

Efecto de algas marinas en el desarrollo de *Gerbera jamesonii* (Asteraceae)

The effect of seaweed on the development of *Gerbera jamesonii* (Asteraceae)

María Luisa García Sahagún, Alicia de Luna Vega, César Zúñiga Campa, Osvaldo Alejandro Bañuelos Gutiérrez y Mariana Silva Echeverría

Departamento de Producción

Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del Astillero, 45110, Zapopan, Jalisco, México.

✉ mlgsahagun@gmail.com

Citar

Resumen

Con el propósito de evaluar el efecto de algas marinas en el desarrollo de gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus), se llevó a cabo un experimento que se estableció bajo invernadero, en las instalaciones del Departamento de Producción Agrícola del CUCBA durante 2013. Se utilizaron 60 plantas de gerbera de la variedad «Pink elegance» a las que se aplicaron algas marinas al sustrato siguiendo las recomendaciones de los productos comerciales *Alga 600*, *Seaweed* y *Osmocalm*; además de los testigos. Los tratamientos se aplicaron en el trasplante y cada 15 días durante siete ocasiones. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con 15 repeticiones; se elaboró un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico NCSS. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, número de tallos florales, longitud de tallo (cm) y diámetro de capítulo (cm). Se observó el efecto promedio de los tratamientos sobre la variable número de hojas, superando al testigo. En el caso del número de tallos, *Alga 600* produjo mayor cantidad que el resto de tratamientos (2). La longitud de los tallos en las plantas con los tratamientos superó al testigo (18.42 cm); *Osmocalm* presentó el mayor valor numérico con 30.91 cm de longitud. El valor promedio del diámetro de los capítulos fue menor en el tes-

tigo (4.96 cm), observándose diámetros de hasta 7.71 cm en el caso de *Osmocalm*. Cabe aclarar que en la segunda cosecha se obtuvieron diámetros de capítulos hasta de 11.5 cm por efecto de *Alga 600*, y 11.7 cm por *Seaweed*.

Palabras clave: *Alga 600*, *Seaweed*, *Osmocalm*, CUCBA, Universidad de Guadalajara

Abstract

To evaluate the effect of seaweed on the development of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus), an experiment under greenhouse conditions was conducted at the Department of Agricultural Production, University Center for Biological and Agricultural Sciences (CUCBA), in 2013. Sixty gerbera plants of the «Pink elegance» variety were used and seaweed was applied to the substrate as recommended by the commercial products *Alga 600*, *Seaweed* and *Osmocalm*, setting aside controls. Treatments were applied by transplantation every 15 days a total of 7 times, following a completely randomized distributed design with 15 replicates. Analysis of variance and a Tukey mean comparison test ($p \leq 0.05$) were applied using the NCSS statistical package. The variables evaluated were: number of leaves, number of flower stems, stem length (cm), and diameter of the capitulum (in cm). The average effect of the different

treatments on the variable number of leaves surpassed controls. Regarding the number of stems, *Alga 600* produced a higher amount than the other treatments (2). The length of stems in the treated plants exceeded controls (18.42 cm). *Osmocalm* produced the highest average length at 30.91 cm. The average value for the diameter of the capitula was lower in controls

(4.96 cm), as diameters up to 7.71 cm were observed with *Osmocalm*. Significantly, the second crop produced capitula diameters of up to 11.5 cm with *Alga 600*, and 11.7 cm with *Seaweed*.

