

Efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L. var. gigant*)

Salomón Martínez Lozano, Julia Verde Star, R.K. Maiti, Azucena Oranday C., Homero Gaona R, Enrique Aranda H., Manuel Rojas G.

Universidad Autónoma de Nuevo León e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, México

RESUMEN. Cuatro reguladores comerciales (Biofol, Biozyme, Cytokin y Activol) y un extracto de algas (AlgaEnzims) se aplicaron en las dosis recomendadas, sobre un cultivo de papa (*S. tuberosum L. var. gigant*) con el objeto de evaluar su efecto sobre el valor nutricional (materia seca, humedad, ceniza, grasa, proteína, carbohidratos y fibra dietética). Dichos parámetros fueron analizados de acuerdo al Official Methods of Analysis (AOAC). El diseño experimental consistió en bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones de 32 parcelas. El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre los tratamientos para todas las variables bromatológicas. El mayor contenido de ceniza (6.20) se presentó con el tratamiento AlgaEnzims-suelo. Los tratamientos AlgaEnzims-suelo (9.30), AlgaEnzims-follaje (8.90) y Cytokin (8.70) dieron valores más altos de proteína comparados con el testigo (6.20). El contenido de carbohidratos fue más alto con Biofol (88.21). La fibra dietética fue más alta en el tratamiento AlgaEnzims-suelo-follaje (5.84) y más baja en Biofol (1.67). Con Biozyme y Cytokin se obtuvieron los mayores contenidos de grasa en tubérculos. Con Activol se obtuvo el mejor peso de tubérculos y con AlgaEnzims-suelo el contenido de proteínas más alto.

Palabras clave: Alga, papa, nutrición.

SUMMARY. Effect of an algae extract and several plant growth regulators on the nutritional value of potato tubers (*Solanum tuberosum L. var. gigant*). Four commercial plant-growth (Biofol, Biozyme, Cytokin and Activol) and an extract from algae (AlgaEnzims) were applied at commercial doses in potatoes (*S. tuberosum L. var. gigant*) with an objective to evaluate its effect on nutritional value (dry-matter, water content, ashes, fat, protein, carbohydrates and assimilable fiber). These parameters were analyzed according to the Official Methods of Analysis (AOAC). The experimental design was in Random Blocks with 8 treatments and 4 replications with 32 lots in total. The statistical analysis was after Random Blocks for all bromatological analyses. The treatment algae in soil gave the highest ash content (6.20). Algae in soil (9.30), algae on foliage (8.90) and Cytokin (8.70) gave the highest values in protein as compared with test (6.20). Carbohydrate content was highest in Biofol (88.21), assimilable fiber was higher in algae in soil and on foliage (5.84) and lowest with Biofol (1.67). Highest fat content in the tuber was obtained with Biozyme and Cytokin and highest protein content with AlgaEnzims. With Activol the highest tuber production is obtained.

Key words: Algae, potato, nutrition.

INTRODUCCION

En la agricultura las algas se utilizan como biofertilizantes, acondicionadores de suelo, fuente de bioreguladores y otros factores de crecimiento que han sido aislados principalmente de los géneros. *Fucus*, *Laminaria*, *Ascophyllum*, *Ankistrodesmus*, *Himantalia*, *Sargassum*, *Eklonia*, *Durvilles* y otras, aislándose compuestos hormonales como citocininas y giberelinas (2-4,8,9,15).

El uso de algas generalmente esta restringida a las áreas costeras debido a altos costos que involucran su colecta, secado y transportación. Aunque ya existen algunos productos comerciales como el Maxicrop muy utilizado en Europa y en nuestro país el Biozyme y AlgaEnzims, elaborado este último exclusivamente a base de algas marinas (6,7,13).

El tratamiento de los cultivos con productos de algas va en aumento para lo cual se han preparado muchos productos que

se pueden presentar en las siguientes formas: harinas, extractos y concentrados (14).

Este trabajo se realizó principalmente con el objeto de conocer el efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre la producción y el valor nutricional de la papa.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el Rancho "El Padrino" al Norte de la Cd. de Saltillo Coahuila en el noreste de México, en el área de Derramadero, iniciando el cultivo el 17 de Abril y cosechando el 30 de Agosto de 1994.

