



Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,
A.C.
México

Canales López, Benito

Enzimas-algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos

Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, 1999, pp. 271-276

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.

Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317312>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ENZIMAS-ALGAS: POSIBILIDADES DE SU USO PARA ESTIMULAR LA PRODUCCION AGRICOLA Y MEJORAR LOS SUELOS¹

Seaweed-Enzymes: Possibilities for Stimulating Crop Yield and Improving Soil Quality

Benito Canales López²

RESUMEN

Es mucha la literatura que trata sobre el uso de algas marinas y sus derivados en la agricultura y son muchos los países que siguen esta práctica, pues los resultados en los rendimientos y la calidad de las cosechas son muy satisfactorios, así como el mejoramiento de las condiciones del suelo por la incorporación de la materia orgánica. De los estudios hechos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y de las pruebas de campo llevadas a cabo con agricultores cooperantes, se reporta que se han alcanzado rendimientos extras de 1 a 3 t ha⁻¹ de maíz, trigo y arroz, los básicos más importantes, cuando se les ha aplicado de 1 a 3 L ha⁻¹ de ALGAENZIMS^{MR}, que es un extracto de algas marinas hecho en México. México cuenta con extensos litorales con plataforma marina donde proliferan las algas, aun no se ha cuantificado esta producción, pero al juzgar por las cantidades superindustriales que el mar arroja a las playas y que ahí se pudren es muy probable que, al utilizarlas, haya algas suficientes como materia prima para tratar los 12 millones de hectáreas de tierra que México tiene de riego y buen temporal. De organizarnos para llevar a cabo esta práctica es factible, desde el punto de vista agronómico, que al aplicar la técnica propuesta y con la misma superficie ya en cultivo, México deje de importar básicos al incrementar rendimientos a bajo costo y además mejorar o rehabilitar los suelos como subproducto.

Palabras clave: *Algaenzimas, fertilización foliar, nutrimentos.*

¹ Las ideas, opiniones y conceptos expuestos en este artículo son responsabilidad exclusiva del autor.

² Palau Bioquim, S.A. de C.V.

email: palaubio@mcsa.net

Recibido: Febrero de 2000.

Aceptado: Junio de 2000.

SUMMARY

The use in agronomy of seaweed along with seaweed byproducts has extensively been reviewed and many countries utilize this practice, because by using seaweed the quality and yield of crops are enhanced. In addition, they improve the condition of the soil by the incorporation of the organic matter. Researchers from Antonio Narro University, Mexico, along with cooperating farmers found that there is an increase of 1 to 3 t ha⁻¹ of corn, wheat, and rice, among other crops, by supplying from 1 to 3 L ha⁻¹ of Algaenzims^{MR}, which is an extract of seaweed made in Mexico. Mexico has extensive littorals where seaweed grows naturally. So far, nobody is doing research on seaweed neither on yearly seaweed biomass production. Considering that lots of seaweed are left over the beaches that rot later on, there is a high probability that these quantities of seaweed be sufficient to be used as raw material to apply to 12 million ha of irrigation and rain-fed areas. If this practice is adopted, Mexico may not import grains anymore by increasing yield at low costs.

Index words: *Algaenzims, foliar fertilizer, nutriment.*

INTRODUCCION

México cuenta con 6 millones de ha de riego y 6 millones de ha de tierras de buen temporal. También tiene extensos litorales donde proliferan las algas marinas. Por otro lado, México importa anualmente granos para la alimentación básica con valor de miles de millones de dólares, situación que hace prioritaria la necesidad de incrementar los rendimientos y la productividad en forma competitiva, así como mejorar las condiciones del suelo por la incorporación de la materia orgánica.

El objetivo del presente trabajo fue utilizar las algas marinas como biofertilizante con la finalidad de incrementar los rendimientos de los cultivos y bajar los costos de producción, así como favorecer la calidad del suelo.

Algas-Enzimas

Senn (1987) reporta que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente 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 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch y Van Staden, 1992).

Las algas marinas se aplican en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas (Blaine *et al.*, 1990; Crouch y Van Staden, 1992).

Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo (Figura 1) y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países del mundo y, a medida que esta práctica se extienda, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así la agricultura sustentable.