Key words: *Alga 600*, *Seaweed*, *Osmocalm*, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

Introducción

La gerbera (*Gerbera jamesonii*) es apreciada en todo el mundo como planta de jardín y como flor de corte. Los países exportadores de gerbera más importantes son Holanda, Colombia, Costa Rica, Israel y República Dominicana. Reportes del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2011) señalan que en el período 2003–2011, el valor de las exportaciones mexicanas de flores creció a un ritmo de 6 % anualmente; para el último año, el comercio exterior de flores significó 26 millones 93 mil dólares, monto superior 5 % al registrado en 2010. Rosa, gladiola, gerbera, ave del paraíso, clavel, statice (*Limonium*) y margarita son los productos de exportación por excelencia a Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Según estimaciones de SIAP (2011), fueron 25 mil 500 productores quienes encabezaron estas actividades y generaron alrededor de 188 mil empleos permanentes, 50 mil eventuales y un millón de indirectos. Siete de cada diez productores residen en el Estado de México, Distrito Federal, Jalisco, Morelos y Puebla. Villa Guerrero en el Estado de México, produce cerca de una tercera parte de la producción nacional de flores. Si se considera el valor porcentual sobre el valor de la producción de flores generada en el Estado de México durante 2011, el 7 % corresponde a gerbera.

Con el fin de mejorar el rendimiento de las plantas se han utilizado bioestimulantes entre los que se incluyen las algas marinas; sin embargo, poco se ha investigado sobre su efecto en la calidad de las flores. Cuando las algas marinas se incorporan al suelo se mejoran sus propieda-

Introduction

Gerbera (*Gerbera jamesonii*) is prized worldwide as a garden plant and a flower for bouquets. The major gerbera-exporting countries are The Netherlands, Colombia, Costa Rica, the Dominican Republic and Israel. Reports from Mexico's Agricultural and Fisheries Information Service (SIAP 2011) show that in the 2003–2011 period the value of Mexican flower exports grew at an annual rate of 6 %, while in the last year foreign trade in flowers reached 26 million dollars, surpassing the figure for 2010 by 5 %. Roses, gladiolas, gerberas, bird of paradise, carnations, armeria (*Limonium*) and daisies are the most important flower products exported to the U.S. and Canada. SIAP estimates (2011) indicate that the approximately 25 500 active producers generated around 188 000 permanent jobs, 50 000 temporary jobs and almost one million indirect jobs. Seven out of ten producers reside in the State of Mexico, the Federal District, Jalisco, Morelos and Puebla. Villa Guerrero in the State of Mexico produces about a third of national flower production. In terms of the percentage value of flower production in the State of Mexico in 2011, gerbera accounted for approximately 7 %.

To improve plant yields, biostimulants including seaweeds are used, but little research has been done on their effect on flower quality. Adding *Seaweed* to soil improves its physical, chemical and biological properties, increases yields, and enhances the quality of fruit crops by providing all the required macro- and micronutrients plus natural substances that act as growth-regulators (Biotropic 2011). Compounds identified in sea-

des físicas, químicas y biológicas, incrementan las cosechas y favorecen la calidad de los frutos porque suministran a los cultivos todos los macro y micro nutrientes; además, aportan sustancias naturales que actúan como reguladores de crecimiento (Biotropic 2011). Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos alginicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas y cerca de 5000 enzimas (Crouch & van Staden 1992). En ese contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de algas marinas en el desarrollo de gerbera (*Gerbera jamesonii*).

Materiales y métodos

El experimento se estableció bajo invernadero, ubicado en las instalaciones del Departamento de Producción Agrícola del CUCBA durante 2013 (figura 1). Se utilizaron 60 plantas de gerbera de la variedad «Pink elegant» a las que se aplicaron algas marinas en el sustrato siguiendo las recomendaciones de los productos comerciales Alga 600 (2 g/l con *Laminaria*, *Ascophyllum* y *Sargassum*), Seaweed (1 ml/l con *Laminaria*, *Ascophyllum*) y Osmocalm (1 ml/l con *Macrocystis pyrifera*), además de testigos en los que no se realizó ninguna aplicación. Los tratamientos se administraron en el trasplante y cada 15 días durante 7 ocasiones. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con 15 repeticiones y la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico NCSS (Hintze 2001). Las variables evaluadas fueron: número de hojas, número de tallos florales, longitud de tallo (cm) (figura 2) y diámetro de capítulo (cm) (figura 3).

weed include chelating agents such as alginic acids, fulvic acids, vitamins, mannitol and around 5 000 enzymes (Crouch & van Staden 1992). In light of this, the aim of this study was to assess the effect of seaweed on the development of gerbera (*Gerbera jamesonii*).

