

Evaluación del Efecto de *Chorela vulgaris* en la fertilización del Cilantro (*Coriandrum Sativum* L.), en Invernadero



Colaboración

Alfredo Lino Brito, Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec; Maribel Apolinar Aguilar, Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N°168, Extensión Hueyapan Puebla. Noel J. Arozarena Daza, Instituto de Investigaciones en Agricultura Tropical "Alejandro Humboldt"; Pedro J. González Cañizares, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; José Manuel Zambrano González, Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec

Fecha de recepción: 23 de marzo de 2021

Fecha de aceptación: 07 de septiembre de 2021

RESUMEN: La investigación se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec, evaluando la efectividad de *Chorela vulgaris* en cilantro, en tres aplicaciones, al momento de la siembra (sumergiendo las semillas por 24 horas), a los 21 y 32 días después de emergida las semillas en dosis de 20 ml/l⁻¹ de agua. El cultivo fue fertilizado al momento de siembra, con la fórmula 100-30-70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, fertilización químico mineral al 100 %. En los casos que se redujo la fertilización al 25 y 50%, se aplicó al suelo 3.0 kg/m² de composta y las respectivas aplicaciones de microalga. Conformándose cuatro réplicas por tratamientos en parcelas de 5 m², con densidad de 30 plantas/m², con diseño experimental de bloques al azar. Los resultados demuestran efecto positivo de *Chorella vulgaris* al contrastar el 100 % de la fertilización químico mineral, con y sin microalga, obteniendo rendimientos de 1.25 y 0.93 kg/m² respectivamente. Además de una mayor eficacia, cuando se combina la microalga con el portador de materia orgánica y reducción de la fertilización químico mineral al 25 y 50%, obteniendo rendimientos de 2.02 y 2.11 kg/m², en ese orden.

PALABRAS CLAVE: aplicación edáfica de composta, cultivo de cilantro, fertilización químico mineral, reducción de la fertilización y microalga *Chorela vulgaris*.

ABSTRACT: The research was carried out at the Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec, evaluating the effectiveness of *Chorela vulgaris* in coriander, in three applications, at the time of sowing (immersing the seeds for 24 hours), at 21 and 32 days after the seeds emerged. in doses of 20 ml l⁻¹ of water. The crop was fertilized at sowing, with the formula 100-30-70 kg ha⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O, respectively, 100% chemical mineral fertilization. In the cases where fertilization was reduced to 25 and 50%, 3.0 kg/m² of compost and the respective microalgae applications were applied to the soil. Conforming four replications by treatments in plots of 5 m², with a density of 30 plants / m², with experimental design of random blocks. The results show a positive effect of *Chorella vulgaris* by contrasting 100% of the chemical mineral fertilization, with and without microalgae, obtaining yields of 1.25 and 0.93 kg/m² respectively. In addition to greater efficiency, when the microalgae is combined with the carrier of organic matter and reduction of chemical mineral fertilization to 25 and 50%, obtaining yields of 2.02 and 2.11 kg/m², in that order.

KEY WORDS: edaphic application of compost, cultivation of coriander, mineral chemical fertilization, reduction of fertilization and *Chorela vulgaris* microalgae.

INTRODUCCIÓN

El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) pertenece a la familia Apiaceae, antes umbelífera, es una planta aromática nativa de la zona mediterránea. Las hojas del cilantro tienen tradición culinaria en la

cocina de Latinoamérica, la India y la China. De las semillas puede extraerse un extracto oleoso que se emplea en la elaboración de bebidas alcohólicas, condimentos y en la industria farmacéutica y de perfumería [1].

En la actualidad el cilantro es una de las especias de mayores implicaciones económicas, ya que es un cultivo con buen rendimiento y muy buen precio internacional. Se calcula que las especias mueven alrededor de US\$ 6.000 millones en el mercado mundial y que el sector está creciendo entre un 5 y 6% por año. Los principales países productores de cilantro son Rusia, India, Marruecos, México, Rumania, Argentina, Irán y Pakistán. Mientras que los principales importadores de cilantro son Alemania, Estados Unidos, Sri Lanka y Japón [2].

Por su parte el Estado de Puebla anualmente se cultivan 2, 380 hectáreas de cilantro generando 71, 400 empleos directos y 204, 058 indirectos con un volumen de producción de 19, 557.74 t anuales, con un valor de producción de 48, 535.95 millones de pesos [3].

