

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Aplicación de Diferentes Dosis de Fertilización y Agua Residual Tratada en la
Producción de Girasol Ornamental (*Helianthus annuus* L.)
'Sunny Smile' en Maceta

Por:

JOSEFINA NERI YÁÑEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Aplicación de Diferentes Dosis de Fertilización y Agua Residual Tratada en la
Producción de Girasol Ornamental (*Helianthus annuus* L.)
'Sunny Smile' en Maceta

Por:

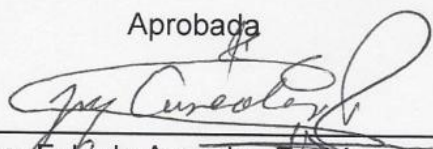
JOSEFINA NERI YÁÑEZ

TESIS

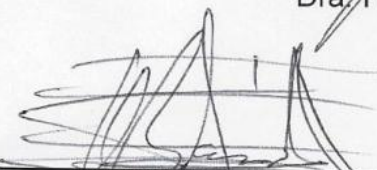
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA


Aprobada


Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez

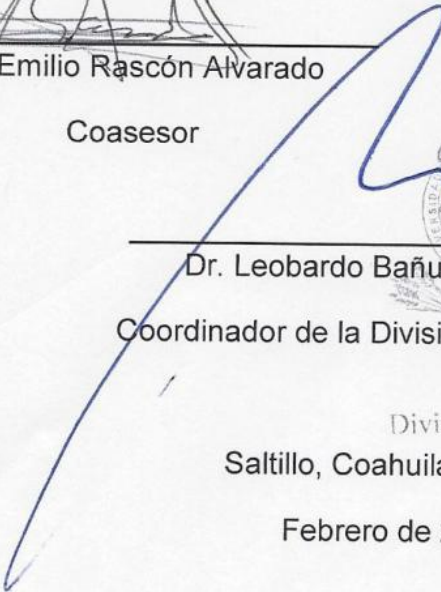
Asesor Principal


Dr. Emilio Rascón Alvarado


Coasesor


Dr. Juan José Galván Luna

Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Aplicación de Diferentes Dosis de Fertilización y Agua Residual Tratada en la
Producción de Girasol Ornamental (*Helianthus annuus* L.)
'Sunny Smile' en Maceta

Por:

JOSEFINA NERI YAÑEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Participación en la ejecución técnica de este proyecto de investigación

Maria Guadalupe Pérez Ovalle

T.L.Q. Maria Guadalupe Pérez Ovalle

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Agradezco su compañía que me brinda la oportunidad de seguir en esta etapa de superación y formación profesional. Gracias por ser la luz que me guía, darme fuerza para seguir adelante y no perder la fe en los momentos de debilidad que pase para lograr este logro más en mi vida.

A Mi Alma Terra Mater

A mi gloriosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haber permitido terminar mis estudios profesionales.

Al Departamentos de Producción y Horticultura

Por sus facilidades en la realización de la presente investigación.

A mis profesores durante toda mi carrera profesional

Por el apoyo, dedicación y paciencia porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez

Mi más grande agradecimiento por la confianza que puso en mí al permitirme la realización de este trabajo experimental, por sus grandes consejos, asesoría y su amabilidad ya que siempre me hizo confiar y sentir una gran seguridad hacia su persona, por su disponibilidad y por compartir sus conocimientos conmigo sin olvidar todos esos detalles que sacaron adelante esta investigación.

A mis amigos (as)

Que de alguna manera me motivaron a seguir adelante; Alday, Levi, Francisco, Yadi, Meli, etc. Gracias por su valioso apoyo.

DEDICATORIAS

A mis padres

Remedios Neri Solís y Blanca Yáñez Galindo por todo el apoyo y confianza que me brindaron para lograr un objetivo más de mi vida.

A mi esposo

Odilón Gayosso Barragán, por ser parte de mi vida, apoyarme en las buenas y en las malas, pero sobre todo por tu paciencia y amor incondicional, eso logró darme confianza, alegría, las fuerzas y ser mi fuente de motivación para lograr mis metas y ser una persona capaz de enfrentar cualquier cosa en la vida.

A mis hermanos

Por ser parte importante en mi vida, un gran apoyo, por su confianza y consejos que me han brindado para seguir adelante: Magdalena, José, Demetrio, Elizabeth, Anayeli y Gabriela

A mis sobrinos (as).

Gracias por ser la alegría de la familia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO.....	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Importancia de las ornamentales.....	4
Importancia del cultivo.....	5
Generalidades del cultivo.....	7
Origen geográfico.....	7
Descripción Taxonómica.....	7
Morfología.....	9
Manejo del cultivo.....	11
En invernadero	11
A campo abierto	12
Producción de girasol en maceta	12
Condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo	13
Fertilización	15
Plagas y enfermedades.....	16
Riego	18
Cosecha.....	19
Calidad del agua de riego	19
Agua potable	19
Agua residual	20
Composición y clasificación del agua residual	21
Principales características de las Aguas Residuales Urbanas	22
Agua residual tratada.....	25

Agua residual tratada a nivel nacional	25
Situación a nivel estado	25
Uso del agua residual tratada	26
MATERIALES Y MÉTODOS	32
Localización del Sitio Experimental.....	32
Material Vegetal.....	33
Descripción de los Tratamientos.....	33
Manejo del cultivo.....	34
Variables Evaluadas	35
Diseño experimental	37
Análisis estadístico.....	37
Modelo estadístico	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
Altura de la planta	40
Número de hojas	41
Diámetro de tallo	42
Diámetro exterior e interior de la inflorescencia	43
Peso Fresco	46
Peso Seco	47
CONCLUSIÓN.....	49
LITERATURA CITADA.....	50
APÉNDICE	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Flor de girasol ornamental ‘Sunny Smile’.....	6
Figura 2.2 Morfología de la flor de girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	11
Figura 3.1 Localización del sitio experimental.....	32
Figura 3.2 Etapas de la realización del experimento. A) siembra, B) germinación, C) trasplante, D) panorama de la plantas durante su desarrollo, E) aplicación de tratamientos, evaluación de las variables: F) altura de planta, G) número de hojas, H) diámetro de tallo I) diámetro de inflorescencia interior y exterior, J) peso fresco, K) secado de las plantas y L) determinación del peso seco.....	38
Figura 4.1 Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable número de hojas en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.....	41
Figura 4.2 Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable número de hojas en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.....	42
Figura 4.3 Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable diámetro de tallo en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.....	43
Figura 4.4 Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable diámetro exterior de la inflorescencia en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.....	44
Figura 4.5 Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable diámetro interior de la inflorescencia en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.....	45
Figura 4.6 Peso fresco de follaje, raíz, tallo, inflorescencia y total en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta con tres concentraciones de fertilizantes y dos tipos de agua de riego en invernadero.....	47

Figura 4.7 Peso seco de follaje, raíz, tallo, inflorescencia y total en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta con tres concentraciones de fertilizantes y dos tipos de agua de riego en invernadero..... 48

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 2.1 Niveles críticos foliares para el girasol.....	16
Cuadro 3.1 Formación de tratamientos con dos tipos de agua y fertilizantes químicos.....	33
Cuadro 3.2 Fuentes de nitrógeno empleados en la formación de tratamientos.....	33
Cuadro 3.3. Propiedades químicas del agua potable y agua residual tratada utilizadas en el experimento.....	35
Cuadro A.1. Valores medios de las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, diámetro exterior de la inflorescencia, diámetro interior de la inflorescencia de plantas de girasol ornamental cultivado en maceta que fueron tratadas con dos tipos de agua y tres concentraciones de fertilizantes.....	55
Cuadro A.2. Valores medios de las variables peso fresco de follaje, inflorescencia, tallo, raíz y total de plantas de girasol ornamental cultivado en maceta que fueron tratadas con dos tipos de agua y tres concentraciones de fertilizantes.....	56
Cuadro A.3. Valores medios de las variables peso seco de follaje, inflorescencia, tallo, raíz y total de plantas de girasol ornamental cultivado en maceta que fueron tratadas con dos tipos de agua y tres concentraciones de fertilizantes.....	57

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la aplicación de tres dosis de una mezcla de fertilizantes durante las etapas fenológicas de la plantas de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) 'Sunny Smile' cultivado en macetas donde se utilizó como sustrato suelo contaminado y regado con aguas residuales tratadas. El trabajo se estableció en el invernadero No. 2 del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el periodo comprendido de marzo a junio del 2013. Se sembraron las semillas de girasol en vasos de unicel utilizando como sustrato peatmoss y perlita. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 5 cm se trasplantaron en macetas de 5". El manejo del cultivo fue de forma tradicional. Los tratamientos evaluados fueron agua potable, agua residual tratada, agua potable + 50% de fertilización, agua residual tratada + 50% de fertilización, agua potable + 100% de fertilización y agua residual tratada + 100% de fertilización. Las aplicaciones se iniciaron antes de la floración. El diseño experimental fue completamente al azar con 6 repeticiones por tratamiento donde las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, diámetro interior y exterior de la inflorescencia, peso fresco y seco de follaje, tallo, raíz, inflorescencia y total. Se observaron diferencias estadísticas significativas en las variables diámetro interior y exterior de la inflorescencia. El tratamiento de 50% de fertilización + agua residual tratada, fue el que mostro diámetros mayores en la inflorescencia. Por lo que se concluyó de que el uso de este tipo de agua en la producción de *Helianthus annuus* L. 'Sunny Smile' cultivado en maceta y bajo condiciones de invernadero permite obtener flores de calidad y reducir los costos en la fertilización.

Palabras clave: *Helianthus annuus* L., ornamentales, agua residual tratada, fertilización, invernadero.

Correo electrónico : **Josefina Neri Yáñez**

alegriaausente@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción de plantas ornamentales en maceta son aquellas que por su porte y belleza tienen la finalidad de utilizarse como adorno (embellecer, agradar a la vista, causar sensación de bienestar o expresar sentimientos).

En el sector de la agroindustria, la producción de flores y plantas ornamentales es una actividad que se ha consolidado y ha logrado gran importancia. Ampliar el mercado de las flores es un elemento vital de la supervivencia y el desarrollo del complejo agroindustrial, el aumento de la demanda de los productos ofrecidos y asegurar una facturación anual capaz de sostener su crecimiento y la generación de empleo según Lins (2004). Para Bongers (1995), la floricultura es particularmente interesante para los pequeños agricultores, ya que representa una importante fuente de ingresos, y puede generar entre 15 y 20 empleos por hectárea, son más altos que otros cultivos, como el arroz.

También se benefician de la mano de obra empleada en las actividades agrícolas, apareció hace algunos años la filosofía de la agricultura ecológica la cual es un sistema de producción agrícola que excluye el uso de productos químicos de síntesis, con el objetivo de minimizar los impactos negativos al medio ambiente y la biodiversidad del suelo; puede ser tan rentable como el sistema convencional según Mäder *et al.* (2002).

El cultivo de girasol su valor es bastante generalizado, ya que es una fuente rica de aceite extraído de la semilla, la producción de miel y también puede ser utilizado como una fuente de salvado o ensilaje para la alimentación animal. Su belleza es muy apreciada, ya que tiene un gran valor estético como planta ornamental y se puede cultivar para la producción de flores de corte y en maceta según Schoellhorn *et al.* (2003).