Las enzimas tienen la facultad de provocar y activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo (Small y Green, 1968). Sus reacciones son específicas: de un elemento, de un ion, de un compuesto o de una reacción; para esto, la forma geométrica del "punto activo" de la enzima debe coincidir perfectamente con la geometría del "punto de reacción" de los compuestos que están en el sustrato para que la liga (el enchufe) tome lugar, como la llave (sustrato) en una cerradura (enzima). Son dos los compuestos reactantes del sustrato que se acomodan así en el punto activo de la enzima; en el caso de las enzimas hidrolasas, uno de ellos es agua disociada H^+ , OH^- .

Hay compuestos tóxicos, cuya forma geométrica del "punto de reacción" se acomoda perfectamente al "punto activo" de la enzima inhibiéndola, de tal manera, que no pueda realizar la liga con el sustrato.

Estos compuestos se denominan inhibidores enzimáticos (Senn, 1987).

Algas Marinas como Fuente de Enzimas, Alternativa y/o Complemento

Al incinerar las algas, dejan un residuo de cenizas cinco o seis veces mayor que el que dejan las plantas; consecuentemente, tienen más metabolitos y, por lo tanto, más enzimas. Esta es la razón del porqué, al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se aporta un complejo enzimático extra diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas (y en el suelo) que sin ellos, no toman lugar.

Fox y Cameron (1961) y López *et al.* (1995) mencionan que, al aplicar foliarmente extractos de algas marinas, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor).

Además, las microalgas cianofitas que los extractos de algas conllevan, ya sea que se apliquen foliarmente o al suelo, fijan el nitrógeno del aire aún en las no leguminosas (Martínez y Salomon, 1995). Resultado: plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

Al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, sus enzimas provocan o activan en él reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas reversibles que las enzimas de los seres vivos que en él habitan e inclusive las raíces no son capaces de hacer en forma notoria de tal manera que, al reaccionar con las arcillas silíceas o las arcillas de hidróxidos más arena, actúan del compuesto que se encuentra en mayor cantidad en favor del que se encuentra en menor proporción y tiende a llevarlo al equilibrio; o sea, al suelo franco ajustando también el pH (Reyes, 1993). También hidroliza enzimáticamente los compuestos no solubles del suelo, desmineralizándolo, desintoxicándolo y desalinizándolo.

En los carbonatos libera el anhídrido carbónico formando poros, lo que sucede así mismo al coagular las arcillas silíceas, descompactándolo; todo, en forma paulatina, se logra así: el mejoramiento físico, químico y biológico del suelo, haciendo del mismo un medio propicio para que las plantas se desarrollen mejor (Blunden, 1973; Kluger, 1984; Reyes, 1993).