Es bien conocido de la aplicación de fertilizantes químicos minerales para mejorar el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, no siendo el cilantro la excepción. Sin embargo, las aplicaciones indistintas de estos agroquímicos han conllevado al deterioro de las características químicas, biológicas y físicas de los suelos, exigiendo un cambio en el manejo tradicional de la fertilización de los cultivos, donde las alternativas agroecológicas de nutrición de plantas (empleo de abonos orgánicos y bio-productos) se presentan como un recurso de suministro equilibrado de nutrientes, que permiten optimizar la calidad de las producciones agrícolas en armonía con el medio ambiente [4, 5].

Como una alternativa al uso de químicos de síntesis se está promoviendo el interés por los bioproductos, donde se encuentran las soluciones acuosas de microalgas. Los biofertilizantes a base de microalgas se caracterizan por ser productos Bioactivos solubles en agua, que promueven la germinación, el desarrollo de los cultivos y la sustitución parcial de fertilizantes químico-mineral en la agricultura y más específicamente en la horticultura [6, 7, 8].

Por tales motivos, el objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de la microalga *Chorela vulgaris* en el cultivo de cilantro y determinar la posible reducción de la fertilización químico mineral en el cultivo en combinación con la aplicación de un portador de materia orgánica al suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Invernadero del Instituto Tecnológico Superior de Tlatlauquitepec (ITSTL), perteneciente al municipio de igual nombre, localizado en la Sierra Norte del Estado de Puebla, México. El muni-

cipio se ubica entre los paralelos 19°38' y 20°03' de latitud norte; los meridianos 97°23' y 97°37' de longitud oeste; altitud entre 300 y 2,900 metros sobre el nivel del mar (msnm) [9]. El periodo del experimento fue de septiembre-diciembre del 2019, consistiendo en tres aplicaciones de la microalga (*Chorela vulgaris*), sumergiendo la semilla por 24 horas, antes de la siembra y dos aspersiones foliares a los 21 y 32 días después de emergida (dde) las semillas, en todo los casos la dosis de aplicación del microorganismo fue de 20mL por litro de agua.

Para la reproducción de la microalga, se utilizó un recipiente de cristal de 3.5 L de capacidad, agregándole 3.2 L de agua destilada. Posteriormente se adicionó el fertilizante líquido comercial de nombre "Bayfolan® Forte" a razón de 0.5 mL del foliar por cada litro de agua estéril, con aireación constante por 20 minutos, pasado este tiempo se inoculo con 52 mL de *Chlorella vulgaris*, a partir de un cultivo líquido obtenido del cepario del laboratorio de alimentos vivo del ITSTL, de acuerdo a la metodología propuesta por [10], [11]. Para posteriormente diluir 20mL por litro de agua, esto a los 16 días de reproducción y aplicar al cultivo de cilantro, como se mencionó en el párrafo anterior.

El cultivo de cilantro, fue fertilizado en el momento de la siembra, con la fórmula fertilizante reportada por [12], 100-30-70 kg por hectárea de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente (testigo). Se conformaron cuatro réplicas por tratamientos en camas de 5 m², con una densidad de 30 plantas/m². Además, se aplicó 3 kg m⁻² de composta a base de estiércol (MO) en los tratamientos donde se redujo la fertilización química mineral (FM) al 25 y 50%, con un diseño experimental de bloques al azar, siendo los tratamientos en estudio los que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos de fertilización aplicados al cilantro, en el periodo septiembre a diciembre del año 2019.

Tratamientos	Leyenda
1	100 % FM
2	100 % FM + Microalga (<i>Chorela vulgaris</i>)
3	75 % FM + 3 kg m ⁻² de MO + Microalga (<i>Chorela vulgaris</i>)
4	50 % FM + 3Kg m ⁻² de MO + Microalga (<i>Chorela vulgaris</i>)

FM = fertilizante mineral; MO = materia orgánica.

La respuesta vegetal del cultivo se evaluó a los 22, 29, 36, 42, 50, 57 y al momento de cosecha, 64 días después de emergida las semillas (dde), para la variable altura de planta (cm). El resto de las variables respuesta: número de hojas, largo de raíz (cm), peso fresco de la parte aérea (g) (órgano de cosecha) y rendimiento (kg m⁻²); así como el peso seco (g) de la fracción aérea, raíz y total del cultivo al momento de la recolección, para lo cual se extrajeron 10 plantas por replicas, para el secado en estufa a 75 °C durante 72 horas. En todos

los casos la información estadística, se procesó para análisis de valor promedio, desviación estándar, varianza y separación de medias de diferencia significativa mínima (DSMn), con el paquete The SAS System for Windows 9, versión en español, según diseño experimental de bloques al azar.