Tratamiento general del experimento

Se aplicó un fertilizante que contiene 15% de nitrógeno, 39% de fósforo y 15% de potasio, así como tecto 60, cobre,

maneb (carbonato de manganeso), fungicidas de contacto y los insecticidas Pounce (permetrina) y Metanidofos (organofosforado).

Se aplicó además un riego de bezana y un riego de auxilio por semana.

Se realizó bajo un diseño experimental de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, delimitándose en la plantación comercial 32 parcelas. Las unidades experimentales constaron de cuatro surcos de un metro de ancho y 10 metros de largo. Al cosechar se eliminaron los dos surcos laterales y para llevar a cabo las evaluaciones se tomaron muestras homogéneas de 14 plantas de cada tratamiento llevándose al laboratorio donde se limpiaron y midieron obteniendo así la muestra analítica de las papas incluyendo la cubierta o cáscara. La humedad se determinó por triplicado. El resto de la muestra fue deshidratada en una estufa de vacío a 70°C, se homogenizó y analizó en base seca según los métodos de la AOAC (10-12), para la determinación de fibra dietética total se utilizaron los reactivos de Sigma Chemical Co.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA).

Los tratamientos que se aplicaron a las parcelas de papa *Solanum tuberosum* var. *gigant* se resumen en la Tabla 1.

TABLA 1
Tratamientos a los que se sujetaron parcelas de papa
(*Solanum tuberosum* L. var. *gigant*)

Producto	Aplicación a la semilla	Aplicación al follaje
AlgaEnzims (suelo)	5 ppm	
Activol	5 ppm	
Biofol	No	500 ml/ha. Al inicio de tuberización, segunda aplicación después de 1 mes.
Biozyme	No	500 ml/ha. Al inicio de tuberización, segunda aplicación después de 1 mes.
Cytokin	No	1 Lt/ha.
AlgaEnzims (suelo follaje)	2 Lts/ha.	
AlgaEnzims (follaje)	2 Lts/ha.	
Testigo	Sin aplicación	

Nota: Las dosis utilizadas son las recomendadas comercialmente para el cultivo de papa, dándose en base al producto comercial por ser complejo el ingrediente activo.

RESULTADO

Evaluación de la calidad

Los resultados de valor nutricional y productividad se concentran en la Tabla 2.

TABLA 2
Calidad nutricional de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. var. *gigant*) procedentes de plantas sujetas a diversos tratamientos de fitoregulación

Tratamiento	Peso tubérculos grs	Materia seca %	Humedad %	Ceniza* %	Grasa* %	Fibra dietética* %	Proteína* %	Carbohidratos disponibles* %
Testigo	603.25	16.20	83.80	5.60	0.24	5.33	6.20	82.63
AlgaEnzims-suelo	581.43	15.44	84.56	6.20	0.18	2.93	9.30	81.39
AlgaEnzims-follaje	397.00	18.30	81.70	5.30	0.12	3.37	8.90	82.31
AlgaEnzims-suelo-follaje	533.18	20.48	79.52	4.60	0.15	5.84	6.50	82.91
Biozyme	594.62	22.30	77.70	4.70	0.25	4.28	4.93	85.84
Biofol	572.37	23.72	76.28	4.50	0.24	1.67	5.38	88.21
Activol	603.81	24.80	75.20	4.10	0.08	2.41	7.20	86.21
Cytokin	535.89	18.94	81.60	5.54	0.25	3.91	8.70	81.60

* Resultados en base seca

Materia seca

El valor más alto 24.80% se observa en el cultivo al ser tratado con Activol, seguido por el tratamiento con Biofol (23.72%) y el tratamiento con AlgaEnzims al suelo (15.44%) el más bajo (Figura 1).

Humedad

El valor más alto se observa al aplicar AlgaEnzims al suelo con 84.56%, seguido del testigo con 83.80% y el valor más bajo con Activol 75.20 (Figura 1).

Ceniza

El mayor contenido de ceniza se presenta al aplicar AlgaEnzims al suelo con 6.20% seguido del testigo con

5.60% y observándose el valor más bajo con Activol 4.10% (Figura 5).

Grasa

El resultado más alto se observa en los tratamientos con Biozyme y Cytokin con 0.25% seguidos por el testigo y el tratamiento con Biofol con 0.24%, observándose el valor más bajo en el tratamiento con Activol con 0.08% (Figura 2).