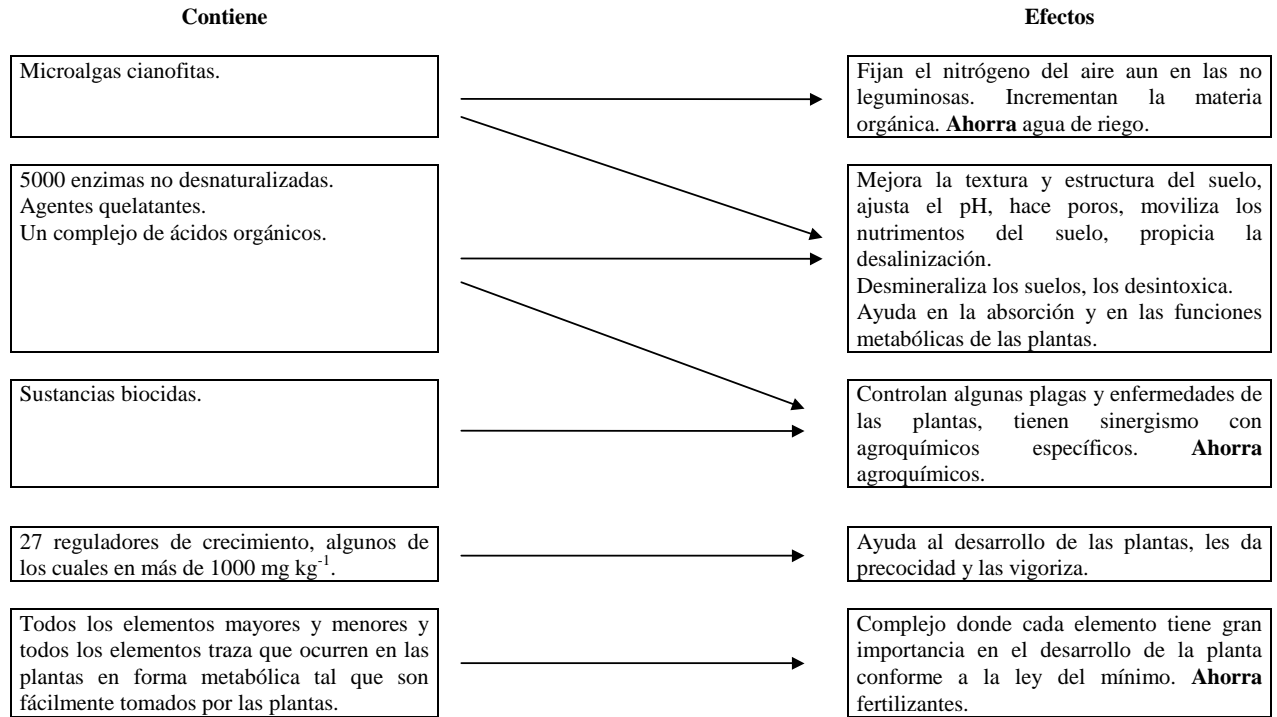


Figura 1. Efectos de los extractos de las algas marinas en las plantas y en el suelo.

Uso de Extractos de Algas Marinas en Campos Mexicanos

Después de 12 años de observaciones, estudios e investigaciones, experimentos y pruebas, en 1990 se logró con tecnología mexicana obtener y, de 1990 a 1998, llevar a nivel comercial el uso de un extracto de algas marinas mexicanas (macro y micro) denominado ALGAENZIMS^{MR}, cuya dosis de aplicación en cultivos básicos es de 1 L ha⁻¹ foliar y/o 1 L ha⁻¹ al suelo.

El resultado del diseño del proceso y características del producto: extracto de algas marinas (ALGAENZIMS^{MR}) se ha llevado a prueba y error, a paso y medida que se genera el conocimiento en el desarrollo del mismo proceso. He sido auxiliado por personal de los laboratorios de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) y del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), ambos en Saltillo, Coah. Con el resultado de los

análisis en cada caso se decide el siguiente paso del proceso. La búsqueda de mejoramiento de proceso y producto continúa.

Respecto a la búsqueda de las dosis y su efecto en los muestreos y calidad en las cosechas y cambios en el suelo, llevado a cabo con experimentos que son base para tesis profesionales en la UAAAN, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

La aplicación de extractos de algas se considera únicamente en cultivos de riego y buen temporal, dado que las principales reacciones enzimáticas que se dan son de hidrólisis que, sin agua, no tienen lugar o, con escasez de la misma, su actividad es menor. La aplicación de extractos de algas marinas a los cultivos son al suelo, foliar y suelo más foliar. El último es el que más rendimiento extra proporciona (Cuadro 1).

Hasta ahora, el costo de la aplicación de extractos de algas es, además del costo que da la práctica, usual,

Cuadro 1. Resultados de incremento en la producción por la incorporación de algaenzimas.[†]

