
INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO PRODUCIDA POR EL "PIRU" (*Schinus molle* L.)

ANA LUISA ANAYA y ARTURO
GOMEZ-POMPA
Depto. de Botánica, Instituto de
Biología U.N.A.M.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha discutido mucho sobre la existencia de mecanismos químicos de eliminación competitiva en las plantas superiores, semejantes a los existentes entre los microorganismos. Todas las plantas producen gran cantidad de sustancias de naturaleza química diversa que pueden almacenarse o excretarse a través de las raíces o las hojas. Las sustancias excretadas al medio ambiente pueden afectar o no a otros organismos y si lo hacen pueden ser benéficas o perjudiciales. En el caso de ser tóxicas constituyen un medio muy eficaz de suprimir a los competidores potenciales y si no lo son, de cualquier manera están alterando el medio ambiente. Así pues el grado de interacción química en las plantas superiores abarca una amplia escala de efectos, desde los negativos hasta los positivos.

La antibiosis producida por las fitotoxinas elaboradas por las plantas superiores se llama alelopatía y los antibióticos, alelopáticos. La alelopatía como fenómeno ecológico ha sido muy discutida e incluso rebatida (1, 4 y 11). En ciertos casos se trata de un hecho fácilmente comprobable tanto en el laboratorio como en el medio ambiente natural (10, 12, 13, 15, 16, 17 y 18); sin embargo en muchas ocasiones las dificultades para comprobarla son muy grandes. El tipo de comunidad, el clima y el tipo de suelo (principalmente la microflora de éste) son factores que determinan que la alelopatía se manifiesta claramente o que se enmascara hasta el grado de que después de una observación superficial puede asegurarse que no existe.

La diversidad química de los exudados de las plantas es muy grande y a medida que una comunidad se vuelve más compleja, el cambio provocado por estos compuestos en el medio ambiente es cada vez mayor. Si añadimos a estos cambios químicos todas las transformaciones que por efecto directo o indirecto de la vegetación se efectúan dentro de una comunidad, entonces es posible comprender lo difícil que resulta poner en evidencia la alelopatía sin restarle importancia a los otros fenómenos de interrelación biológica y ambiental.

Como cualquier otro tipo de interacción biológica, la alelopatía sufre cambios a través del tiempo. Es posible que los organismos vegetales que han compartido una historia evolutiva larga, no se afecten uno al otro al grado de llegar a eliminarse sino que se han adaptado en tal forma que pueden coexistir normalmente. En cambio aquellos que se han asociado recientemente, si pueden verse involucrados en una relación seriamente perjudicial. Un buen ejemplo de esto lo constituyen los eucaliptos; en las selvas australianas, los eucaliptos conviven con una rica vegetación acompañante prueba de una larga adaptación de muchas especies a la convivencia con los eucaliptos, en cambio en Norteamérica esta adaptación no existe y los bosques de eucalipto tienen escasa vegetación asociada (15 y 16).

Los alelopáticos más comunes son los terpenos y los fenoles. Ambos tienen un efecto nocivo muy marcado sobre el metabolismo celular, especialmente sobre la respiración y la mitosis (19). Estas sustancias son excretadas al medio a través de los distintos órganos del vegetal y al llegar al suelo pueden afectar el crecimiento de otros organismos.

El origen de estas sustancias ha sido muy discutido, pero en general existen dos posibilidades:

1. Que sean producto del metabolismo normal del vegetal y al ser excretadas al medio ambiente impiden la autointoxicación, si es así, la ventaja que le den a la planta durante la competencia es secundaria.
2. Que sean el resultado de un mecanismo evolutivo que le permitió a la planta sobrevivir en la lucha con sus competidores, si es así, su elaboración es de primordial importancia para el vegetal.

Dentro de la diversidad de los caminos evolutivos, ambas posibilidades pueden ser válidas cualquiera que sea su origen, los alelopáticos y su efecto han sido ampliamente comprobados en la naturaleza, aunque queda mucho

por investigar sobre su importancia ecológica y evolutiva.

Todas las plantas que producen compuestos terpénicos y fenólicos posiblemente ejercen algún efecto nocivo sobre otros organismos. Sin embargo antes de llegar a esta conclusión es muy importante eliminar cualquiera otra posibilidad.

La especie *Schinus molle* L. de la familia de las Anacardiaceae, conocida vulgarmente como "pirú", es un árbol que se encuentra ampliamente distribuido en la altiplanicie mexicana, que invade con facilidad cualquier tipo de terreno, que se asocia generalmente con pocas especies de plantas y que produce gran cantidad del terpeno felandreno y del alcohol terpenoide carvacol (14), los cuales son acumulados y eliminados a través de hojas y frutos. Por todas estas razones decidimos iniciar un estudio preliminar sobre la probable acción alelopática del "pirú".

