<.0001
Error experimental	6	0.0479	0.0080		
Total	11	1.0955			

Media general: 7.757 C. V. 1.152 % **: Altamente significativo

Cuadro D-23a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	0	80	40	7.13	7.23	7.19	7.24	28.79	7.20
2	80	80	40	7.75	7.81	7.76	7.82	31.14	7.78
3	160	80	40	8.02	7.99	8.02	7.98	32.01	8.00

Cuadro D-23b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la duración del área foliar en el periodo de 89-96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	0.0042	0.0014	1.0100	0.4525
Tratamiento		2	1.3873	0.6937	502.45**	<.0001
Error experimental		6	0.0083	0.0014		
Total		11	1.3998			

Media general: 7.662 C. V. 0.485 % **: Altamente significativo

Cuadro D-24a. Efecto de la fertilización con potasio, sobre la biomasa total (g m⁻²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	180.00	162.50	176.75	169.25	688.33	172.13
2	80	80	40	166.75	188.25	195.00	170.75	720.83	180.19
3	80	80	80	183.33	166.67	172.50	170.00	692.50	173.13

Cuadro D-24b. Análisis de varianza del efecto de la fertilización con potasio, sobre la biomasa total (g m⁻²) a los 96 dds en gladiolo. Cocula, Gro. 2005.

	F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	Pr > F
Repetición		3	225.3490	75.1163	0.6800	0.5975
Tratamiento		2	154.5104	77.2552	0.70 NS	0.5349
Error experimental		6	666.3229	111.0538		
Total		11	1046.1823			

Media general: 175.146 C. V. 6.017 %, NS: no significativo

Cuadro D-25a. Contenido de potasio (%) en la planta de gladiolo. Datos a los 89 dds. Cocula, Gro. 2005.

No. Tratamiento	Niveles de NPK			Bloques				Total	Media
				I	II	III	IV		
1	80	80	0	1.47	1.29	1.45	1.54	5.75	1.4375
2	80	80	40	1.50	1.45	1.38	1.47	5.80	1.4500
3	80	80	80	1.64	1.79	1.59	1.47	6.49	1.6225

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN GENERAL

1. DISCUSIÓN GENERAL

La flor de corte de calidad es producto de la interacción de diversos factores, dentro de los cuales la nutrición y su aplicación oportuna son determinantes. Con los nutrimentos se busca elevar la calidad y el rendimiento. Por lo que, se ha confirmado la importancia que tiene el nitrógeno, fósforo y potasio en el desarrollo del gladiolo. El cultivo ha mostrado diferentes respuestas a cada uno de los nutrimentos aportados, así como a los diferentes niveles de aplicación, con niveles iniciales de 16.6 kg de N-NO₃ ha⁻¹, 26.2 kg de P₂O₅ ha⁻¹ y 132 kg de K₂O ha⁻¹, observando lo siguiente:

Con la combinación de 80-80-80 de N, P y K se incrementa el número de flores por planta, tamaño de flor, longitud de la inflorescencia, área foliar (cm²) por planta, diámetro del tallo, diámetro del cormo y la formación de cormillos. Por el cuál se tiene, la mejor calidad de flor de corte de gladiolo y mayor ingreso neto.

La mayor área foliar se logró con N y K, la duración del área foliar con NPK. Los parámetros de calidad de la flor, como son: la longitud de la inflorescencia que se incrementó con N y P; el número de flores con N y K; y el tamaño de la flor y longitud del raquis con N, P y K. En contraste, la mayor acumulación de biomasa se encontró solamente con la aplicación de N. Estos resultados se deben a que el N, estimula el crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo de gladiolo, así mismo, el P realiza las funciones de la división celular, el crecimiento celular, la formación y desarrollo de raíces y tallos; por su parte, el K eleva la calidad de flor y el fortalecimiento de los tallos, evitando que se doblen.

Por otra parte, el mayor diámetro de cormo se encontró con N y K, el peso de cormos con NPK y el número de cormillos con P y K, esto se debe a que el P estimula principalmente la síntesis de azúcar, grasas y proteínas, además de acumular energía durante el proceso de la fosforilación, lo cual se nota en la acumulación de reservas alimenticias de la planta, manifestándose en el peso de cormos. El K forma las reservas contenidas en estos, observando un incremento en la producción, en el tamaño y peso de cormos, así como, en el número de cormillos.

2. CONCLUSIÓN GENERAL

- ✿ En la región de estudio con niveles iniciales de 16.6 kg de N-NO₃ ha⁻¹, 26.2 kg de P₂O₅ ha⁻¹ y 132 kg de K₂O ha⁻¹, con la aplicación de 80, 80 y 80 de N, P y K se logra mayor calidad de gladiolo y mayor ingreso neto. Además, de cormos de mayor tamaño y mayor número de cormillos.
- ✿ El nitrógeno incrementa el área foliar, su duración, la producción de biomasa, el número de flores por planta, el tamaño de la flor, longitud de la inflorescencia, longitud del raquis, el diámetro y peso de cormos. Así como, la extracción de nitrógeno, eficiencia agronómica, recuperación aparente de nitrógeno y la eficiencia fisiológica.
- ✿ El fósforo incrementa el número de flores por planta, tamaño de la flor, longitud de la inflorescencia, longitud del raquis, la duración del área foliar, peso de cormos y el número de cormillos en gladiolo.
- ✿ El potasio incrementa el área foliar y su duración, el tamaño de la flor, longitud del raquis, diámetro de cormo, peso de cormos y el número de cormillos.
- ✿ La variación en el suministro de nitrógeno, fósforo y potasio no afecta los días de ocurrencia de las etapas fenológicas del gladiolo.