Cultivo	Dosis ha ⁻¹ Algaenzims ^{MR}	Producción ha ⁻¹	Incremento ha ⁻¹	Costo t ⁻¹	
Experimentos para tesis profesionales					
Trigo var. AN Tongo	1 L ha ⁻¹ Suelo 0.5 L ha ⁻¹ Foliar	4.1 a 5.9	1.8 = 44 %	\$166.66	(1)
Chile serrano	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	10 a 15	5 = 50 %	\$120.00	(2)
Cilantro	2 L ha ⁻¹ S 2 L ha ⁻¹ F	26 a 32.3	6.3 = 24 %	\$126.98	(3)
Tomate de cáscara cv. Imperial	2 L ha ⁻¹ S 1.2 L ha ⁻¹ F	16.2 a 28.9	12.7 = 78 %	\$ 50.40	(4)
Papa var. Alfa	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	50.9 a 62.9	12 = 23 %	\$ 50.00	(5)
Prueba de campo con agricultores cooperantes					
Trigo var. Aconchi	1 L ha ⁻¹ S	4.0 a 7.2	3.2 = 80	\$ 62.50	(6)
Maíz Pioneer	1 L ha ⁻¹ F	6.0 a 10.4	4.4 = 73 %	\$ 45.45	(7)
Maíz Dekalb	1 L ha ⁻¹ F	5.6 a 9.7	4.1 = 73 %	\$ 48.78	(8)
Maíz de temporal Criollo Catalán	1 L ha ⁻¹ F	1.5 a 3.5	2 = 133 %	\$100.00	(9)
Arroz	1 L ha ⁻¹ F	3 a 6	3 = 50 %	\$ 66.67	(9)
Algodón var. Delta Pine 5415	1 L ha ⁻¹ F	2 a 3.4	1.4 = 66 %	\$142.86	(8)
Tomate var. Rome	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	55 a 80	25 = 45 %	\$ 20.00	(10)
Papa var. Premier	2 L ha ⁻¹ S 1 L ha ⁻¹ F	48 a 53	5 = 13 %	\$ 80.00	(11)
Caña de azúcar	2 L ha ⁻¹ S	69 a 114	45 = 66 %	\$ 13.33	(12)
Nco-310 (Trisoca)	1 L ha ⁻¹ F				

[†] por tonelada extra y únicamente por concepto de ALGAENZIMS^{MR}, a \$200.00 L⁻¹ (1998).

(1) Herrera, 1995. [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)]. (2) Soriano, 1993, UAAAN. (3) Tinajero, 1993, UAAAN. (4) Flores, 1997, UAAAN. (5) Talamás, 1998, UAAAN. (6) Ing. Francisco Javier Hernández 1994, Navojoa, Son., tel (142)21506. (7) M. Martínez G., 1997, Ejido Benito Juárez, Concordia, Chis. Bufete: Servicios Agropecuarios Frailesicanos, S.A. de C.V., Villa Flores, Chis., tel (965) 20239. (8) Ing. Roberto Morales, 1997, Culiacán, Sin., tel (67) 146321. (9) Unión de Ejidos «Alfredo V. Bonfil», 1996, Villa Isla, Ver., tel (462) 41296. (10) M. Aguilera C., 1995, Navojoa, Son., tel 142 23139. (11) Ing. A. López Recio, 1995, Saltillo, Coah., tel (84) 163273. (12) Sres. Saenz Couret. Ing. Carlos Míquez. 1997. Depto. Técnico del Ingenio «Aarón Saenz», Xicotencatl, Tamps., tel (123) 50222.

aun cuando es factible obtener buenos rendimientos disminuyendo el uso de fertilizantes y agroquímicos (Cuadro 2).

Experimentos Hechos Alrededor del Mundo con Extractos de Algas en la Agricultura

Cacahuete. El volumen de la semilla se incrementó 65 %. También el contenido de proteínas (Featonby Smith y Van Staden, 1987).

Camotes. El rendimiento se incrementó en 100 %, (Senn y Kingman, 1978).

Coliflor. El diámetro de la flor se incrementó significativamente (Abetz y Young, 1983).

Crisantemo. Se redujo considerablemente la población de araña roja y de áfidos (Stephenson, 1966).

Chile pimienta. El enrojecimiento se tardó 59 días en lugar de 26, fue significativo (Blunden *et al.*, 1978).

Chile pimienta. Se incrementó la absorción de B, Cu, Fe, Mn y Zn (Lynn, 1972).

Fresa. La cosecha se incrementó significativamente (Stephenson, 1966).

Lima. Se retardó significativamente la desaparición del color verde (Blunden *et al.*, 1978).