Además se tomó muestra de suelo compuesta, con tres replicas antes de la preparación de suelo. El examen de suelo se realizó en el laboratorio de análisis de suelo del INECOL (Instituto de Ecología A.C) de Veracruz, según NOM-RECNAT-2000 de SEMARNAT [13], las determinaciones realizadas fueron: de K⁺, Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ intercambiable (cmol+/kg); fósforo asimilable (ppm), materia orgánica (%) y pH, Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización química del suelo donde se estableció el estudio.

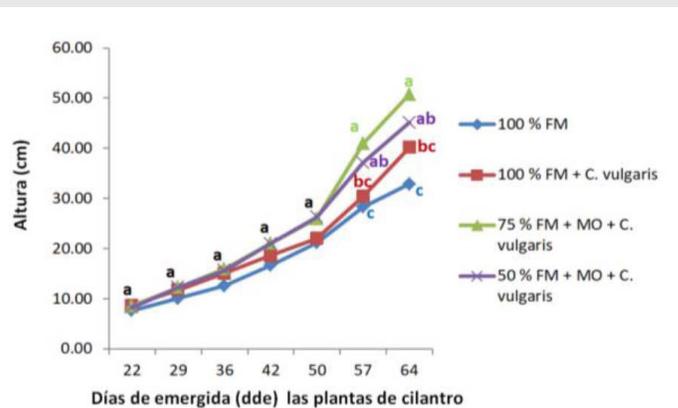
Componentes	Unidad	Valor
Textura	-	Franco
pH	-	6.78 ± 0.123
K	cmol+/kg	2.31±1.153
Ca	cmol+/kg	7.93 ±1.357
Mg	cmol+/kg	1.26 ± 2.379
P	ppm	2.08 ± 2.892
MO	%	6.17 ± 2.947

RESULTADOS

Los valores de la Tabla 2, destacan que el suelo sobre el cual se establecieron los tratamientos, posee adecuadas condiciones para la producción agrícola del cultivo de cilantro, según los valores presentados y de acuerdo a los criterios, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelo para México (NOM-RECNAT-2000) [13]. Por lo tanto, emplear alternativas de nutrición de cultivos con carácter agroecológico, que preserven o incrementen la fertilidad inicial del suelo, es en la actualidad una demanda de la investigación y producción agrícola.

Se ha demostrado que la fertilización tradicional de los cultivos a base de fertilizantes químicos minerales perturban la calidad agrícola del suelo, provocando disminución en los valores de materia orgánica y de pH e incrementos en las concentraciones de calcio, magnesio intercambiable y fósforo asimilable; lográndose la mitigación de tales variaciones, con el empleo de abonos orgánicos, en combinación con bio-productos, donde se utiliza la microalga *Chorela vulgaris* [14].

Por su parte la Figura 1, presenta la respuesta de la variable altura desde los 22 días de emergida (dde) las plantas de cilantro hasta los 64 dde momento en que se cosecha, nótese que la diferencia ($P \leq 0,05$), es a partir de los 57 y 64 dde las plantas, evidenciando el efecto positivo de la microalga, el cual se intensifica cuando se combina con el portador de materia orgánica y se reduce la fertilización químico mineral.



Gráfica 1. Altura (cm) de plantas de cilantro a los 22, 29, 36, 42, 50, 57 y 64 días de emergida (dde) las plantas. Respuesta a manejo con diferentes tratamientos de fertilización. Diferencia significativa mínima (DSMn): 4.348, 4.275, 6.016, 6.042, 7.138, 8.271 y 9.486. Coeficiente de variación (CV): 16.07, 18.39, 20.26, 15.63, 14.95, 12.09 y 11.08. * ($P \leq 0.05$).