Proteína

El contenido más alto se observó en el tratamiento AlgaEnzims al suelo con 9.3%, seguido por el tratamiento AlgaEnzims al follaje con 8.90% y el tratamiento con Cytokin dio un valor de 8.70% y el valor más bajo se detectó con el

FIGURAS

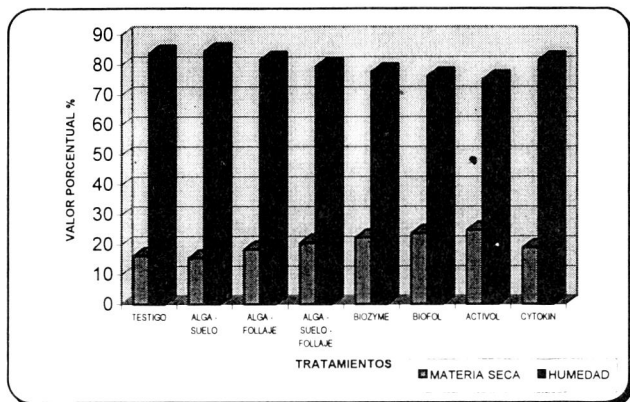


Fig. 1. CONTENIDO DE HUMEDAD Y MATERIA SECA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

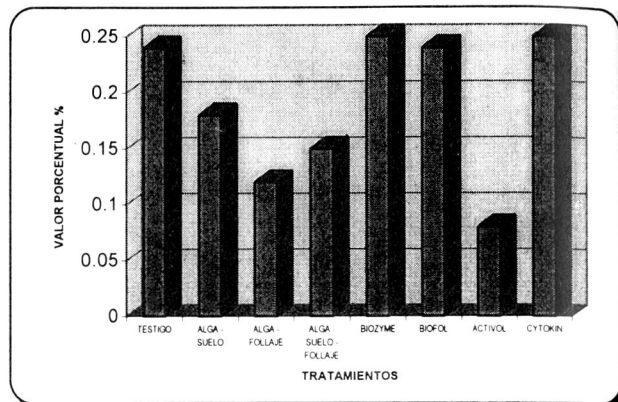


Fig. 2. CONTENIDO DE GRASA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

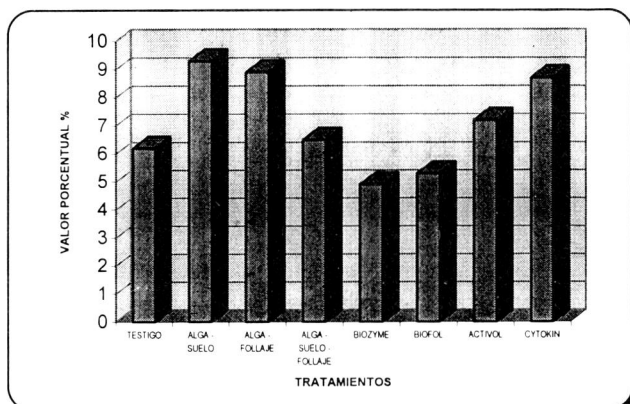


Fig. 3. CONTENIDO DE PROTEINA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

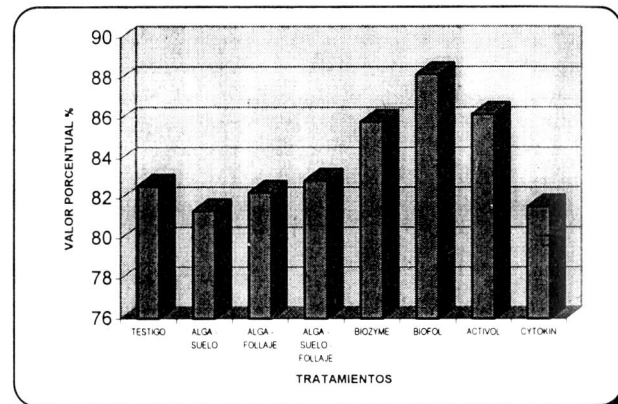


Fig. 4. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS DISPONIBLES EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