Maíz y frijol. Obtuvieron incrementos de 1.5 % y 7.7 %, respectivamente; testigo 100 % fertilizante (5-10-10 lbs acre⁻¹), tratado 50 % (2.5 a 5-5 lbs acre⁻¹) de fertilizante más aplicación foliar de tres galones de extracto de algas por acre (9.5 L ha⁻¹). Lo interesante es que con 50 % del fertilizante más extracto de algas, es factible obtener la misma o más producción que con 100 % de fertilizante (Senn y Kingman, 1978).

Cuadro 2. Costo de producción con aplicación de ALGAENZIMS^{MR}

Costo por t extra	Maíz Trigo Sorgo Arroz	Soya Frijol Cártamo
Concepto	2 t ha ⁻¹	1 t ha ⁻¹
Algaenzims 1L ha ⁻¹	\$100.00	\$200.00
Su aplicación	50.00	50.00
Cosecha, maniobras y transporte	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>
Total	\$250.00	\$350.00

Manzano. Reducción significativa en la población de la araña roja (De Villiers *et al.*, 1983).

Melón. Se incrementó el contenido de azúcar en 2 a 3 %. Se incrementó la absorción de Mg, N y Ca, (Aitken y Senn, 1965).

Nabo. El mildew polvoso se redujo 70 % (Stephenson, 1966).

Pepino cv. pepinova. El rendimiento se incrementó más que 40 %. La vida de anaquel se incrementó de 14 a 21 días. Se redujo la población de araña roja (Povolny, 1969).

Soya. Se incrementó significativamente el contenido de proteínas (Senn y Kingman, 1978).

Tomate. Se incrementó la resistencia a las heladas, (Senn y Kingman, 1978).

Tomate. Se incrementó el contenido de N, P, K, Mg y Fe (Booth, 1966; Blunden y Wildgoose, 1977).

Zanahoria. El rendimiento se incrementó casi 100 % (Stephenson, 1968).

Blunden (1973), en relación con diferentes cultivos cita lo siguiente:

Chile pimiento. El experimento se llevó a cabo en La Florida, USA. Se hizo una aplicación de extracto de algas cuando la primera floración. El incremento en la cosecha fue de 26.6 %. Los chiles del área tratada tuvieron más vida de anaquel que los del testigo.

Papa. El experimento se llevó a cabo en La Florida, USA. Cuando las plantas estaban en floración se les aplicó extracto de algas, foliarmente. El incremento en cosecha fue de 36 % y la calidad del fruto mejoró notablemente.

Plátano. El experimento se llevó a cabo en Jamaica. La primera aplicación de extracto de algas se hizo cuando las plantas tenían seis meses de edad; la segunda, seis meses después. El incremento en la cosecha fue de 22 % y fructificó más temprano.

Maíz. Para elote (sweet corn): El experimento se llevó a cabo en La Florida, USA. A los 45 días de sembrado (7.5 a 13 cm de altura de las plantas), se aplicó foliarmente y algo cayó al suelo, la segunda aplicación se hizo 20 días después. El incremento de cosecha fue de 56 %; las plantas tratadas, a la primera aplicación, incrementaron la altura 25 %, las hojas más anchas y más verdes.

Naranja. De 16 a 25 años de edad. El experimento se llevó a cabo en La Florida, USA. La aplicación de extracto de algas se hizo por el sistema de riego por aspersión por arriba de las plantas en marzo a abril de 1966, 1967, 1968, 1969, 1970 y 1971 y los incrementos fueron en porcentaje de 4.9, 5.5, 8.5, 5.9, 12.9, 12.1 y 12.4, respectivamente. Las naranjas de las plantas tratadas tuvieron mejor vida de anaquel que las del testigo.

Tomate. El experimento se llevó a cabo en La Florida, USA. Se estableció en camas cubiertas con plástico negro. El extracto algas se aplicó al suelo en la cama y dos veces foliar. La producción se incrementó 20 %.