Materials and methods

The experiment was conducted under greenhouse conditions at the Department of Agricultural Production, University Center for Biological and Agricultural Sciences (CUCBA), in 2013 (figure 1). Sixty gerbera plants of the variety «Pink elegance» were used and seaweeds were applied to the substrate as recommended by the commercial products *Alga 600* (2 g/l with *Laminaria*, *Ascophyllum* and *Sargassum*), *Seaweed* (1 ml/l with *Laminaria*, *Ascophyllum*), and *Osmocalm* (1 ml/l with *Macrocystis pyrifera*). Controls with no treatment were maintained. Treatments were applied by transplantation every 15 days to a total of seven times. Treatments were distributed in a completely randomized design with 15 replicates. Analysis of variance and a Tukey mean comparison test ($p \leq 0.05$) were used with the NCSS statistical package (Hintze 2001). The variables evaluated were: number of leaves, number of flower stems, stem length (cm) (figure 2), and diameter of the capitulum (cm) (figure 3).

Figura 1. Experimento de gerbera bajo invernadero.
Figure 1. Gerbera experiment under greenhouse conditions.





Figura 2. Longitud de tallos.
Figure 2. Length of stems.



Figura 3. Diámetro de capítulos.
Figure 3. Diameter of the capitulum.

Resultados

En el cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de varianza para las variables de desarrollo de gerbera, por efecto de la aplicación de algas marinas. En ese cuadro se pueden observar diferencias significativas $p \leq 0.01$ para el efecto de los tratamientos en las variables número de hojas y tallos, longitud de tallo y diámetro de capítulo. Para el efecto de las cosechas se observaron diferencias altamente significativas para el número de hojas y tallos y solo significativas para el diámetro de capítulos. En la interacción tratamientos por cosecha, hubo diferencias altamente significativas para el número de hojas y solo significativas para el diámetro de capítulos.

En el cuadro 2 se observa el efecto promedio de los tratamientos sobre las variables número de hojas, observándose que la aplicación de algas marinas superó en todos los casos al testigo. En el caso del número de tallos el tratamiento con *Alga 600* produjo mayor cantidad de tallos que el resto de tratamientos. La longitud de los tallos en los tratamientos con algas marinas, superó al

Results

The results of the analysis of variance for the variables of gerbera development due to the application of seaweed are presented in table 1, which shows significant differences ($p \leq 0.01$) for the effect of treatments on the variables number of leaves, number of stems, stem length, and diameter of the capitulum. Regarding crops, we observed a highly significant effect on number of leaves and number of stems with a significant effect for diameter differences in the capitula. The interaction of treatments per crop showed highly significant differences for number of leaves and a significant effect for diameter of the capitula.

Table 2 shows the average effect of treatments on the variable number of leaves, where applying seaweed exceeded controls in all cases. For number of stems, *Alga 600* produced a larger number than the other treatments. The length of stems treated with *Seaweed* exceeded controls (18.42 cm). *Osmocalm* had the highest average length at 30.91 cm. The diameter of the capitula was lower in controls (4.96 cm) than in plants

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza para las variables de desarrollo de gerbera por efecto de la aplicación de algas marinas.

VARIABLES	Valor de tratamientos (T)	Valor de cosecha (C)	Valor de interacción T×C
Número de hojas	0.036798 *	0.000000**	0.003200 **
Número de tallos	0.142 *	0.000000 **	0.302773
Longitud de tallos	0.000708 *	0.305976	0.452492
Diámetro de capítulos	0.009680 *	0.000002 *	0.031889 *

* Diferencias significativas $p \leq 0.05$. ** Diferencias altamente significativas $p \leq 0.01$.

Table 1. Results of analysis of variance for variables in gerbera development due to the effect of applying seaweed.