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de comprobar el efecto nocivo de las sustancias producidas por el pirú y de localizar la parte de la planta a través de la cual se excretan al medio ambiente, se probaron por separado las hojas, los frutos verdes, los frutos maduros y las raíces; como material de experimentación se eligieron semillas seleccionadas de la Productora Nacional de Semillas, de pepino y trigo debido a su rápida germinación y crecimiento.

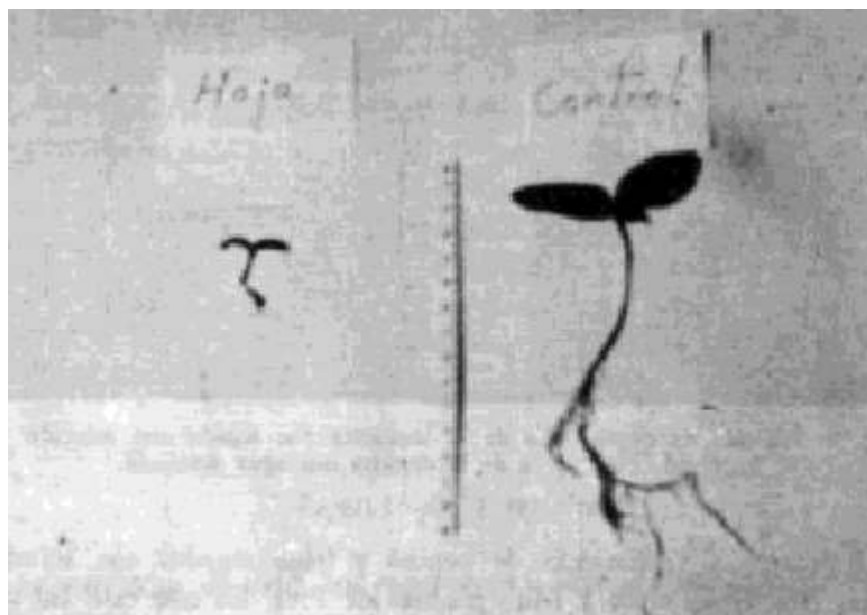


Fig. 1. Plántula de pepino. La de la izquierda fue regada con solución de hojas de "piru" y la de la derecha con agua destilada.

Se realizaron los siguientes tipos de experimentos:

1. Germinación de semillas de pepino y trigo en presencia de sustancias volátiles producidas por hojas y frutos verdes de pirú. Las semillas se colocaron para la prueba, dentro de cristalizadores sobre papel filtro y trozos de hule espuma embebidos en agua destilada. Las hojas o frutos se machacaron para facilitar la liberación de las sustancias y se colocaron dentro de un recipiente abierto en medio de las semillas pero sin estar en contacto directo con ellas. Los cristalizadores se taparon con un vidrio, sellado con vaselina blanca. Este experimento se realizó para comprobar la acción de las sustancias volátiles sobre la germinación de las semillas. Las pruebas tuvieron una duración de 48 horas y se realizaron dentro de una germinadora a una temperatura de 28°C.

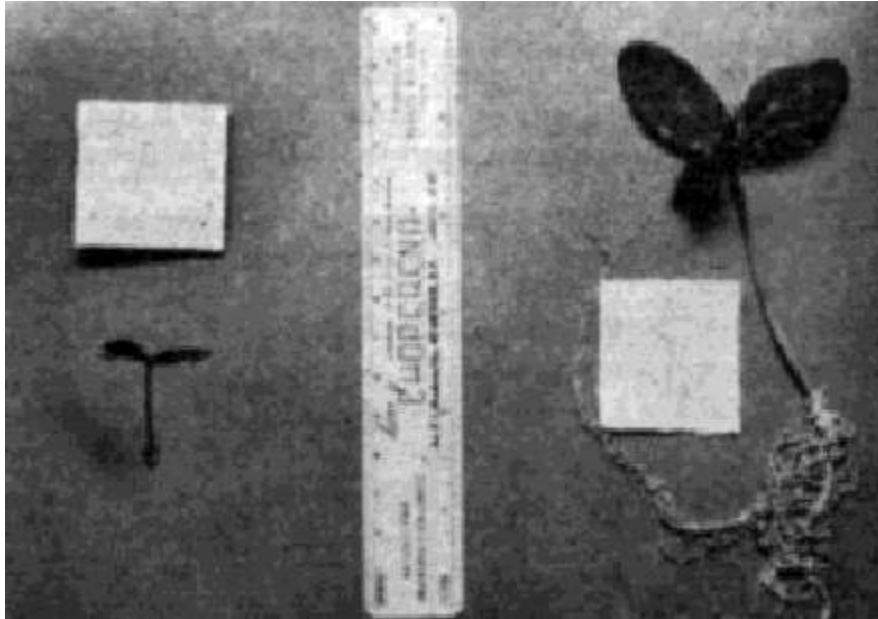


Fig. 2. Plántula de pepino. La de la izquierda fue regada con solución de fruto de "piru" y la de la derecha con agua destilada.