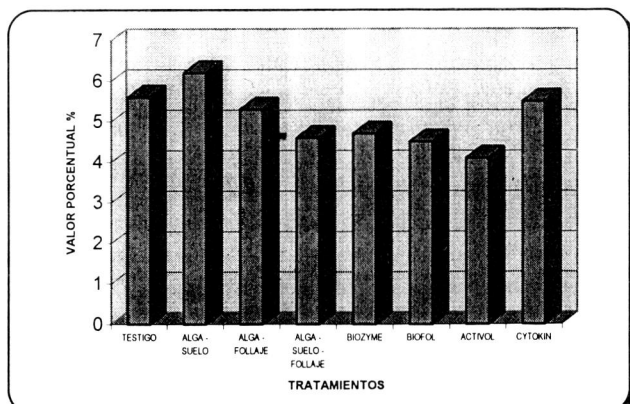


Fig. 5. CONTENIDO DE CENIZA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

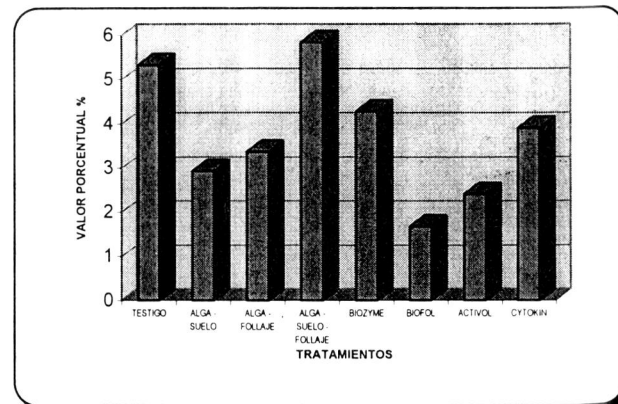


Fig. 6. CONTENIDO DE FIBRA DIETETICA EN TUBERCULOS DE PAPA EN RESPUESTA A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

tratamiento con Biozyme con 4.39% (Figura 3).

Carbohidratos

El resultado más alto se observó en el tratamiento con Biofol con 88.21%, seguido por el tratamiento con Activol con 86.21% y el valor más bajo lo presentó el tratamiento AlgaEnzims-suelo con 81.38% (Figura 4).

Fibra dietética

El tratamiento que mayores resultados presentó fue AlgaEnzims al suelo y follaje con 5.84%, seguido por el testigo con 5.33% y el resultado más bajo se observó en el tratamiento con Biofol con 1.67% (Figura 6).

Rendimiento por planta (g)

La mayor productividad se presentó en el tratamiento con Activol, seguido del testigo y con el valor más bajo se encontró el tratamiento AlgaEnzims aplicado al follaje (Tabla 2).

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de las determinaciones bromatológicas de los tubérculos de papa presentan diferencias significativas $p < 0.05$ en todas las determinaciones.

DISCUSION

Considerando que la papa es una gran fuente de alimento, es importante desarrollar tecnología para aumentar la productividad y calidad así como controlar los factores bióticos que reducen su rendimiento. Entre los factores bióticos podemos citar a *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, estos factores se controlan a través de diversos productos que se pueden aplicar y con el uso de variedades resistentes (6).

AlgaEnzims: El producto fue aplicado entre modalidades al suelo, al follaje por separado y suelo-follaje. Respecto a las características productivas los resultados observados fueron algo deficientes comparados con el resto de los tratamientos en cambio dieron la mejor calidad nutricional al encontrar la mayor cantidad de proteína en los tubérculos obtenidos de las plantas tratadas con el producto al suelo-follaje (1), lo que corrobora lo expuesto en la bibliografía del producto AlgaEnzims, el cual fija nitrógeno del aire aún en las plantas no leguminosas y coincide con lo expuesto por Jennis y Broughton (5) de que las plantas tratadas con citocininas tienden a aumentar el contenido de proteínas lo que sugirió que el producto contiene citocininas (2,16).

Según Blunden (3) los extractos de algas aplicados a los cultivos de betabel incrementan el contenido de azúcares, concordando nuestros resultados en papa.

En general los tratamientos mostraron valores bajos en fibra cruda no ocurriendo lo mismo con la fibra dietética en la cual el producto de AlgaEnzims dio resultados por arriba del testigo.