La finalidad del cultivo del girasol como flor cortada es distinta respecto al oleaginoso, o el forrajero, en los dos primeros se suele buscar plantas con capítulos grandes con una alta producción de semillas por planta, y en el forrajero además se busca un alto peso de la planta. Por el contrario en el ornamental se busca un capítulo no demasiado grande, ya que ello impediría su uso como flor, diámetros inferiores a 7 u 8 centímetros se consideran adecuados para estos fines. La presencia de polen en las flores es un inconveniente para su uso como ornamental, ya que éste al desprenderse mancha los enseres o ropas próximos a ellas, por ello, los principales cultivares ornamentales no tienen polen según Melgares (2006).

El uso agrícola de las aguas residuales y biosólidos creció drásticamente en todo el mundo, especialmente en las regiones áridas y semi-áridas de los países en desarrollo, en respuesta a la necesidad de aumentar la producción agrícola, especialmente de los alimentos, sin la aplicación de fertilizantes sintéticos. Entonces vale la pena destacar que las aguas residuales y los

lodos de depuradora no se consideran fertilizantes químicos según Polat *et al.* (2010).

El afluente tratado cuando se utiliza como biofertilizante, tiene sobre todo la recuperación económica; además de los beneficios ambientales, ya que la práctica de la reutilización en parte o totalmente elimina el contenido de los nutrientes contenidos en el efluente como principalmente nitrógeno y fósforo antes de arrojar en los cuerpos de agua, la prevención de la eutrofización de las fuentes de agua. Por lo anterior se realizó esta investigación con el siguiente objetivo e hipótesis:

OBJETIVO

Evaluar el comportamiento del girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) ‘Sunny Smile’ cultivado en maceta y bajo condiciones de invernadero con fertilización variable y agua residual tratada

HIPÓTESIS

La aplicación de agua residual tratada reducirá la cantidad de fertilizantes empleado en la producción de flores de girasol ornamental de calidad (*Helianthus annuus* L.) ‘Sunny Smile’ cultivado en maceta y bajo condiciones de invernadero

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de las ornamentales

La horticultura ornamental en México ha tomado importancia en los últimos años pues es una alternativa viable y rentable, debido a la demanda nacional e internacional de flores de corte en maceta, palmas y follajes. Actualmente el país ocupa el tercer lugar a nivel mundial en superficie dedicada a esta actividad; sin embargo, no figura dentro de las más importantes a nivel mundial.

Los principales estados productores de ornamentales son: Estado de México, Morelos, Puebla, Sinaloa, Baja California, San Luís Potosí, Distrito Federal, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Veracruz, Chiapas y Oaxaca. El Estado de México es el principal productor y aporta cerca del 80% del valor de la producción nacional según Chalate *et al.* (2008).

El cultivo de flores con fines ornamentales es una práctica antigua con mucha importancia cultural, ya que es una tradición adornar los lugares de culto religioso, festivo y doméstico. Los antepasados han tenido interés por los valores estéticos que presentan las flores, su arquitectura, colores y perfumes según Leszczyńska y Borys (2002). Una de las fuentes de valores estéticos son los arreglos florales y sus distintos diseños ofrecidos por las florerías y los mercados de las ciudades.

La calidad de las plantas ornamentales en maceta depende, fundamentalmente, del tipo de sustrato que se utilice para cultivarlas y, en particular, de sus características físico-químicas, ya que el desarrollo y el funcionamiento de las raíces están directamente ligados a las condiciones de aireación y contenido de agua, además de tener una influencia directa sobre el suministro de nutrimentos necesarios para las especies que se desarrollen en él. Todas estas interacciones se reflejarán positiva o negativamente en la presentación comercial final de las especies cultivadas según Bunt (1988).

Importancia del cultivo

El girasol cultivado es una especie de gran importancia a nivel mundial por su alto contenido de aceite; sus semillas son utilizadas en confitería y alimento para animales, y además es bien conocida como planta ornamental según Alba y Llanos (1990).

La popularidad del girasol como cultivo ornamental se incrementó en forma importante en la última década en todo el mundo. Históricamente el girasol ha sido usado como una planta de jardín y posteriormente como planta en maceta. Actualmente hay una buena oferta de nuevos cultivares para uso ornamental. Con una amplia variedad de formas y colores según Yañez (2007).

El girasol es una de las pocas plantas que el hombre puede explorar casi todas sus partes, la planta entera se puede utilizar como abono verde, forraje y ensilaje; las raíces pueden ser utilizadas como materia orgánica y el reciclaje de nutrientes, con el objetivo de mejorar el suelo, el vástago puede ser utilizado en la construcción como aislante térmico y acústico según Ungaro (1986), las hojas se pueden utilizar como herbicidas naturales según Alves (2007) y los capítulos proporcionan semillas, también utilizados en la alimentación animal y, finalmente, pueden ser utilizadas como plantas ornamentales, ya que su belleza es inconfundible e innegable (Figura 2.1).

Entre las nuevas flores que se han destacado en el mercado, se puede citar que el girasol ornamental no suelta polen, siendo ampliamente utilizado en arreglos ya que no ensucia el medio ambiente, y tiene una durabilidad de poscosecha entre los 7 y 10 días según Anefalos (2003).



Figura 2.1. Flor de girasol ornamental ‘Sunny Smile’

Generalidades del cultivo

Origen geográfico

El origen geográfico del girasol domesticado (*Helianthus annuus* L.) había sido reportado en el área del sureste de los Estados Unidos de América. El análisis de documentos históricos de México y “semillas” arqueológicas recientemente descubiertas en Tabasco, Morelos y México, indican que los girasoles cultivados fueron importantes durante la época prehispánica y del virreinato en el centro de México. Cabe mencionar que los achenios prehistóricos más grandes y más antiguos son de México. Aunque hoy en día las plantas silvestres son genéticamente distantes de los cultivares comerciales contemporáneos, las evidencias indican que México es el centro de origen más antiguo según Bye *et al.* (2009).

Bellido (2002), menciona que la semilla de girasol fue introducida en España por los colonizadores y después se extendió al resto de Europa. El girasol fue cultivado durante más de dos siglos en España y en el resto de Europa por su valor ornamental, debido al porte y sobre todo a la belleza de sus inflorescencias según expone Infoagro (2006).

Descripción Taxonómica

El girasol perteneciente a la familia Asteraceae, cuyo nombre científico es *Helianthus annuus* L. Se trata de una planta anual con un desarrollo vigoroso en todos sus órganos. Viene del griego “Helios” (sol) y “Anthos”

(flor), lo cual se explica por su peculiar manera de orientarse durante todo el día hacia el astro rey, y por la forma de su flor, que puede alcanzar hasta 25 cm de diámetro y está conformada por pétalos de color amarillo intenso, crema, café y diversas gamas del bronce; en su centro se encuentran las semillas, el nombre de la especie en latín “annuus” significa anual, se refiere a su ciclo vital según lo menciona Ortegón (1993).

Nombre Común: Girasol, Flor del sol, Copa de Júpiter, Hierba del sol

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: Helianthus

Especie: Annuus

Nombre Científico: *Helianthus annuus* L. según García *et al.* (2010).

Morfología

Raíz. El sistema radicular del girasol está formado, por una raíz pivotante que puede llegar hasta los 2 metros de profundidad, y cuando tropieza con obstáculos naturales o suelas de labor desvía su trayectoria vertical y deja de explorar las capas profundas del suelo, crece más rápido que la parte aérea de la planta, por un sistema de raíces secundarias y terciarias que crecen en sentido horizontal y vertical, se desarrollan entre los 5 y 30 cm. de profundidad; la máxima profundidad coinciden con la floración según Pizarro (2009).

Tallo. El tallo es cilíndrico, recto, vertical, de consistencia semileñosa, áspero y veloso, tanto el diámetro como la altura varían según cultivares. Al llegar a la madurez, el tallo se arquea en su extremo debido al peso, y el capítulo floral se vuelve hacia el suelo en mayor o menor grado. El diámetro varía entre 2 y 6 cm, y una altura hasta el capítulo entre 40 cm y 2 m. La superficie exterior del tallo es rugosa, asurcada y vellosa; excepto en su base. En la madurez el tallo se inclina en la parte terminal debido al peso del capítulo según Duarte (2004).

Hojas. Tiene hojas muy grandes y con largos pecíolos, los dos o tres pares de la base son opuestas y a partir del tercer o cuarto par son alternas, el color de las hojas varia del verde oscuro al amarillo y su número oscila

entre los 12 y cuarenta hojas que está en función de las condiciones de cultivo y la variedad según Buxade (2003).

Inflorescencia. La inflorescencia del girasol es un capítulo de dos a cuarenta centímetros de diámetro según cultivares y condiciones de cultivo. El capítulo, que se encuentra en el extremo del tallo principal, es solitario y rotatorio, rodeado, en su cara inferior por brácteas en forma de escamas; está formado por un tejido de naturaleza esponjosa en el que se insertan las flores. Los capítulos en desarrollo efectúan movimientos de rotación, de modo que su superficie forma un ángulo recto con la dirección de caída de los rayos solares. En el capítulo se pueden encontrar dos tipos de flores según Asagir (2008).

- **Flores liguladas.** Se encuentran en el verticilo o anillo exterior del capítulo, está formado normalmente por una o dos filas de flores liguladas estériles, el color de estas lígulas suele ser amarillo dorado, amarillo claro o amarillo anaranjado, las lígulas son lanceoladas, con una función de exhibición y atracción visual para los insectos polinizadores.
- **Flores tubulares.** Situadas en el interior del capítulo, son las flores propiamente dichas, ya que contienen los órganos reproductores, son sésiles, hermafroditas, y de cada flor se obtendrá una semilla; forman círculos espirales desde el centro hasta el anillo de flores liguladas que lo rodea.

En la mayoría de los cultivares para flor cortada, que suelen ser híbridos, las flores tubulares son estériles, no forman polen, ni producen semilla (Figura 2.2) Melgares (2006).

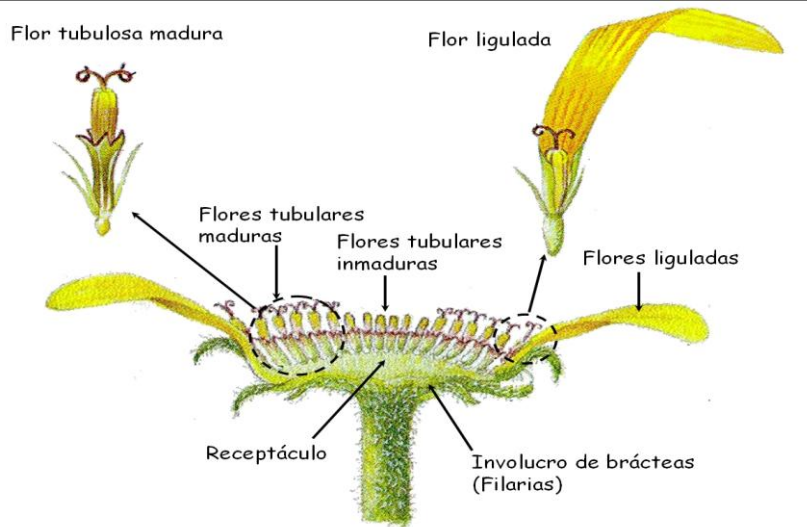


Figura 2.2. Morfología de la flor de girasol (*Helianthus annuus* L.)