LITERATURA CITADA

- Abetz, P., y C.L. Young. 1983. The effect of seaweed extract sprays derived from *Ascophyllum nodosum* on lettuce and cauliflower crops. Bot. Mar. 26: 487-492.
- Aitken, J.B. y T.L. Senn. 1965. Seaweed products as a fertilizer and soil conditioner for horticultural crops. Bot. Mar. 8: 144-148.
- Blaine, M., W.J. Zimmerman, I. Crouch y J. van Staden. 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. pp. 267-307. In: Akatuska I. Introduction to applied phycology. SPB Academic Publishing BV, The Hague, The Netherlands.
- Blunden, G. 1973. Effects of liquid seaweed extracts as fertilizers. Proc. Seventh International Seaweed Symposium. In ref. 3. School of Pharmacy, Polytechnic, Park Road, Portsmouth, Hants, England.
- Blunden, G., y P.B. Wildgoose. 1977. The effects of aqueous seaweed extract and kinetic on potato yields. J. Sci. Food Agric. 28: 121-125.
- Blunden, G., E.M. Jones y H.C. Passan. 1978. Effects of post-harvest treatment of fruit and vegetables with cytokinin-active seaweed extracts and kinetin solutions. Bot. Mar. 21: 237-240.
- Booth, E. 1966. Some properties of seaweed. Symp. 4: 349-357.
- Crouch, L. y J. van Staden. 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.
- De Villiers, J., W.A.G. Kotze y M. Joubert. 1983. Effect of seaweed foliar sprays on fruit quality and mineral nutrition. The Deciduous Fruit Grower 33: 97-101.

- Featonby-Smith, B.C. y J. van Staden. 1987. Effect of seaweed concentrate on yield and seed quality of *Arachis hypogea*. S. Afr. J. Bot. 53: 190-193.
- Flores, F.G. 1997. Evaluación de extractos de algas marinas en el cultivo del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) cv. Imperial. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.
- Fox, B.A. y A.G. Cameron. 1961. Food science, nutrition and health. Sixth Edition. Ed. Edward Arnold, a division of Hodder Headline PLC, London NW1 3BH.
- Herrera, A.J.A. 1995. Efecto de ALGAENZIMS^{MR} en el desarrollo de trigo (*Triticum aestivum*), var. AN-Tongo 91, en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.
- Kluger, R. 1984. The mechanistic bases of enzyme catalyst. Enzyme chemistry. Ed. Coling J. Sucking, Chapman and Hall, London, New York.
- López, D.A., R.M. Williams, K. Miehke y J. Mazana. 1995. Enzimas, fuente de vida. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF), 1+822 Monticelo Place, Evanston, Illinois, USA. Ed. en español, Edika Med., S.L., Barcelona, España.
- Lynn, L.B. 1972. The chelating properties of seaweed extracts *Ascophyllum nodosum* vs. *Macrocystis pyrifera* on the mineral nutrition of sweet peppers *Capsicum annum*. MSc. Thesis, Clemson University, Clemson, South Carolina, USA.
- Martínez, L.J. y J. Salomon. 1995. Efecto de un extracto de algas y varios fitoreguladores sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Gigant. Tesis doctoral. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Porter, M. 1965. Enzymes. Agricultural Research Service, USDA, Fort Collins, Colorado. pp. 1536-1539.
- Povolny, M. 1969. Investigations on the effectiveness of seaweed extract on yield and quality of pickling cucumbers. Hort. Abstr. 64: 857.
- Reyes R., D.M. 1993. Efecto de algas marinas y ácidos húmicos en un suelo arcilloso y otro arenoso. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.
- Senn, T.L. 1987. Seaweed and plant growth. Traducido al Español por Benito Canales López. Crecimiento de alga y planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA.
- Senn, T.L. y A.R. Kingman. 1978. Seaweed research in crop production. Econ. Dev. Adm., US Dep. Commer., Washington.
- Small, W.L. y E.R. Green. 1968. Biología. Editado en español por Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., México, vigésima segunda edición.
- Soriano, G.F. 1993. Efecto de la aplicación de algas marinas en cultivo de chile (*Capsicum annum*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México.
- Stephenson, W.A. 1968. Seaweed in agriculture and horticulture. Faber and Faber, London.
- Stephenson, W.M. 1966. The effect of hydrolyzed seaweed on certain plant pest and diseases. Proc. Int. Seaweed Symp. 5: 405-415.
- Talamás, H.E. 1998. Efecto de los extracto de algas marinas en la calidad y rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.
- Tinajero, R.F. 1993. Aplicación de algas marinas y estiércol bovino en suelo arcilloso, en cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.