Biozyme: Respecto a la calidad nutricional los tubérculos obtenidos con Biozyme dieron uno de los mayores contenido de grasa, el contenido de materia seca y carbohidratos quedaron arriba del testigo y el resto de los parámetros nutricionales quedaron abajo del testigo incluyendo el peso del tubérculo

por planta.

Biofol: De las características nutricionales se observó la mayor cantidad de carbohidratos, lo que sugiere que este producto aumenta la producción de clorofila.

Activol: Con este producto se obtuvieron contenido de carbohidratos aceptables y el mejor rendimiento en peso del tubérculo por planta, es decir, aumenta la productividad del cultivo.

Cytokin: De la calidad nutricional los tubérculos de las plantas tratadas con este producto presentan un gran contenido de grasa y un porcentaje de proteínas bastante alto lo mismo de carbohidratos (17).

La proteína es más alta. Esto indica que los productos estimulan el metabolismo de proteínas y carbohidratos, en cambio Biofol produce plantas con un alto contenido de carbohidratos pero el contenido de proteínas es bajo (1).

Los tratamientos con Biozyme y Cytokin producen tubérculos con el más alto contenido de grasa indicando que estos productos influyen en el metabolismo de lípidos.

CONCLUSION

Del presente trabajo se concluye que es promisorio seguir realizando investigaciones agrícolas respecto al uso de las algas marinas en la agricultura, aplicar otras dosis, otros cultivos a fin de incrementar el contenido nutricional de los productos del campo, principalmente el contenido de proteínas como ocurrió en nuestro caso.

REFERENCIAS

1. Bentley-Mowat JA & Reid SM. Investigation of the radish leaf bioassay for kinetins and demonstration of kinin-like substances in algae. *Ann Bot*, 1968;31:23-32.
2. Blunden G & Wildgoose P. The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yield. *J Sci Fd Agric*, 1977;28:121-125.
3. Blunden G. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. In *Seaweed resources in Europe*. Michael D. Guiry and Gerald Blunden. Ed. John Wiley & Sons England, 1991;65-81.
4. Crouch IJ, Blackett RP & Van Staden J. Effect of seaweed concentrate on the growth and mineral nutrition of nutrient stressed lettuce. *J Appl Phycol*, 1990;2:269-272.
5. Jennings RC, Broughton WJ, Mc Comb AJ. Effect of the kinetin on the ficoidin and chlorophyll content of a red alga. *Phytochemistry*, 1972;11:1937-1943.
6. Juscaffesa B. Patata, su cultivo. Barcelona, España. Editorial Aedos. 1982;5-13.
7. Luanratana O & Griffin WJ. The effect of the seaweed extract on the alkaloid variation in a commercial plantation of the *Dubosia hybrid*. *J Natural Products*, 1982;45:270-271.
8. Metting BW, Rayburn & Reynaud. Algae and agriculture. In: *Algae and human affairs*. Carolle Lenbi and JR Waaland. Ed. Cambridge University Press, U.K. 1990;p.355-370.

9. Mowat JA. Giberelline-like substance in algae. *nature* 1963;200:453-455.
10. Official Methods of Analysis, 15 th De., AOAC, Arlington, VA, Vol. II Sec. 1990;985-29,1105.
11. Official Methods of Analysis, 15 th De., AOAC, Arlington, VA, Vol. II Sec. 1990;960-52,342.
12. Official Methods of Analysis, 15 th De., AOAC, Arlington, VA, Vol. II Sec. 1990;930.09,930.10,978.04.
13. Palau-Bioquim. AlgaEnzims, Palau-Bioquim, S.A. de C.V. Saltillo, Coahuila, México. 1995.
14. Rojas Garcidueñas M & Ramirez H. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Primera edición. Editorial Limisa, S.A. de C.V. México, D.F. 1987;p.235.
15. Sanderson KJ & Jameson PE. The citokinis in liquid seaweed extract. Could they be the active ingredients. In Fifth International Symposium on growth regulators in fruit production I. LC Luckwill. *Hortic Act.* 1986;179:113-116.
16. Saibles TS. Studies on potato proteins. *American Potato Journal* 1979;56(9):415.
17. Stephen AB, Macleod J, Paini LM & Lethman DS. Detection of citokinins a seaweed extract. *Phytochemistry.* 1985;24:2611-2614.

Recibido: 3-10-1996

Aceptado:23-10-1998