Manejo del cultivo

En invernadero

El cultivo de girasol es conveniente cultivarlo en invernadero para evitar la variabilidad de temperaturas ya que el cultivo requiere de temperaturas moderadas y luz para poder producir todo el año, de esta manera obtener una mejor producción y calidad del producto según Alba (1990).

A campo abierto

El cultivo de esta especie como flor cortada se puede realizar tanto en invernadero como al aire libre, si bien esta última modalidad limita, en muchas zonas, las épocas en las que se puede realizar el cultivo, a la primavera y el verano según Altman *et al.* (1996).

Producción de girasol en maceta

Según Ansorena (1994) este sistema fue establecido en escala comercial a fines de 1940, pero hasta mediados de los años cincuenta fue que cobro auge, gracias en gran parte al refinamiento de sustratos hortícolas. Un manejo adecuado de los sustratos o medios de cultivo son fundamentales para la producción de plantas en maceta.

Las plantas ideales para esta práctica son aquellas con sistemas radiculares pobres, las que pueden producir tamaño y calidad del mercado en un periodo mínimo de tiempo. Dado que la producción en maceta representa inversiones de capital más grande que la producción en campo, se hace imperativa la necesidad de reducir costos produciendo las plantas en el menor tiempo posible.

Condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo

Temperatura

El girasol es una planta que necesita al menos 5°C, durante 24 horas, para poder germinar, cuanto más alta es la temperatura, más rápidamente germinará. Si la temperatura es menor de 4°C no llegará a hacerlo. Una vez que ha germinado, se adapta a un amplio margen de temperaturas, que van desde 25-30 a 13-17°C en este último caso la floración sufre retraso. El margen óptimo de temperaturas oscila entre 21 y 24°C. En periodos de corta duración, puede resistir temperaturas de hasta 6 u 8°C. Bajas temperaturas pueden dañar el ápice de la planta y ello puede provocar la ramificación de los tallos.

La influencia negativa de las altas temperaturas durante la fase de floración, varía según el régimen de temperaturas que ha soportado la planta en la fase anterior de crecimiento y desarrollo foliar. Si estas han sido altas en la fase anterior, la planta aguantará mejor las altas temperaturas en la fase de floración. Si no es así, la planta podría sufrir situaciones de estrés según lo que expone Alba (1990).

Luz

La luz influye en su crecimiento y desarrollo, y su influencia varía en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo según expone Del Valle (1987). Al principio, en la formación de las hojas, el fotoperiodo, acelera o retrasa el

desarrollo del girasol, si la duración del día es corta, los tallos crecen muy alargados y la superficie foliar disminuye. Muchos cultivares pueden adelantar o retrasar más de 15 días la fecha de floración como respuesta al fotoperiodo según Alba (1990).

La densidad de plantas influye en la formación y productividad del aparato fotosintético. En densidades altas se demora la formación de las hojas de los niveles superiores y de este modo disminuye su participación en la actividad fotosintética general, sobre todo en las últimas fases de vegetación. La densidad de plantas influye en forma considerable en la radiación fotosintetizante activa según Alba (1990).

Humedad

La disponibilidad adecuada de humedad es importante en todo el ciclo de cultivo pero el girasol acusa especialmente la carencia de agua desde unos 20 días antes de la floración hasta 20 días después según expone Mateo (2005).

Suelo

El girasol explora muy bien el terreno, aprovechando los elementos nutritivos disponibles, extrayendo cantidades relativamente importantes de nitrógeno, fósforo y potasio y agotando en muchos casos suelos bien provistos según Gómez (1988).

No es una planta muy exigente en cuanto a calidad del suelo se refiere. Crece bien en la mayoría de texturas, aunque prefiere terrenos arcillo - arenosos. Además no requiere una fertilidad tan alta como otros cultivos para obtener un rendimiento aceptable. Sí necesita, sin embargo un buen drenaje.

El girasol no es muy tolerante en cuanto a salinidad, estando su rango de tolerancia entre 2 y 4 mmhos/cm (en términos de conductividad eléctrica de extracto de saturación del suelo a 25°C). El girasol no es una planta muy sensible a variaciones del pH en el suelo, tolera suelos con pH que van desde 5.8 hasta más de 8.0 según Alba (1990).

En los suelos neutros o alcalinos no suelen aparecer problemas de tipo nutricional. Un exceso de alcalinidad puede ocasionar problemas de deficiencia de hierro, pero no es frecuente según Alba (1990).

Fertilización

Durante las etapas finales del cultivo, la mejor opción es la fertilización líquida constante con 200 a 250 ppm de 15-0-15, aplicando 20-10-20 cuando sea necesario. Durante la floración cuando los botones comienzan a elongarse, se puede incrementar la fertilización principalmente en lo que se refiere al potasio, para evitar la clorosis. Se estima que el girasol absorbe el 75% del potasio total antes de la floración. Los síntomas de carencia de nitrógeno y potasio son bastantes evidentes en esta planta según Pizano (1999).

El girasol es extremadamente sensible a la deficiencia de boro y a la toxicidad por aluminio. La primera llega a afectar gravemente la producción tornando quebradizos las hojas y tallos, así como los peciolo de las flores.

El siguiente cuadro presenta los niveles críticos foliares de una serie de elementos, que deben tenerse en cuenta para la producción de flores de girasol de óptima calidad según expone Pizano (1999).

Cuadro 2.1. Niveles críticos foliares para el girasol.

Elemento	Deficiente (%)	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)
Nitrógeno	3.00	4.00	5.00	5.50
Fosforo	0.18	0.28	0.33	0.45
Potasio	1.50	2.60	5.00	6.60
Azufre	0.15	0.25	0.45	0.60
Calcio	1.00	2.30	3.50	5.00
Magnesio	0.18	0.30	0.70	1.20
Hierro ppm	30.00	60.00	150.00	1000.00
Manganeso ppm	20.00	50.00	100.00	850.00
Cobre ppm	2.00	8.00	20.00	70.00
Boro ppm	15.00	30.00	80.00	250.00
Zinc ppm	13.00	40.00	100.00	255.00
Sodio ppm	20.00	100.00	400.00	1000.00

Nota: Niveles por encima de los valores de la última columna son considerados excesivos según expone Pizano (1999).

Plagas y enfermedades

Pizano (1999), indica que los girasoles son susceptibles principalmente a una serie de insectos, cuya importancia e incidencia varía cuando el cultivo se desarrolla bajo invernadero o al aire libre. Algunos de estos insectos

principalmente orugas y barrenadores que afectan seriamente los cultivos de girasol con destino a la producción comercial de aceite, apenas son conocidos durante la producción de flores cortadas bajo invernadero. El mismo autor menciona que la mosca blanca (*Bemisia* sp.) es la plaga que más problemas causa en la producción de girasoles.

Los adultos y ninfas se ubican típicamente en la superficie inferior de las hojas; al mover el follaje, las polillas vuelan alrededor de la planta, depositándose luego nuevamente en el mismo lugar. Las plantas infestadas se tornan cloróticas (amarillentas) y pierden vitalidad. Las moscas producen una sustancia azucarada similar a un néctar, éste constituye un sustrato ideal para el crecimiento de hongos negros conocidos como “hollines” que dan una desagradable apariencia a las plantas, llegando a arruinar completamente su valor ornamental.

Calero (2006), expresa que en algunos ambientes se ha encontrado la presencia del barrenador del tallo provocado por el insecto *Grammopsoides* sp. Su larva penetra el tallo en plantas de 30-40 días, provocando un debilitamiento y potencial volcamiento. El mismo autor indica que los insectos del suelo, como los gusanos trozadores (*Agrotis*, *Feltia*, *Prodenia*, etc.), pueden ocasionar algunos problemas durante la germinación y brotación de las plántulas, para lo cual es necesario al momento de la siembra, utilizar insecticidas protectores.

Los insectos (*Spodoptera*, *Laphygma*, *Prodenia*, *Plusia*, etc.), que inciden sobre el follaje de los cultivos de maíz, soya y otros, al momento no tienen importancia económica en el girasol según Torres (2002).

Calero (2006), menciona que los síntomas de “la podredumbre gris” (*Botrytis cinerea*), se manifiestan como manchas de color marrón en la parte posterior del capítulo y pueden extenderse a la totalidad del mismo y a los tallos, pecíolos y hojas, si las condiciones de alta humedad le favorecen.

El mismo autor expresa que “la pudrición de la raíz y base del tallo” causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*, ataca en cualquier fase de desarrollo hasta la floración, principalmente en condiciones de alta humedad en el suelo. Puede provocar la pudrición de las raíces y tallos, con la consiguiente marchitez de la planta. Sobre las partes lesionadas se manifiesta un micelio blanco, algodónoso, en cuya superficie aparecen los esclerocios esféricos (1-2 mm.) viables en el suelo por varios años.

Los síntomas del “Damping-off” o pudrición temprana de las plántulas (*Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp.), se inician en las raíces y afecta luego la base del tallo; las plantas se tornan débiles, raquílicas y su crecimiento cesa según Pizano (1999).

Riego

El girasol es una planta con un alto potencial fotosintético particularmente a nivel de las hojas jóvenes, y al mismo tiempo consume

grandes cantidades de agua, presentando altas tasas de respiración. Es muy sensible al estrés hídrico o falta de agua que debe evitarse a toda costa, ya que este es causante de necrosis y amarillamiento de las hojas. Las necesidades de agua deben monitorearse de cerca; es difícil hacer una recomendación sobre las necesidades específicas de agua, ya que estas varían con el tipo de suelo, las condiciones climáticas y el cultivar en producción según Pizano (1999).

Cosecha

El momento de la recolección de las flores es cuando éstas se encuentren abiertas en una cuarta parte, y los pétalos se encuentren en posición perpendicular al disco central. Tenga en cuenta que las flores muy maduras durarán menos en el florero según Hill (1998).

Calidad del agua de riego

Agua potable

El agua potable es aquella que puede ser consumida por personas y animales sin riesgos de contraer enfermedades; este término se aplica al agua que ha sido tratada de alguna manera para el consumo humano y que sus características como resultados de ensayos llevados a cabo, arrojan valores acordes con los que se plantean en las normas vigentes para este tipo de agua. El agua (H₂O) es la misma molécula, tanto en el agua potable como en las aguas residuales. La diferencia está, y no es poca cosa, en las

sustancias orgánicas o inorgánicas disueltas y en suspensión, transportadas por ésta.

El agua puede ser en teoría reutilizada infinitamente, "ciclo del agua". Por lo tanto, si el agua se devolviera a la naturaleza, en un estado de pureza suficiente para que los mecanismos naturales de depuración pudieran limpiarla, la disponibilidad del recurso hídrico mejoraría considerablemente y la parte que le toca al hombre en su contribución con el cuidado y protección del medio ambiente, sería satisfactoria según Fair y Geyer (2001).

Agua residual

El agua residual se puede definir como la mezcla de los residuos líquidos que provienen de residencias, establecimientos públicos, industriales y comerciales, a los que se les puede incorporar eventualmente aguas subterráneas, superficiales y pluviales según Hierro (2005). Son generalmente de color oscuro, por lo que algunos autores la denominan aguas negras. También es común encontrar otra denominación como es aguas servidas; sin embargo hay autores que establecen una diferencia entre aguas residuales y aguas servidas, esta diferencia viene dada en el primer caso a la mezcla de aguas domésticas e industriales, mientras que las aguas servidas, plantean son exclusivamente del uso doméstico según Marsilli (2005).