La diferencia en altura al momento de la cosecha entre los tratamientos 2(100 % FM + C. vulgaris) y 1(100 % FM), o sea 40.24 vs 32.93 cm se debe a la aplicación de la microalga. En este sentido Abdel y Ibraheem, (2012) reportan que las microalgas producen y libran sustancias biocelulares fuera de sus células, que pueden influir en el crecimiento y desarrollo de las plantas, las cuales son sustancias promotoras del crecimiento vegetal [15]. Mientras que en los tratamientos 3 (75 % FM + MO + C. vulgaris) y 4 (50 % FM + MO + C. vulgaris), las alturas finales fueron de 50.77 y 45.15 cm, debiéndose los incrementos con respecto al testigo y al tratamiento 2, a la combinación del efecto positivo del microorganismo y la aplicación edáfica de un portador de materia orgánica, creando condiciones que incrementan la eficiencia de los procesos relacionados con el desarrollo vegetal.

En la Tabla 3, se presentan las variables morfológicas, número de hojas y largo de raíz, al momento de la cosecha.

Tabla 3. Número de hojas y largo de raíz (cm) del cilantro, manejado con diferentes tratamientos de fertilización, a los 64 dde la semilla (momento de cosecha).

Tratamientos	Número de hojas	Largo de raíz
100 % FM	14.00 ^c	29.05 ^d
100 % FM + Microalga (<i>Chorela vulgaris</i>)	15.13 ^b	31.70 ^c
75 % FM + 3 kg m ⁻² de MO + Microalga (<i>Chorela vulgaris</i>)	16.94 ^a	36.01 ^a
50 % FM + 3Kg m ⁻² de MO + Microalga (<i>Chorela vulgaris</i>)	16.91 ^a	34.33 ^b
DSM_n	0.821	1.338
CV (%)	3.261	2.553

Valores con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales, * ($P \leq 0.05$); DSMn (Diferencia significativa mínima) y Coeficiente de variación (CV).

A partir del análisis de varianza se observan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), en la variable número de hojas, para las diferentes formas de fertilización al momento de la cosecha, destacando que las variantes de fertilización propuestas superaron al tratamiento testigo 100 % de FM; siendo mayor el valor de esta variable cuando se combinaron la aplicación a la semilla y foliar con microalga y el empleo al suelo de 3 kg m^{-2} del portador orgánico.

Con respecto a la aplicación de abonos orgánicos al cultivo del cilantro Ayala, (2018) expone que el cilantro responde a la aplicación de tipos y dosis de abono orgánico, favoreciendo entre otras variables de crecimiento, el número de hojas [16]. Por su parte la utilización de microalgas en lo fundamental *Chorela vulgaris* ha sido reportado sus beneficios en los cultivos de maíz, trigo y uvas vinícolas, donde aumentaron sus crecimientos y rendimientos respectivamente [17, 18, 19].

La otra variable que se expone en la Tabla 3, es el largo de raíz, la cual presento diferencias significativa ($P \leq 0,05$), con tendencia similar al número de hojas. La importancia de esta variable radica en que, a mayor longitud de raíz, condiciona a la planta para una mayor absorción de humedad y nutrientes. Este resultado evidencia que el microorganismo de estudio, también estimula la raíz, al respecto Norrie, (2005); Uribe et al., (2018) reportan los beneficios de las algas y microalgas en un órgano tan importante como la raíz de las plantas, por su aporte de diversos compuestos y contenidos de reguladores de crecimiento [20, 21].

Por su parte la Tabla 4, muestra la información referente a las variables fisiológicas (peso seco de la parte aérea, raíz y total de planta del cilantro a los 64 dde la semilla, momento de cosecha; presentando diferencias significativa ($P \leq 0,05$), para las tres variables evaluadas, destacando en todos los casos los tratamientos 3 y 4, 75 % FM + 3 kg m^{-2} de MO + Microalga (*Chorela vulgaris*) y 50% FM + 3 Kg m^{-2} de MO + Microalga (*Chorela vulgaris*), respectivamente.

Tabla 4. Peso seco (g) de la parte aérea, raíz y total de planta del cilantro, manejado con diferentes tratamientos de fertilización, a los 64 dde la semilla (momento de cosecha).

Tratamientos	Peso seco parte aérea	Peso seco raíz	Peso seco total de planta
1	3.09 ^d	1.54 ^d	4.63 ^c
2	4.60 ^c	3.02 ^c	7.62 ^b
3	5.14 ^b	4.08 ^a	9.22 ^a
4	5.75 ^a	3.90 ^b	9.65 ^a
DSM_n	0.421	0.144	0.430
CV (%)	5.66	2.86	3.46

Se puede observar que el mayor peso seco de la parte aérea se presentó en el tratamiento 4, seguido por el 3, órgano destinado a la cosecha, en este particular Peil y Galvez, (2005); Casierra, et al. (2007) expresan que el rendimiento de un cultivo está determinado por

la capacidad de acumular materia seca en los órganos destinados a la cosecha [22, 23]. Por su parte, el peso seco de raíz invirtió la tendencia. Mientras que para la biomasa seca total de planta no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos 3 y 4, pero si entre estos y el resto de las variantes, lo que confirma la validez de las alternativas propuestas a la nutrición del cultivo de cilantro.