VARIABLES	Treatment values	Crop value	Interaction value T×C
Number of leaves	0.036798 *	0.000000**	0.003200 **
Number of stems	0.142 *	0.000000 **	0.302773
Stem lengths	0.000708 *	0.305976	0.452492
Diameter of capitula	0.009680 *	0.000002 *	0.031889 *

* Significant differences $p \leq 0.05$. ** Highly significant differences $p \leq 0.01$.

Cuadro 2. Efecto de algas marinas en las variables de desarrollo de gerbera.

Tratamiento	Número de hojas	Número de tallos	Longitud de tallos	Diámetro de capítulo
<i>Alga 600</i>	12.89 a	2.25 a	29.32 a	7.67 a
<i>Seaweed</i>	16.30 a	1.76 b	29.37 a	6.82 a
<i>Osmocalm</i>	15.41 a	1.75 b	30.91 a	7.71 a
Testigo	11.23 b	1.42 b	18.42 b	4.96 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).

Table 2. Effect of seaweed on the development variables of gerbera.

Treatment	Number of leaves	Number of stems	Stem lengths	Diameter of capitula
<i>Alga 600</i>	12.89 a	2.25 a	29.32 a	7.67 a
<i>Seaweed</i>	16.30 a	1.76 b	29.37 a	6.82 a
<i>Osmocalm</i>	15.41 a	1.75 b	30.91 a	7.71 a
Witness	11.23 b	1.42 b	18.42 b	4.96 b

Means with the same letter are statistically equal (Tukey $p \leq 0.05$).

Figura 4. Capítulos cosechados por tratamiento. De izquierda a derecha *Seaweed* (SW), *Alga 600* (A600), testigo (T) y *Osmocalm* (PN).

Figure 4. Capitula harvested according to treatment. From left to right, *Seaweed* (SW), *Alga 600* (A600), witness (T) and *Osmocalm* (PN).



Cuadro 3. Efecto de las cosechas en el diámetro del capítulo de gerbera por aplicación de algas marinas.

Tratamiento	Cosechas						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Alga 600</i>	7.8 a	11.5 a	5.8 a	5.3 a	8.5 a	8.8 b	8.8 a
<i>Seaweed</i>	7.9 a	11.7 a	4.6 b	3.4 b	7.9 a	6.5 c	4.6 b
<i>Osmocalm</i>	7.8 a	8.5 b	6.9 a	4.7 b	5.8 b	10.2 a	11.0 a
Testigo	5.3 b	8.3 b	6.3 a	1.7 c	4.3 c	4.4 c	4.0 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ($p \leq 0.05$).

Table 3. Effect of application of seaweed on the head diameter of harvested gerbera.

Treatment	Crops						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Alga 600</i>	7.8 a	11.5 a	5.8 a	5.3 a	8.5 a	8.8 b	8.8 a
<i>Seaweed</i>	7.9 a	11.7 a	4.6 b	3.4 b	7.9 a	6.5 c	4.6 b
<i>Osmocalm</i>	7.8 a	8.5 b	6.9 a	4.7 b	5.8 b	10.2 a	11.0 a
Witness	5.3 b	8.3 b	6.3 a	1.7 c	4.3 c	4.4 c	4.0 b

Means with the same letter are statistically equal (Tukey $p \leq 0.05$).

testigo (18.42 cm); *Osmocalm* presentó el mayor valor numérico con 30.91 cm de longitud. El diámetro de los capítulos fue menor en el testigo (4.96 cm) que en las plantas a las que se aplicaron algas marinas, observándose diámetros de hasta 7.71 cm en el caso de *Osmocalm* (figura 4).

En el cuadro 3 se observa el efecto de la aplicación de algas marinas sobre el diámetro de los capítulos de gerbera, a través de siete cosechas. El tratamiento con *Alga 600* presentó valores más altos en las cosechas 1, 2, 3, 4, 5 y 7 al igual que *Seaweed* en las cosechas 1, 2 y 5 y de manera similar *Osmocalm* en las cosechas 1, 2, 6 y 7. Cabe aclarar que en la segunda cosecha se obtuvieron diámetros de capítulos hasta de 11.5 cm y 11.7 cm por efecto de *Alga 600* y *Seaweed* respectivamente.