Composición y clasificación del agua residual

Según la cantidad de los componentes físicos y químicos, el residual se clasifica como: fuerte, medio o débil, o concentradas, media y diluidas. Se presenta en la composición típica del agua residual doméstica no tratada según criterios de varios autores.

Según Fair y Geyer (2001) “la composición de un agua residual se refiere a los constituyentes físicos y químicos que se encuentran en ella”. Esto dependerá tanto de la concentración como de la composición de las aguas residuales y está en función del horario del día, día de la semana y mes del año en que se encuentre; otros factores además serían las condiciones climatológicas, locales, así como los hábitos de consumo de agua de cada persona y fundamentalmente la procedencia de quien la genere. Según criterios del autor, las aguas que quedan como residuo de la actividad humana pueden clasificarse en dependencia de su origen en: aguas residuales domésticas y/o urbanas, aguas residuales industriales y aguas residuales agropecuarias.

En el caso específico de las aguas residuales domésticas son las que se generan de las propias actividades de la vida del ser humano como la limpieza, preparación de alimentos y necesidades fisiológicas con las que el aporte de aguas residuales por este concepto, se hace muy voluminoso. Se calcula que cada persona consume por lo menos 200 litros de agua diarios

para satisfacer estas necesidades; en tanto, los componentes principales suelen ser proteínas, carbohidratos, compuestos nitrogenados y sustancias grasas según Soto (2000). Además, Hierro (2005) incluye una clasificación para las aguas residuales provenientes de procesos de infiltración y de eventos meteorológicos y los denomina como aguas de infiltración y pluviales, respectivamente.

Principales características de las Aguas Residuales Urbanas

Físicas

La característica física más importante del agua residual es el contenido total de sólidos (materia en suspensión, sedimentable, coloidal y disuelta). Dentro de las características físicas se pueden encontrar, además, el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbidez según Hierro (2005).

Químicas

Dentro de las características químicas del agua residual se tiene en cuenta la materia orgánica presente y la acidez.

Materia orgánica

Hierro, 2005 y Juárez, 2007 reportan que los compuestos orgánicos están formados por proteínas (40 – 60 %), hidratos de carbono (25 – 50 %), grasas y aceites (10%), mientras que Juárez (2007) reporta que el contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, un

40% de proteínas y un 10% de grasas. La literatura reporta que el 75% de los sólidos en suspensión y el 40% de los sólidos filtrables de un agua de concentración media son de naturaleza orgánica según Hierro (2005).

La medida del contenido orgánico se desarrolla en diferentes ensayos, tales como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO^5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Carbono Orgánico Total (COT) según Hierro (2005).

pH: es una medida de la acidez de una muestra de aguas residuales. El pH, en aguas residuales urbanas, puede variar de 6.5 a 8.0 según Juárez (2007).

Materia inorgánica

Algunos de los componentes inorgánicos presentes en la aguas residuales son: cloruros, carbonatos, nitrógeno, fósforo, azufre, tóxicos inorgánicos (cobre, plomo, plata, cromo, arsénico, boro y los metales pesados). Los tóxicos inorgánicos son limitantes para los tratamientos biológicos, estos están considerados como contaminantes prioritarios, y algunos de ellos tienen relación directa con actividades industriales (cianuros, cromatos, fluoruros) según Hierro (2005). Por regla general, salvo en el caso de determinados residuos industriales, las aguas residuales no se suelen tratar con el objetivo específico de eliminar los componentes inorgánicos que se incorporan a su ciclo.

Gases

Los gases que con mayor frecuencia se encuentran en aguas residuales sin tratar son el nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, amoníaco y metano. El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios en el proceso de nutrición, presenta el inconveniente de ser ligeramente soluble en agua por lo que se necesita grandes cantidades de aire para mantener los niveles de oxígeno disuelto y su concentración en solución depende de la temperatura.

El sulfuro de hidrógeno se forma durante el proceso de descomposición de la materia orgánica que contiene azufre, su formación se inhibe frente a grandes concentraciones de oxígeno. La presencia de este gas es fácilmente detectable por el olor característico que posee según Hierro (2005).

Características biológicas

Las aguas residuales se caracterizan por la presencia de microorganismos, los cuales están constituidos por grupos de bacterias, hongos, algas, protozoos y virus. Otra de las características de las aguas residuales es que cuentan con la presencia de organismos patógenos procedentes de los desechos humanos que son portadores de enfermedades (bacterias, virus y protozoos). Los coliformes se utilizan como organismo indicador y su presencia indica la existencia de los organismos patógenos según Hierro (2005).

Agua residual tratada

Las Aguas Residuales son conducidas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) donde se realiza la remoción de los contaminantes, a través de métodos biológicos o fisicoquímicos. La salida (efluente) del sistema de tratamiento es conocida como Aguas Residuales tratadas según expone Cuido el agua (2009).

Agua residual tratada a nivel nacional

El tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una prioridad dentro de las agendas políticas en México. En el sexenio 2000-2006 se lograron avances importantes al incrementar el porcentaje de agua residual tratada del 23.0% al 36.1%. En este mismo sentido, de acuerdo a los objetivos planteados en el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2007-2012, el caudal de aguas residuales tratado se incrementó en 11.4%, llegando a un 47.5%, lo que representa un caudal tratado de 99.8 m³/s, con lo que se logró duplicar la cobertura del año 2000 al 2012.

Situación a nivel estado

A nivel regional la situación varía ampliamente. Los estados del norte cuentan con los niveles más altos del país, donde Aguascalientes y Nuevo León presentan niveles de tratamiento del 100%, siguiendo Baja California con 93%, Nayarit con 90.7%, Tamaulipas con 85.6% y Chihuahua, Sinaloa y Guerrero con más de 75%. Por el contrario, las coberturas más bajas las pre-

sentan Yucatán y Campeche tratando sólo un 3% y 7% respectivamente, mientras que en el centro del país el Distrito Federal registra una cobertura de alrededor del 15%. Actualmente se generan 6.7 miles de millones de metros cúbicos de aguas residuales al año, y se espera que este volumen aumente a 9.2 miles de millones de metros cúbicos en 2030 según menciona De la Peña *et al.* (2013).

Uso del agua residual tratada

Un estudio dado a conocer por Organización de las Naciones Unidas (ONU) constató el aumento del uso en todo el mundo de aguas residuales tratadas aunque también señaló que sólo una fracción de países tiene datos sobre la generación y reciclamiento de aguas residuales. El estudio, realizado por el Instituto del Agua, Medio Ambiente y Salud de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU-INWEH), con sede en Hamilton (Canadá) y la Universidad Tottori (Japón), también indicó que el uso en agricultura de aguas residuales tratadas aumentará rápidamente en los próximos años.

La cantidad de nutrientes en las aguas residuales tratadas y la carestía de productos como el potasio o el fósforo, ingredientes claves para la producción de fertilizantes, está provocando el aumento de su uso por agricultores. Cada vez más, las aguas residuales tratadas son consideradas como un recurso, especialmente en regiones en las que la demanda de agua potable supera su disponibilidad. El 70 por ciento del agua dulce del mundo

se utiliza en la actualidad para irrigación de cultivos lo que está provocando una creciente competición entre sectores agrícolas, industriales y municipales por agua según Qadir (2013).

Los aspectos más relevantes que permite la reutilización agrícola de las aguas residuales son diversos. En primer lugar, el uso de aguas depuradas como agua de riego tiene que reducir la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas al utilizar para la producción agraria el nitrógeno y el fosforo que contienen, evitando la eutrofización de las aguas receptoras y mejorando el estado de los espacios naturales según Sala y Mujeriego (2001). Además el uso de aguas residuales supone una seguridad en el suministro puesto que su generación es independiente de los fenómenos meteorológicos como la sequía según Asano (1991).

Permite el aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua proporcionando una aportación de fertilizantes a las plantas. Si la aportación adicional sobrepasa las necesidades de la planta puede llegar a causar problemas relacionados con crecimientos vegetativos excesivos, maduración tardía o desigual de los frutos, o una calidad inferior de éstos según Mujeriego (1990).

La utilización de aguas residuales en cultivos de plantas ornamentales en maceta supone una serie de inconvenientes como pueden ser los efectos de la salinidad en los cultivos, los efectos debidos al exceso de iones, los

efectos debidos a los desequilibrios nutricionales, las posibles toxicidades de metales pesados, el riesgo sanitario y las obturaciones en los sistemas de riego.

El agua residual es una fuente de macro y micronutrientes, como el nitrógeno, fósforo, potasio, cobre, hierro, zinc, boro y azufre, los cuales se encuentran en exceso normalmente según Asano y Pettygrove (1987). Al suponer la aplicación de aguas residuales una aportación complementaria de fertilizantes a los cultivos, se debe tener en cuenta que no se produzcan excesos que puedan originar crecimientos vegetativos excesivos, calidades inferiores en la producción y problemas de contaminación como lixiviación de nitratos hacia los acuíferos según Ulloa (1996).

La concentración de nitrógeno en una agua residual, así como las formas en que éste se encuentra (nitrógeno amoniacal, nitratos y/ o nitrógeno orgánico), dependen del tipo y grado de tratamiento que ha sufrido esta agua. En un agua residual tratada las formas mayoritarias de nitrógeno son amoniacaes y orgánicas. El nitrógeno contenido en una agua residual regenerada y que llega al cultivo es esencialmente idéntico al nitrógeno contenido en los fertilizantes agrícolas, aunque más difícil de controlar.

Un problema adicional del aporte de nitrógeno a través del agua residual es que la demanda de nitrógeno y de agua puede no coincidir en el tiempo: en la mayoría de los cultivos la demanda de nitrógeno es baja en la fase

inicial del cultivo, aumenta durante la fase de crecimiento y vuelve a ser baja en la fase final del cultivo, la demanda de agua aún puede ser alta en la fase en que la planta ha completado su desarrollo.

Los principales beneficios del tratamiento del agua residual se consideran intangibles y difíciles de valorar económicamente. El tratamiento de aguas residuales es un proceso productivo cuyo producto es el agua tratada, siendo una de sus finalidades la mejora del ambiente y de las condiciones sociales, al reducir el abatimiento de los cuerpos de agua. Por esta razón, el reúso debe ser una práctica común, informando a los usuarios acerca de los beneficios de usar agua residual tratada y sobre todo destacar en el reúso agrícola los beneficios económicos según De la peña *et al.* (2013).

El uso de aguas residuales tratadas presenta beneficios asociados al mejoramiento de la fertilidad de los suelos agrícolas por el aporte de materia orgánica, macronutrientes (N y P) y oligoelementos, como Na y K, permitiendo reducir, y en algunos casos eliminar, la necesidad del uso de fertilizantes químicos y trayendo beneficios económicos al sector según menciona Medeiros *et al.* (2005). Que actúa en algunos casos como la corrección de la acidez del suelo a través de la alcalinidad según Días (1994). Otra ventaja de utilizar las aguas residuales para el riego es que pueden proporcionar un aumento de la materia orgánica del suelo, y puede aumentar productividad según Brites (2008).

La reutilización de aguas residuales tratadas en el riego agrícola garantiza una fuente constante y segura del líquido aun en los años más secos, aporte continuo de nutrientes y microelementos para las plantas, ahorro en gastos de fertilización, y sobre todo coadyuvar en la eliminación del riego con aguas negras y la sustentabilidad del sistema según Santos *et al.* (2000).