La Tabla 5, muestra las variables peso fresco de la parte aérea y rendimiento de follaje, los cuales presentaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$), donde los tratamiento 4 y 3 muestran los mejores resultados en ese orden.

Tabla 5. Peso fresco (g) de la parte aérea y rendimiento (kg m^{-2}) de follaje fresco del cultivo de cilantro a los 64 dde la semilla (momento de cosecha).

Tratamientos	Peso fresco	Rendimiento
1	31.53 ^d	0.93 ^c
2	42.52 ^c	1.25 ^b
3	67.40 ^b	2.02 ^a
4	71.17 ^a	2.11 ^a
DSM_n	2.088	0.103
CV (%)	2.44	4.09

Valores con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales, * ($P \leq 0.05$); DSM_n (Diferencia significativa mínima) y Coeficiente de variación (CV).

El peso fresco del follaje, es una variable muy importante, ya que es la manera en que se comercializa el cilantro para su consumo en fresco. La expresión numérica de la variable expone que hubo efecto positivo del microorganismo *Chorela vulgaris*, mediante el empleo del mismo se aumentó el peso fresco del follaje con respecto al testigo, tratamientos 2 vs 1 en un 34.40%; tal resultado evidencia los efectos positivos de este microorganismo. En relación Stirk, et al. (2002); Molnar y Ördög, (2005), reportan que las microalgas y sus medios de cultivo contienen sustancias promotoras de crecimiento denominadas fitohormonas [24, 25]. De igual manera Becker, (2007) expone que poseen un contenido interesante de micro y macro nutrientes, los cuales en conjunto, tienen el potencial de mejorar la disponibilidad de nutrientes, pudiendo promover cultivos más robustos y saludables [26]. En este mismo sentido Martínez, et al. (2008) explican que estos microorganismos al suministrar condiciones más nutritivas durante el cultivo de verduras y hortalizas, favorece la obtención no solamente de cultivos más productivos, como ocurre en la fertilización convencional con productos agroquímicos, sino que podría promover la síntesis de sustancias nutricionales y funcionales de interés para el cuidado y mejora de la salud de los consumidores [27].

La información del rendimiento ratifica la tendencia de los tratamientos en estudio, donde las variantes 3 y 4 permiten una reducción del 25 y 50 % de la fertilización

químico mineral cuando se emplea un portador de materia orgánica y la microalga *Chorela vulgaris*.

Es importante señalar que en un estudio similar en cultivo de cilantro, realizado por Fierro (2015), obtiene para el tratamiento Suelo + Materia Orgánica + Consorcio de microalgas (*Chorella sp.*) y (*Scenedesmus sp.*) reproducidas a base de abono líquido de conejo, valores de altura de planta, número de hojas y rendimiento por plantas de, 73.56 cm, 19.20 y 33.71 g planta⁻¹ respectivamente a las 8 semanas [28]. Estos resultados difieren en valor con la investigación actual, siendo mayores que los obtenidos en esta, para altura y número de hojas, no así en rendimiento por planta. Tales diferencias se asocian a las condiciones de estudios, plantas de cilantro desarrolladas en bolsas, sustrato conformado por suelo y materia orgánica y reproducción de un consorcio de microalgas a partir de abono líquido de conejo.

Sin embargo, ambos estudios evidencian la importancia de combinar los microorganismos algales con aplicaciones edáficas de portadores orgánicos; ya que la tendencia en ambas investigaciones es similar.

La incorporación al suelo de un portador de materia orgánica, conjuntamente con la aplicación del microorganismo *Chorela vulgaris*, se puede considerar como práctica mejoradora de las potencialidades del cultivo de cilantro, que permite la reducción de la fertilización mineral en el mismo entre un 25 y 50%. Demostrando que la mejor respuesta productiva, no está en la dosis neta de elementos aplicados a través de la fertilización mineral y que es también función de la existencia de un entorno favorable a la planta, a cuya conformación la materia orgánica y la microalga realizan una contribución decisiva.