Discusión

Los resultados positivos obtenidos por el efecto de aplicación de las algas marinas en las variables de gerbera: número de hojas y tallos, longitud de tallo y diámetro de capítulo, coinciden con lo reportado por (Abetz & Young 1983) quienes señalaron que la aplicación de *Ascophyllum nodosum* incrementó el diámetro en coliflor. Senn (1987) hizo notar que la incorporación de algas

treated with *Seaweed*. The largest diameters, up to 7.71 cm, were achieved with *Osmocalm* (figure 4).

Table 3 shows the effect of applying seaweed on the diameter of the capitula of gerbera in a total of 7 crops. Treatment with *Alga 600* produced higher values in crops 1, 2, 3, 4, 5 and 7, as did *Seaweed* for crops 1, 2 and 5, and *Osmocalm* in crops 1, 2, 6 and 7. It should be noted that crop 2 produced capitula diameters of up to 11.5 cm and 11.7 cm due to the effect of *Seaweed* and *Alga 600*, respectively.

Discussion

Positive results from the effect of applying seaweeds to gerbera were obtained for the following variables: number of leaves, number of stems, stem length, and diameter of the capitulum. These findings concur with those reported by Abetz & Young (1983), who noted that applying *Ascophyllum nodosum* increased the diameter of cauliflower heads. Senn (1987) observed that adding algae increases product yield and quality by supplying plants with all required macro- and micronutrients plus 27 natural substances with effects similar to those of growth-regulators. Among the compounds already identified in algae we find chelating agents such as alginic acid,

al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5 mil enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch & van Staden 1992).

Canales (1999) también reporta que en un experimento con tomate que se llevó a cabo en La Florida, EUA, que se estableció en camas cubiertas con plástico negro, el extracto de algas *Algaenzims*[®] se aplicó al suelo en la cama y dos veces foliar, la producción se incrementó hasta un 20 %.

Conclusión

A causa de los resultados obtenidos en la investigación, es posible considerar la aplicación de algas marinas en otros cultivos y determinar su influencia en la producción de cosechas. ❖

fulvic acid and mannitol, as well as vitamins, almost 5 000 enzymes, and some biocidal compounds that control some pests and plant diseases (Crouch & Van Staden 1992).

Canales (1999) reported that in an experiment with tomato conducted in Florida, USA, using beds covered with black plastic, the algae extract *Algaenzims*[®] was applied to the soil in the bed. Under those experimental conditions, foliage doubled and production increased by 20 %.

Conclusion

The results of this research clearly suggest that it may be worthwhile to consider applying seaweed to other plants to determine its effect on crop production. ❖

Referencias | References

SIAP (SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA). 2011. *El valor de la producción de las ornamentales en México.* Disponible desde Internet <http://www.siap.gob.mx/produccion-ornamental-mexico/> (Consultado el 5 de noviembre de 2013, 12:10).

ABETZ, P., & C.L. YOUNG. 1983. The effect of seaweed extract sprays derived from *Ascophyllum nodosum* on lettuce and cauliflower crops. *Botánica Marina* 26(10): 487–492. ISSN (Online) 1437–4323.

CANALES B., L. 1999. Enzimas-algas. Posibilidad de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana* 17(3): 271–276. ISSN (print) 0187–5779.

CROUNCH, L. & J. VAN STADEN. 1992. *Evidence of the presence of growth regulators in commercial seaweed products.* Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.

HINTZE, J. 2001. *Number Cruncher Statistical Systems.* Kaysville, Utah.

SENN, T.L. 1987. *Seaweed and plant growth.* Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA. (*Crecimiento de alga y planta*, Traducido al Español por Benito Canales López).