Es evidente que la reutilización de agua residual comporta un riesgo sanitario, tanto para el público como para los trabajadores del sistema, ya que la exposición a microorganismos patógenos y a sustancias tóxicas es más elevada. Por este motivo, el objetivo es reducir al mínimo la exposición a estos agentes, manteniendo así los posibles peligros sanitarios dentro de un nivel aceptable. En general, la preocupación sanitaria que estas actividades suscitan está relacionada con el grado de contacto del agua residual depurada con las personas, el tipo y la calidad del agua residual depurada y la fiabilidad de los procesos de tratamiento según López (2007).

En nuestro caso, la utilización de agua residual para riego en plantas ornamentales presenta la ventaja de que estas plantas no son comestibles y el agua utilizada puede ser de menor calidad microbiológica al agua utilizada en el riego de cultivos comestibles en fresco, aunque todo dependerá del uso.

La obturación es uno de los principales problemas del uso de aguas residuales en riego por goteo, estas son debidas a la formación de películas biológicas producidas por bacterias u otros microorganismos llegando a impedir el paso, de la misma manera que lo pueden hacer elevadas concentraciones de algas o de materia en suspensión. En general, un buen nivel de filtrado resuelven estos problemas. Se debe de tener en cuenta que las aguas residuales suelen tener más sólidos en suspensión que las aguas normales y la frecuencia de limpieza de filtros y laterales ha de ser mayor.

La precipitación de carbonato cálcico y magnésico es uno de los problemas más frecuentes en la obturación de goteos por causas químicas. También pueden presentar problemas la precipitación de los óxidos de hierro y manganeso y los sulfuros de hierro y manganeso. Pero estos problemas de precipitación se solucionan bajando el pH a valores próximos a 7, mediante el uso de ácido clorhídrico o sulfúrico según Puig (2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero No. 2 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila ubicada en las coordenadas $100^{\circ} 50' 57''$ de longitud Oeste, $25^{\circ} 23' 47''$ latitud Norte y una altitud de 1742 m.s.n.m.

El tipo de invernadero utilizado fue un túnel con dimensiones de 7 m de ancho y 30 m de largo, con estructura metálica y con cubierta de fibra de vidrio. El invernadero contó con una pared húmeda y dos extractores de aire de activación automática. Se trabajó en una cama la cual se cubrió con un plástico negro donde se colaron las plantas en macetas (Figura 3.1).



Figura. 3.1. Localización del Sitio Experimental

Material Vegetal

Se utilizó como material vegetal semilla de girasol (*Helianthus annuus* L.) 'Sunny Smilé'.

Descripción de los Tratamientos

En el experimento se evaluó la respuesta de las plantas a dos tipos de agua con diferentes dosis de fertilización química, se evaluaron 6 tratamientos con seis repeticiones (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Formación de tratamientos con dos tipos de agua y fertilizantes químicos.

Tratamiento	Tipo de agua	Concentración de Fertilizantes (%)
1	Potable	0
2	Potable	50
3	Potable	100
4	Residual Tratada	0
5	Residual Tratada	50
6	Residual Tratada	100

Las fuentes de fertilizantes empleadas para la preparación de las soluciones nutritivas se muestran en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Fuentes de fertilizantes empleados en los tratamientos.

Fuente	Concentración (%)		
Nitrato de Potasio	12 N	-----	46 K
Fosfato Mono amónico	12 N	52 P	-----
Urea	46 N	-----	-----

Manejo del cultivo

La siembra de la semilla de la variedad antes mencionada se realizó el día 28 de marzo del 2013 en vasos de unicel con peatmoss a capacidad de campo. En cada unidad se depositaron 2 semillas, posteriormente regándolas cada dos días para favorecer su germinación y crecimiento de estas.

La germinación se dio de 10 y 14 días después de la siembra. Doce días después de la germinación se aplicó una fertilización de (20-30-10) a todos los tratamientos y 10 días después apareció el primer botón floral. Posteriormente se modificó la fórmula de fertilización (20-10-30).

El trasplante se realizó el día 6 de mayo en macetas de 5 pulgadas las cuales contenían como sustrato: suelo contaminado arcilloso y el 20% de peatmoss.

También se realizaron desbroses cada 5 días donde se eliminaron los brotes por debajo del botón principal.

El 14 de mayo se inició el riego de los dos tipos de agua y el 21 de mayo se empezó aplicar las diferentes dosis de fertilización en los tratamientos antes mencionados. Para ello se aplicó 250 ml por maceta. La frecuencia de riego se definió de acuerdo a las necesidades de la planta y las condiciones del medio ambiente, siendo un promedio de tres veces por semana.

Se realizaron análisis de agua en el departamento de riego en la UAAAN donde se obtuvieron los resultados mostrados en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Propiedades químicas del agua potable y agua residual tratada utilizadas en el experimento.

Tipo de agua	pH	€CE mScm ⁻¹	Ca ⁺⁺ meq L ⁻¹	Mg ⁺⁺ meq L ⁻¹	Na ⁺ meq L ⁻¹	Carb. meq L ⁻¹	Bicarb. meq L ⁻¹	Cloru. meq L ⁻¹	Sulfatos meq L ⁻¹
Potable	7.8	0.90	4.2	3.9	0.54	0.5	5.0	1.38	5.9
Residual tratada	8.6	1.20	2.8	3.4	7.94	0.5	5.5	4.6	6.5

€CE=conductividad eléctrica, Ca=calcio, Mg=magnesio, Na=sodio, Carb.=carbonatos, Bicarb.=Bicarbonatos, Cloru.=Cloruros

Variables Evaluadas

La evaluación de las plantas se realizó del 28 de mayo al 02 de junio del 2013. Para ello se tomaron las plantas de todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Altura de la planta

Esta se midió en cm desde la base del tallo hasta el ápice de la planta utilizando una regla de 30cm.

Número de hojas

Se contó el número de hojas desde la base hasta la parte baja de la inflorescencia.

Diámetro de tallo

Se obtuvo en mm a una altura de 1 cm de la base del tallo con ayuda de un vernier digital.

Diámetro de la inflorescencia exterior

Se obtuvo en cm tomando la lectura exterior de la flor con ayuda de una regla de 30cm.

Diámetro de la inflorescencia interior

Se obtuvo en cm tomando la lectura interior de la flor con ayuda de una regla de 30cm.

Peso fresco

Estas variables se evaluaron tomando hojas, flor, tallo y raíz los cuales se colocaron en pequeños recipientes previamente limpios para poder determinar el peso fresco mediante una báscula electrónica.

Peso seco

Después de haber determinado el peso fresco de hojas, flor, tallo y raíz las muestras se colocaron en bolsas de papel estraza las cuales se marcaron, luego se colocaron a una estufa de secado a una temperatura constante de 70°C por 24 hrs. Transcurrido dicho tiempo se tomaron los

pesos secos de hojas, flor, tallo y raíz de todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

En la Figura 3.2 se observan imágenes de las etapas de realización del experimento.

Diseño experimental

El diseño experimental fue un completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y seis repeticiones por tratamiento donde la unidad experimental estuvo conformada por una planta.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos que se realizaron fueron dos: un análisis de varianza ($P \leq 0.05$) y una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial AXB donde A fueron dos tipos de agua y B tres concentraciones de fertilizantes. Los datos fueron analizados con el programa computacional estadístico SAS.

En las variables altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, diámetro de flor, peso fresco hojas, flor, tallo, raíz y peso seco hojas, flor, tallo, raíz; se realizó transformación de datos con raíz cuadrada para disminuir el coeficiente de variación.

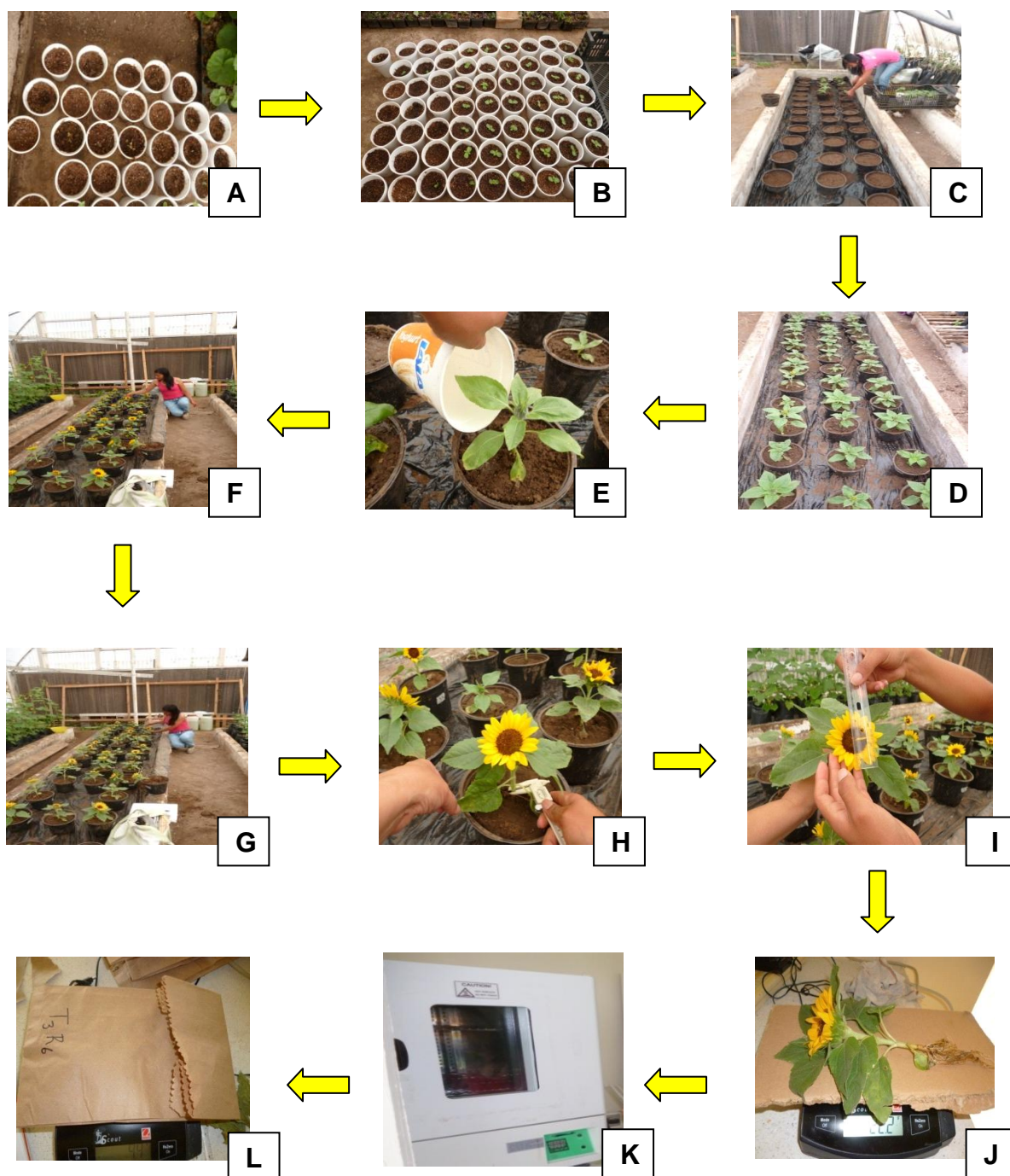


Figura 3.2. Etapas de la realización del experimento. A) siembra, B) germinación, C) trasplante, D) panorama de la plantas durante su desarrollo, E) aplicación de tratamientos, evaluación de las variables: F) altura de planta, G) número de hojas, H) diámetro de tallo I) diámetro de inflorescencia interior y exterior, J) peso fresco, K) secado de las plantas y L) determinación del peso seco.