CONCLUSIONES

La importancia de la investigación radica, en la propuesta de alternativas de nutrición en el cultivo del cilantro (*Coriandrum Sativum L.*), con características agroecológicas, a la utilizada tradicionalmente mediante el empleo de fertilizantes químico mineral de síntesis.

A partir de los resultados obtenidos, se puede reducir la fertilización recomendada por [12], 100-30-70 kg por hectárea de N, P₂O₅ y K₂O, entre un 25 y 50% de la misma. Considerando que el Estado de Puebla, se cultivan anualmente 2,380 hectáreas de cilantro [3]; las alternativas propuestas estarían reduciendo en 50 y 100 kg ha⁻¹ anualmente, lo que multiplicado por el total de hectáreas que se siembran en el estado, se estaría reduciendo la aplicación de agroquímicos y su impacto en el ambiente en 119,000 y 238,000 kg ha⁻¹ respectivamente de fertilizantes químico mineral. Sin embargo sería necesario evaluar la propuesta de estudio en diferentes ambientes edafoclimáticos que se presentan en el estado.

Tales resultados permiten concluir que:

1. El efecto distintivo de la microalga, fue positivo en función del crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. Esta información se obtiene al comparar los tratamientos 2 vs el 1.

2. Las alternativas agroecológicas de nutrición de plantas propuestas (microalga *C. vulgaris*, aplicación edáfica de 3.0 kg m⁻² de un portador de materia orgánica y reducciones del 25 y 50% de la fertilización químico mineral), permitieron que el cultivo alcanzara mayor crecimiento y desarrollo, expresado a través de las variables: altura de planta, número de hojas, pesos secos de biomasa aérea, raíz y total de planta.

3. La incorporación al suelo de composta a base de estiércol, como portador orgánico (en dosis de 3.0 kg m⁻²) y el empleo del extracto de microalga *C. vulgaris*, permiten reducir la fertilización químico mineral en el cultivo entre el 25 y 50 % de la misma, sin afectar el peso fresco y el número de hojas del cilantro, componentes del rendimiento en la producción de follaje fresco del cultivo, además del rendimiento del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] González, E., Villalobos, S., Rodríguez, A. y Avilés, W., I., (2017). *Cilantro (Coriandrum sativum L.) un cultivo ancestral con potencial sub-utilizado. Libro Técnico Núm. 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, Guanajuato, México, ISBN: 978-607-37-0912-5.*

[2] InfoAgro, (2019). *El cultivo del cilantro (Coriandrum sativum L, Fam. Apiáceas).* <https://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htm> (consultado 26-12- de 2019).

[3] Tibaduiza, V., Huerta, A., Morales, J., Hernández, A., M. y Muñiz, E., (2018). *Sistema de producción del cilantro en Puebla y su impacto en la inocuidad. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 9 (4), 773- 786.*

[4] Burbano, O. H., (1989). *El suelo: Una visión sobre sus componentes biorgánicos. Pastos, Colombia, Universidad de Nariño, 447 p.(Serie Investigaciones, No.1)*

[5] Lino, A., Apolinar, M., Murrieta, R., Sánchez, A. y García, K., A., (2018). *Evaluación de la fertilización órgano-mineral en cultivo de rábano (Raphanus sativus L.), bajo condiciones de invernadero. Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuicola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático. INIFAP, CP, UACH, INAPESCA, UV, TecNM. Medellín, Ver., México. Año 2, Núm. 1, 1849 p.*