Modelo estadístico

El modelo estadístico propuesto para este diseño fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + u_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots, r$$

Dónde:

y_{ijk} = Representa la observación correspondiente al nivel (i) del factor A y al nivel (j) del factor B

μ = Efecto constante denominado media global.

T_i = Efecto producido por el nivel i-ésimo del factor A, ($\sum_i \tau_i = 0$).

β_j : Efecto producido por el nivel j-ésimo del factor B, ($\sum_j \beta_j = 0$).

$(T\beta)_{ij}$: Efecto producido por la interacción entre AxB, ($\sum_i (\tau\beta)_{ij} = \sum_j (\tau\beta)_{ij} = 0$).

u_{ijk} : son vv aa. independientes con distribución $N(0, \sigma)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

En las plantas de girasol la altura es un factor importante para su comercialización cuando se comercializa como planta en maceta. Debe existir un balance entre el tamaño de la maceta y la altura para que no se pierda su valor estético. Plantas muy grandes pueden ocasionar que la maceta pierda estabilidad y se voltee y plantas muy cortas no lucen bien.

En el experimento al realizar los análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) no se encontró diferencia estadística en los factores concentración de fertilizante, tipo de agua y en la interacción de ambos. La altura de planta osciló entre 12 y 14.4 cm la cual es una altura aceptable para el mercado debido a la genética de la planta y no precisamente a los tratamientos aplicados o al sistema de producción ya que el cv Sunny Smile es un material mejorado especial para su uso en maceta por su porte enano (Figura 4.1 y Cuadro A1).

Oliveira *et al.* (2012) evaluaron el uso de agua residual tratada sobre el crecimiento de genotipos de girasol en el cual obtuvieron resultados con diferencias significativas para la variable altura de planta. Estos resultados no coinciden con los que se obtuvieron en la presente investigación lo cual fue benéfico porque de lo contrario se hubiera afectado la apariencia de la flor.

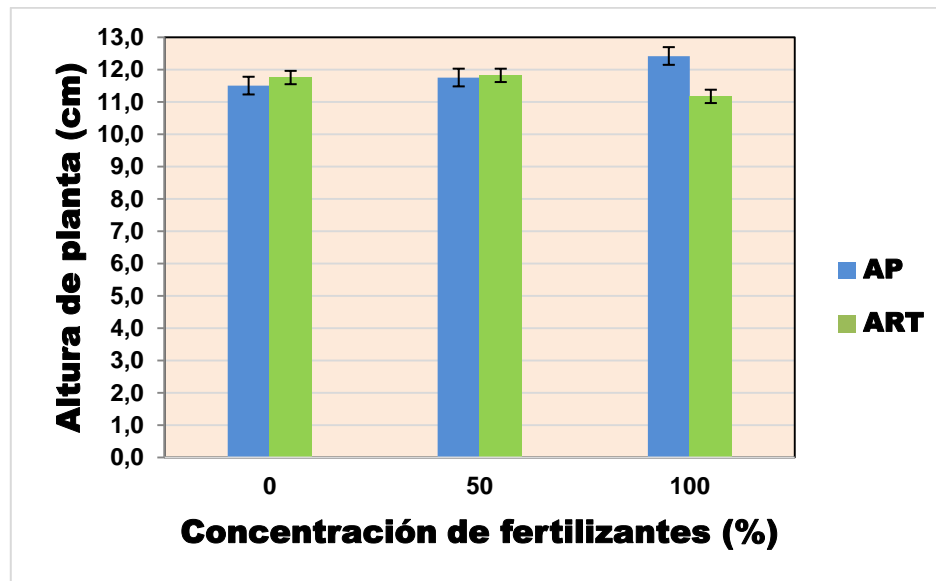


Figura 4.1. Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable altura de planta; en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.

Número de hojas

En esta variable después de realizar el análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) no se encontró diferencia estadística en los factores concentración de fertilizante, tipo de agua y en la interacción de ambos. Sin embargo se observó una ligera diferencia numérica entre los tratamientos, observándose que con la aplicación de agua residual tratada y el 50% de fertilización química se obtuvo un mayor número de hojas con una media de 10 (Figura 4.2 y Cuadro A1).

Lo anterior es similar a lo reportado por Bau (1991) quien encontró que los rendimientos de los cultivos regados con estos efluentes fueron muy similares a los obtenidos al regar sólo con agua potable y al utilizar

fertilizantes comerciales, lo que indica que el contenido de N de los efluentes del alcantarillado tiene un valor de fertilización igual a los fertilizantes comerciales, cuando el agua residual tratada se usa para riego.

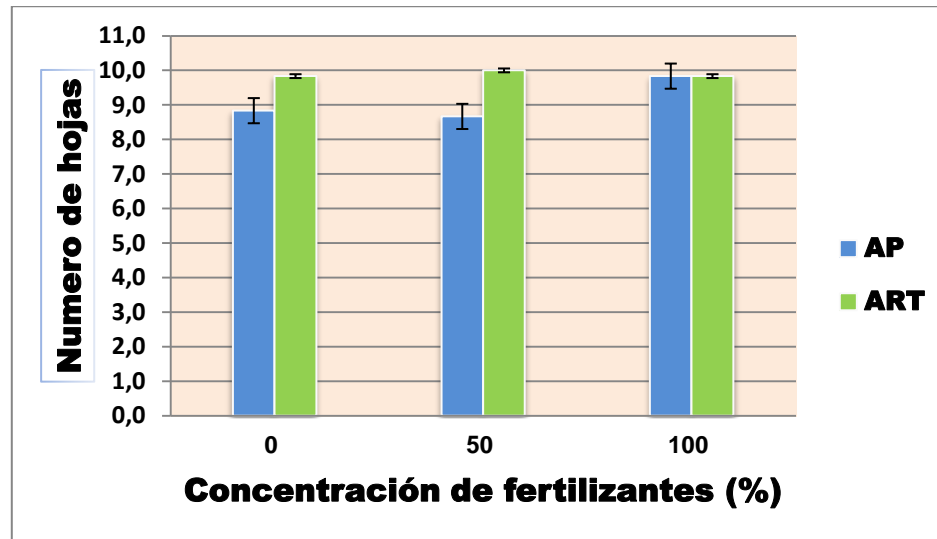


Figura 4.2. Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable número de hojas en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.

Diámetro de tallo

Los resultados del análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) en la variable diámetro de tallo en los factores concentración de fertilizantes y tipo de agua y en la interacción de ambos no mostraron diferencias estadísticas. El diámetro de tallo en las plantas de girasol ornamental cultivados en maceta oscilaron entre 0.42 a 0.48 cm (Figura 3 y Cuadro A1.). Esto coincide con Bastías (2004) quien realizó un ensayo el cual consistió regar con aguas residuales tratadas durante un año,

ejemplares de dos especies arbóreas y una arbustiva de interés ornamental en programas de forestación urbana; en el cual se detectaron diferencias estadísticamente no significativas en el crecimiento diámetro de los ejemplares.

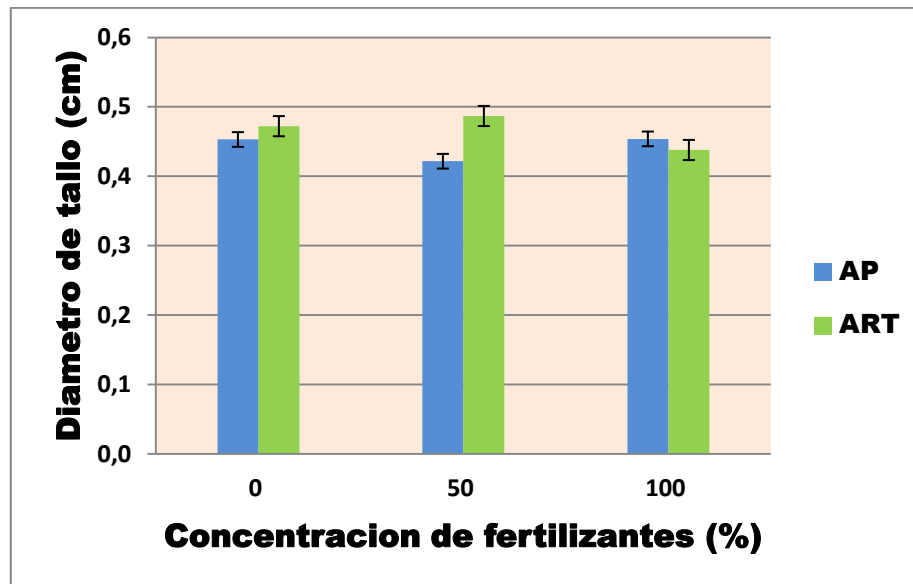


Figura 4.3. Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable diámetro de tallo en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.

Diámetro exterior e interior de la inflorescencia

El tamaño y la hermosura notable del capítulo además de ser un indicador de calidad esto llevo a que esta planta fuese muy apreciada para la producción como ornamental así como también en el mercado.

Después de realizar los análisis estadísticos no se observó diferencia estadística en los factores fertilizantes y tipo de agua en las variables

diámetro exterior e interior de la inflorescencia. Sin embargo se observaron diferencias estadísticas significativas en la interacción concentración de fertilizantes por tipo de agua. Se obtuvo la inflorescencia con diámetros mayores en el tratamiento donde se aplicó 50% de fertilización y agua residual tratada.

Los valores alcanzados para la variable diámetro exterior de la inflorescencia fueron de 7.87 cm lo cual representó un incremento del 14% comparado con el tratamiento testigo donde se aplicó solo agua potable y para el diámetro interior de la inflorescencia fue de 3.5 que superó 25.7 % al tratamiento testigo también con agua potable (Figuras 4.4 y 4.5).

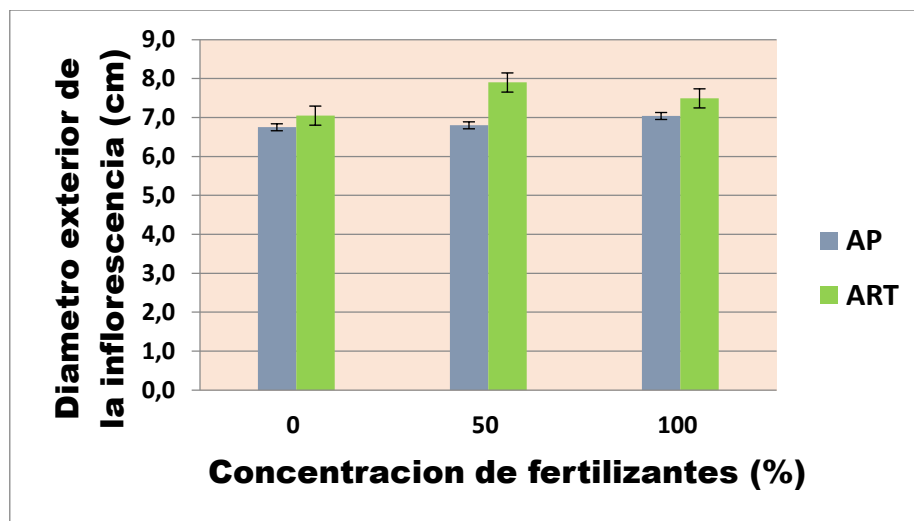


Figura 4.4. Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable diámetro exterior de la inflorescencia en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.