- [6] Norrie, J. and J., P., Keathley, (2005). Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine plan extract applications to Thompson seedless grape production. (Proceedings of Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production) *Acta Hort.* 727 (1): 243-248.
- [7] Hernández, H. R. M., F.R. Santacruz, M.A. Ruiz, J. Norrie, y G. Hernández, (2014). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology* 26 (1): 619-628. <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1019928425569#page-1> (consultado 28/12/2019).
- [8] Lino, A., Apolinar, M., Gómez, D., Gómez, N. y García, J., A., (2019). Uso combinado de microorganismos benéficos y materia orgánica como alternativas a la nutrición edáfica en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático.* INIFAP, CP, UACH, INAPESCA, UV, TecNM. Medellín, Ver., México. Año 3, Núm. 1, 2488 p.
- [9] Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, (2009). La Magdalena Tlatlauquitepec, Puebla, Clave geoestadística 21095.
- [10] Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, 2010. Protocolo: Cultivo de Microalgas. Recuperado de <https://www.academia.edu/8656000/Protocolo-microalgas>. (consultado 25/11/2018).
- [11] Romo, A., K., 2002. Manual para el cultivo de microalgas (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma De Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México. UABCS 57pp
- [12] Estrada, E., I., Garda, M., A., Cardozo, C., I., Gutiérrez, A., Baena, D., Sánchez, M., S. y Vallejo, F., A., (2004). Cultivo de Cilantro: Variedad UNAPAL Precoso. Programa de Investigación: "Mejoramiento Genético y Producción de Semillas de Hortalizas". Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Segunda Edición, ISBN 958-8095-19-0.
- [13] SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. Diario Oficial (segunda sección).
- [14] Lino, A., Apolinar, M., Gómez, D., Gómez, N. y García, J., A., (2019). Uso combinado de microorganismos benéficos y materia orgánica como alternativas a la nutrición edáfica en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático.* INIFAP, CP, UACH, INAPESCA, UV, TecNM. Medellín, Ver., México. Año 3, Núm. 1, 2488 p.
- [15] Abdel, N., Al, A., A. and Ibraheem, I., B., M., (2012). Agricultural importance of algae. Review: *African Journal of Biotechnology*, 11(54): 11648-11658, disponible en: Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>, DOI: 10.5897/AJB11.3983; ISSN 1684-5315.
- [16] Ayala, J., (2018). Evaluación del cilantro a la aplicación de distintas proporciones y tipos de abono orgánico en condiciones de Montería - Colombia. Proyecto de Trabajo de grado modalidad Investigación presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Córdoba Facultad de Ciencias Agrícolas Programa de Ingeniería Agronómica, Montería, Colombia.
- [17] Mahmoud M. Shaaban , (2001). Nutritional Status and Growth of Maize Plants as Affected by Green Microalgae as Soil Additives. *Journal of Biological Sciences*, 1: 475-479. DOI: 10.3923/jbs.2001.475.479.
- [18] Faheed, F. A., & Fattah, Z. A., (2008). Effect of *Chlorella vulgaris* as Biofertilizer on Growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. *gris.fao.org*: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2009000203> (consultado 26-12- de 2019).
- [19] El Moniem, E. A., & Abd Allah, A. S., (2008). Effect of Green Alga cells Extract as foliar spray on vegetative growth yield and berries quality of Superior Grapevines. *www.idosi.org*: [http://www.idosi.org/aejaes/jaes4\(4\)/5.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes4(4)/5.pdf) (consultado 26-12- de 2019).
- [20] Norrie, J., (2005). Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura. *Tegralia*, 15: 26-30.
- [21] Uribe, M., Mateo, L., E., Mendoza, A., C., Amora, E., F., González, D. y Durán, D., (2018). Efecto del alga marina *Sargassum vulgare* C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro. *Revista IDESIA (Chile)*, 36, (3): 69-76, DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005001202>.
- [22] Peil, R., M. y Galvez, J., L., (2005). Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. *R. bras. Agrociência*, 11 (1): 05-11.

[23] Casierra, F., Constanza, M. y Cárdenas, J., F., (2007). Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. *Agronomía Colombiana* 25(2), 299-30.

[24] Stirk, W., A., Ördög, V., Van Staden, J. and Jäger, K.,(2002). Cytokinin- and auxin-like activity in Cyanophyta and microalgae. *Journal of Applied Phycology* 14: 215-221.

[25] Molnar, Z., y Ördög, V., (2005). "Microalgal and cyanobacterial extracts in the tissue culture of higher plants (pea, tobacco, beet). *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2), 39-40.

[26] Becker, E. W., (2007). "Micro-algae as a source of protein." *Biotechnology Advances*, 25, 207-210.

[27] Martínez, M. C., López, L., Hernández, M., López, C., Nieves, F. G. y Carvajal, M., (2008). "Agricultural practices for enhanced human health." *Phytochem Rev.*, 7, 251-260.

[28] Fierro, E., J., (2015). *Respuesta de Col China (Brassica rapa L. ssp. pequinensis (Lour.) Hanelt.) y Culantro (Coriandrum sativum L.) a la Aplicación al Suelo del Consorcio de Microalgas (Chlorella sp.) y (Scenedesmus sp.)*. Tesis de Grado Previa a la Obtención del Título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas Carrera de Ingeniería Agronómica, Quito, Ecuador.