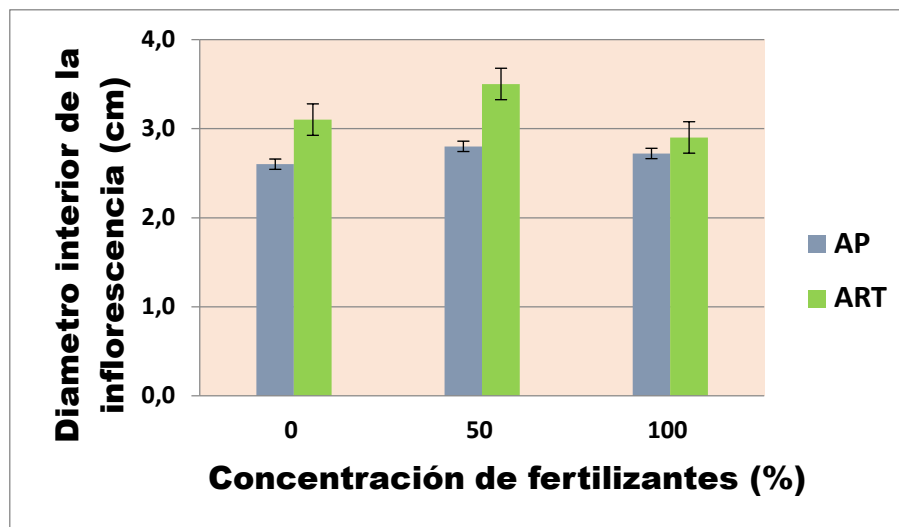


Figura 4.5. Efecto de la aplicación de tres concentraciones de fertilizantes y riego con dos tipos de agua en la variable diámetro interior de la inflorescencia en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta.

Estos resultados posiblemente se deban a que el agua residual tratada contenía elementos que sirvieron como nutrimentos en la planta tal como se puede observar el análisis de agua realizado (Cuadro 3.3).

Resultados similares a los encontrados en esta investigación obtuvieron Oliveira *et al.* (2012) también en el cultivo de girasol. Debido seguramente a que las aguas residuales tratadas contienen compuestos orgánicos e inorgánicos que benefician el crecimiento y desarrollo de las plantas logrando con ello un ahorro de fertilizantes como también lo reportaron Hierro (2005) y Juárez (2007) quienes analizaron el contenido de las aguas tratadas y encontraron compuestos orgánicos como por proteínas (40 – 60 %), hidratos de carbono (25 – 50 %), grasas y aceites (10%), mientras que Juárez (2007) reporta que el contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un

50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas. Además de que el 75% de los sólidos en suspensión y el 40% de los sólidos filtrables de un agua de concentración media son de naturaleza orgánica según Hierro (2005).

Peso Fresco

En la producción de girasol ornamental es de suma importancia el peso fresco de la planta ya que esto conlleva a que esta sea de mejor calidad y tenga una buena apariencia estética.

En las variables peso fresco del: follaje, tallo, raíz, inflorescencia y total al realizar los análisis estadísticos no se encontró diferencia estadística en los factores concentración de fertilizantes, tipo de agua y en la interacción de ambos. Aunque se observaron diferencias numéricas en el tratamiento donde se le aplicó una mezcla de fertilizantes del 50% y un riego con agua residual tratada obteniendo el peso más alto que fue de 16.75g a diferencia del testigo donde no se le aplicó fertilización, pero se le aplicó riego con agua residual tratada alcanzó un peso de 14g; siendo una diferencia del 16.4% esto debido al tamaño de la inflorescencia. (Figura 4.6 y Cuadro A2).

Veras *et al.* en 2013 realizaron una investigación donde los tratamientos consistieron en la combinación de dos factores: 2 de agua de riego (suministro y aguas residuales tratadas) y seis dosis de residuos sólidos (0,

60, 100, 140, 180 y 220 kg/ha⁻¹) no hubo un efecto significativo de agua sobre los parámetros de peso fresco.

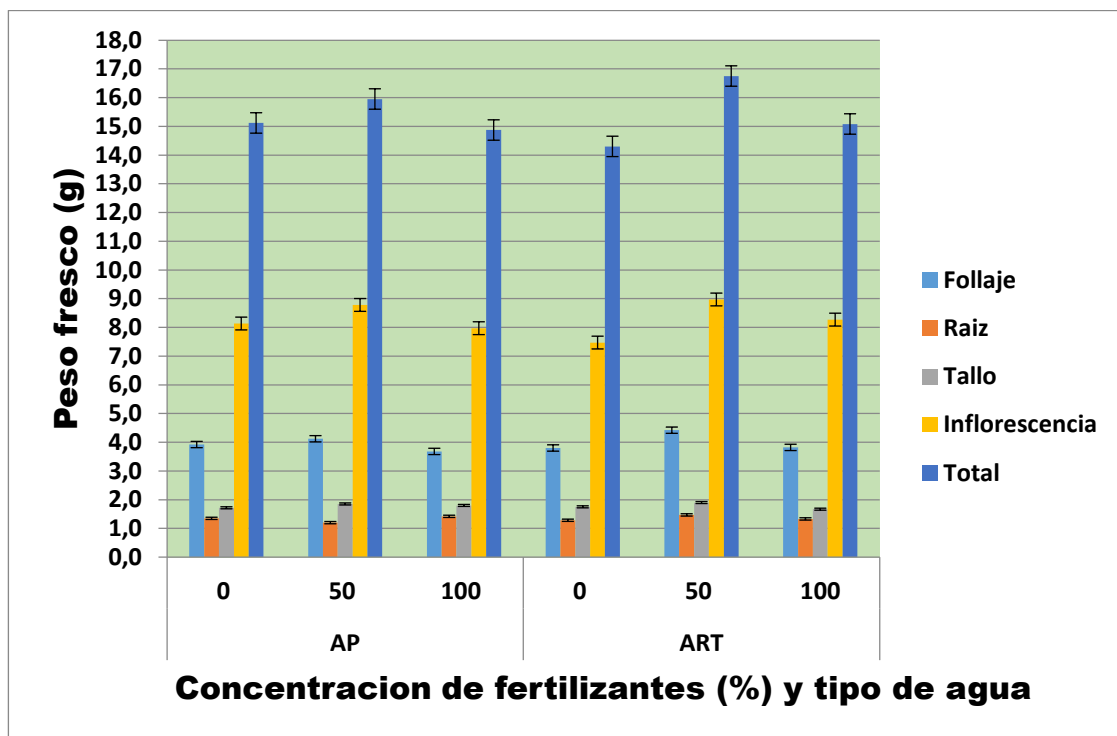


Figura 4.6. Peso fresco de follaje, raíz, tallo, inflorescencia y total en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta con tres concentraciones de fertilizantes y dos tipos de agua de riego en invernadero.

Peso Seco

En esta variable de peso seco de la planta de girasol no hubo diferencia estadística en los factores concentración de fertilizantes y tipo de agua y en la interacción de ambos al realizar los análisis de varianza y comparación de medias (Figura 4.7).

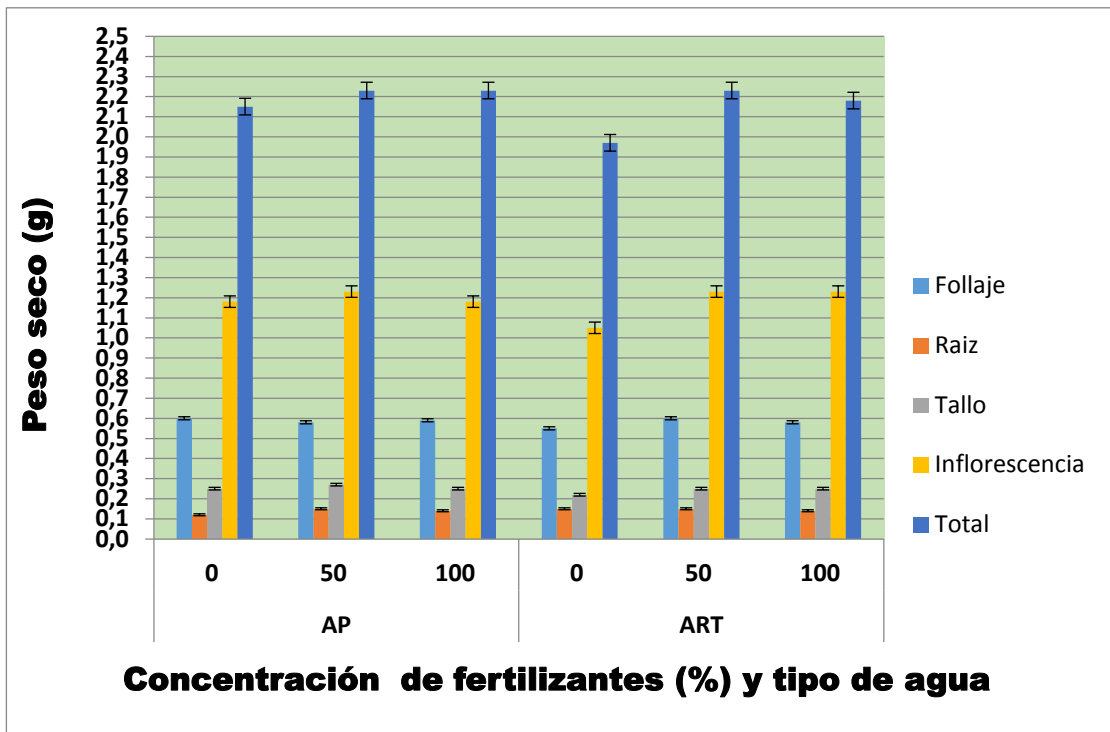


Figura 4.7. Peso seco de follaje, raíz, tallo, inflorescencia y total en plantas de girasol ornamental cultivado en maceta con tres concentraciones de fertilizantes y dos tipos de agua de riego en invernadero.

CONCLUSIÓN

En este experimento se observaron diferencias estadísticas significativas en las variables diámetro de la inflorescencia interior y exterior, donde se obtuvo la inflorescencia con diámetros mayores, el tratamiento fue el elaborado con una concentración de fertilización al 50% y agua residual tratada. Por lo que se concluye que el uso de este tipo de agua en la producción de *Helianthus annuus* L. 'Sunny Smile' cultivado en maceta y bajo condiciones de invernadero permitirá obtener flores de calidad y reducir los costos en la fertilización.

LITERATURA CITADA

- Alba A. y Llanos M. 1990. El cultivo del girasol. Ediciones Mundi prensa. Madrid. Pp. 13–16.
- Alves P. L. 2007. Girasol se puede utilizar en la inhibición del crecimiento de malas hierbas. Disponible en: <http://www.seedquest.com>. Consultado: 10 de agosto 2007.
- Altman A. y Streitz D. 1996. El girasol es también dentro de la tendencia. Revista de jardinería Taspo. Pp. 5, 8 16-17.
- Anefalos L. C. 2003. Estructura del mercado brasileño para las flores y plantas ornamentales. Agricultura en São Paulo, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 41-63.
- Ansorena M. J. 1994. Sustrato: propiedades y caracterización. Ediciones mandí-prensa. Madrid, España. Pp. 11-15.
- Asagir 2008. Asociación Argentina de Girasol. <http://www.asagir.org.ar>. Consultado 27 septiembre 2014.
- Asano T. 1991. Planificación y ejecución de proyectos de reutilización de agua. Ciencia y Tecnología del Agua. Pp.1-10, 24.
- Asano T. y Pettygrove G. S. 1987. El uso de las aguas residuales municipales recuperadas para irrigación. Agricultura de California. V. 41. N°. 3 y 4. Pp. 15-18.
- Bau J. 1991. Investigación sobre la conservación del agua en Portugal. Laboratorio. Memorias del seminario sobre usos eficientes del agua, México. pp. 736-743.
- Bastías C. E. A. 2004. Efecto del riego con aguas servidas tratadas en especies vegetales ornamentales. Tesis de licenciatura. Universidad de Chile.
- Bellido L. 2002. Cultivos Industriales. Ediciones Mundi Prensa S.A., Madrid, España. Pp. 560.
- Bongers F. J. 1995. La economía de las flores. *Revista Agro analysis*. V. 15, N°. 9. Pp. 1-4.

- Brites C. R. C. 2008. Enfoque multi-objetivo en la selección de sistemas de reutilización del agua en el riego de jardines en el Distrito Federal. Disertación. Maestría en Ingeniería Civil y Ambiental, UNB, Distrito Federal. Pp. 262.
- Bunt A. C. 1988. Medios y mezclas para plantas grandes en contenedor. Unwin Hyman. Londres, Gran Bretaña.
- Buxade C. 2003. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Primera edición. Barcelona- España.
- Bye R., Linares E. y Lentz D. L. 2009. México: centro de origen de la domesticación del girasol. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 12(1):5-12.
- Calero E. 2006. Importancia Económica del Cultivo de las Oleaginosas. Sica. <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles/girasol>. Citado 30 agosto 2014.
- Chalate M.H., San Juan H. R., Diego L. G., Pérez H. P. 2008. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena productiva horticultura ornamental en el estado de Veracruz. Cadena productiva de horticultura ornamental en el estado de Veracruz. Pp. 6.
- Cuido el agua, 2009. <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/aguasresiduales.html>
- De la Peña M. E., Ducci J. y Zamora V. 2013. Tratamiento de aguas residuales en México. Banco Interamericano de Desarrollo. Conagua. Pp. 39.
- Del Valle L. 1987. El cultivo moderno del girasol. Editorial De Vecchi.
- Días F. L. F. 1994. Efecto de la aplicación de cal, lodos de depuradora y la vinaza en suelos con sorgo. Tesis de Doctorado en Agronomía, Unesp, Jaboticabal. Pp. 74.
- Duarte G. 2004. El Cultivo de Girasol en Siembra Directa. Editorial Monsanto. Primera Edición. Buenos Aires. Pp. 208.
- Fair G. Y. y Geyer J. 2001. Purificación de Aguas, Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. Volumen 2. Editorial Limusa. México. Pp. 764.
- García H., Moreno L. A., Londoño C. y Sofrony C. 2010. Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes

- políticos y normativos, y revisión de avances. Instituto Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos. Bogotá, D.C. 160 pp.
- Gómez A. J. 1988. El cultivo del girasol. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación España. Hojas divulgadoras Número20/88. Pp. 22.
- Hierro G. J. 2005. Lodos de plantas depuradoras de aguas servidas.
- Hill M. 1998. Cultivo de girasol para corte. Sakata. Detalles Culturales. Japón.
- Infoagro. 2006. El cultivo del girasol.
<http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol>. Consultado 23 septiembre 2014.
- Juárez J. J. 2007. Aguas residuales. Trabajos universitarios
http://html.rincondelvago.com/aguas-residuales_2.html. Consultado 3 octubre 2014.
- Leszczyńska B. H. y Borys M. W. 2002. La Flora en la Cultura del Estado de Puebla. Editorial Siza-Conacyt, Upaep. Fundación Produce Puebla. México. Pp. 216.
- Lins S. R. y Coelho R. S. 2004. La aparición de enfermedades en plantas ornamentales tropicales en el estado de Pernambuco. Revista Brasilia 29. Pp. 332-335.
- López P. 2007. Aptitud agronómica de la aplicación de agua residual depurada en el cultivo de limonero. PFC. Pp. 12-27.
- Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fritto P. y Niggli U. 2002. La fertilidad del suelo y la biodiversidad en la agricultura ecológica. Ciencia Washington, vol. 296. Pp. 1694-1697.
- Marsilli A. 2005. Tratamiento de aguas residuales.
<http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>. Consultado 27 Septiembre 2014.
- Mateo J. M. 2005. Prontuario de agricultura, cultivos agrícolas. Editorial Mundi Prensa. Libros S.A. Pp. 488.
- Medeiros S., Soares P., Ferreira J., Neves A. y Souza J. 2005. Utilización de aguas residuales de origen domestico en la agricultura: estudio de las alteraciones químicas del suelo. Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental. Volunen 9, N° 4. Pp. 603-612.
- Melgares J. 2006. El cultivo de girasol para flor cortada. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente (Región de Murcia-España).
fjavier.melgaresdaguilar@carm.es.

- Mujeriego R. 1990. Manual práctico de riego con agua residual municipal regenerada. Ed. Universidad politécnica de cataluya – UPC. Pp. 520.
- Oliveira A. L., Raj G. H., Gomes N. R., Silva D. N. y Costa S. E., 2012. Calidad de los girasoles ornamentales regados con agua residual y de suministro. Idesia (Chile) Volumen 30, N° 2.
- Ortegón A. 1993. El girasol. Editorial Trillas, México. Pp, 15,53.
- Pizano M. 1999. Girasol. Editorial Hortitécnia. Primera Edición. Santa Fé de Bogotá, Colombia. Pp. 3-42.
- Pizarro M. M. 2009. Girasol. Editorial Hortitécnia. Tercera Edición. Santa Fé de Bogotá, Colombia. pp. 41.
- Polat E., Demir H. y Erler F. 2010. Criterios de rendimiento y de calidad en los tomates orgánicos y convencionales en Turquía. *Agricultura piracicaba*, v. 67, n. 4. Pp. 424-429.
- Puig J. 2003. Utilización de aguas residuales en los sistemas de riego localizado: embozamiento y filtración. Tesis doctoral. Pp.38.
- Qadir M. 2013. Aumenta el uso de aguas residuales tratadas en el mundo. Agua para la agricultura diariamente. Consultado 24 enero 2015. http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/vida-y-futuro/20130906/onu-aumenta-el-uso-de-aguas-residuales-tratadas-en-el_227079_490614.html.
- Sala L. y Mujeriego. R. 2001. Control de la eutrofización cultural a través de la reutilización del agua. Ciencia y tecnología del agua. Volumen 43. N°. 10. Pp. 109–116.
- Santos V. B., Matos A. T., Martínez M. A. y Pereira M. P. F. 2000. El tratamiento de las aguas residuales de la cultura porcina utilizando filtros orgánicos. Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y del Medio Ambiente. Volumen 4. Pp. 327-333.
- Soto J. J. 2000. Análisis de los efluentes líquidos residuales industriales y municipales en el estado de Oaxaca. Área Protección Ambiental. Ciidir- unidad Oaxaca. i. p. N 01 – 9517 – 06 - 10, 7 – 04 – 00.
- Ulloa J.J. 1996. El tratamiento de las aguas residuales. Necesidades, objetivos y sistemas. Curso sobre reutilización de aguas residuales y salinas en regadíos: aplicación de tecnologías avanzadas. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias. Madrid.
- Ungaro M. R. 1986. Instrucciones para el cultivo del girasol. Campinas, IAC. Boletín Técnico 105. Pp. 26.

Veras N. N., Lucia A. V., Sallydelandia S. M., Fernandes J. S. y Batista J. S. 2013. Efecto residual de abono orgánico en el crecimiento de girasol. Revista Verde de Agroecología y Desarrollo Sostenible. v. 8, n. 2, p.04.

Yáñez C. P. 2007. Control de floración en especies ornamentales: Leucocoryne, Zephyra y Helianthus. Segundo Simposio de Horticultura Ornamental. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca. Pp 63, 64,65.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Valores medios de las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, diámetro exterior de la inflorescencia, diámetro interior de la inflorescencia de plantas de girasol ornamental cultivado en maceta que fueron tratadas con dos tipos de agua y tres concentraciones de fertilizantes.

Factor	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de hojas	Diámetro exterior de la inflorescencia (cm)	Diámetro interior de la inflorescencia (cm)
Tipo de agua (TP)					
Potable	11.889 a	0.466 a	9.111 a	6.86 a	0.448 a
Residual	11.578 a	0.449 a	9.889 a	7.48 a	0.466 a
Tratada					
DMS	2.496	0.042	1.354	1.042	0.042
Concentración de Fertilizante (F)					
0	11.625 a	0.463 a	9.333 a	6.90 a	0.463 a
50	11.783 a	0.454 a	9.333 a	7.35 a	0.454 a
100	11.792 a	0.454 a	9.833 a	7.27 a	0.454 a
DMS	2.496	0.042	2.002	1.062	0.062
TPxF	Ns	ns	ns	*	*
CV	21.137	13.388	20.935	13.388	13.388

Cuadro A.2. Valores medios de las variables peso fresco de follaje, inflorescencia, tallo, raíz y total de plantas de girasol ornamental cultivado en maceta que fueron tratadas con dos tipos de agua y tres concentraciones de fertilizantes.

Factor	Peso Fresco (g)				
	Follaje	Inflorescencia	Tallo	Raíz	Total
Tipo de agua (TP)					
Potable	3.907 a	8.317 a	1.789 a	1.322 a	15.335 a
Residual	4.013 a	8.233 a	1.772 a	1.361 a	15.379 a
Tratada					
DMS	0.390	1.990	0.390	0.427	
Concentración de Fertilizante (F)					
0	3.860 a	7.217 a	1.733 a	1.317 a	14.127 a
50	4.270 a	9.492 a	1.875 a	1.333 a	16.970 a
100	3.750 a	8.117 a	1.733 a	1.375 a	16.970 a
DMS	0.576	2.941	0.576	0.631	3.006
TPxF	ns	ns	ns	ns	ns
CV	22.151	25.316	22.151	26.702	22.867

Cuadro A.3. Valores medios de las variables peso seco de follaje, inflorescencia, tallo, raíz y total de plantas de girasol ornamental cultivado en maceta que fueron tratadas con dos tipos de agua y tres concentraciones de fertilizantes.

Factor	Peso Seco (g)				
	Follaje	Inflorescencia	Tallo	Raíz	Total
Tipo de agua (TP)					
Potable	0.583 a	0.239 a	0.267 a	0.144 a	1.233 a
Residual	0.589 a	1.200 a	0.239 a	0.144 a	2.172 a
Tratada					
DMS	0.157	0.288	0.063	0.0465	0.354
Concentración de Fertilizante (F)					
0	0.575 a	1.117 a	0.233 a	0.133 a	2.058 a
50	0.583 a	1.235 a	0.258 a	0.150 a	2.226 a
100	0.600 a	1.183 a	0.267 a	0.150 a	2.200 a
DMS	0.233	0.418	0.098	0.069	0.556
TPxF					
CV	21.464	22.359	24.473	23.294	21.222