2. Germinación y crecimiento de pepino y trigo regados con solución de hoja, raíz, fruto verde y fruto maduro de Pirú. En este caso las semillas se colocaron en charolas con arena sílica y se regaron con las soluciones por espacio de 10 a 12 días dentro de un invernadero

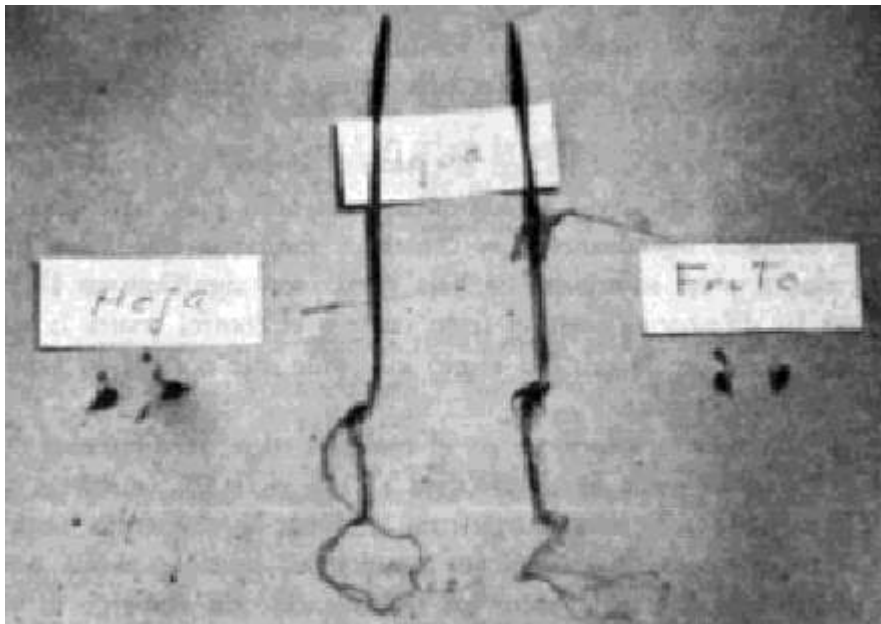


Fig. 3. Plántula de trigo. Las del centro fueron regadas con agua destilada. La de la izquierda y derecha con solución de hoja y fruto de "Pirú" respectivamente.

3. Crecimiento simultáneo de pirú y pepino, en charolas con arena sílica y regadas con agua destilada dentro de un invernadero.

En todos los experimentos se contó con la presencia de testigos.

En los experimentos con sustancias volátiles se midió la longitud de la raíz y se sacó el porcentaje de germinación y crecimiento.

En los experimentos con soluciones se midieron la longitud de la raíz y el tallo y se sacaron los porcentajes de germinación y crecimiento.

En el experimento de crecimiento simultáneo se sacó el porcentaje de germinación y se midieron las alturas de las plántulas.

Los datos obtenidos se valoraron estadísticamente por medio de un análisis de varianza sobre un diseño de bloques al azar. También se utilizó la técnica de contrastes para afinar la información del análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de todos los experimentos demostraron lo siguiente:

En las pruebas con sustancias volátiles, tanto con pepino como con trigo, el análisis demostró que existe una diferencia significativa al 1% entre el crecimiento de la radícula de los tres tratamientos. Los contrastes indicaron que la diferencia entre el control y los volátiles de hoja y fruto es significativa al 1%, mientras que no existe diferencia entre el efecto de los volátiles de hoja y de fruto.

En la prueba con soluciones, en el caso del pepino, se vio claramente que la solución de raíz no afectó el crecimiento del tallo y la raíz, sino al contrario los estimuló ligeramente. Los contrastes indicaron que las diferencias entre el control y las soluciones de hoja y raíz son significativas al 1% lo mismo que las diferencias entre el fruto verde y el control contra la solución de hoja y la solución de raíz. El efecto inhibitor más notable lo produjo la solución de fruto maduro.

En las pruebas con soluciones en el caso del trigo, la diferencia entre el control y los tratamientos es significativa al 1% o al 5%, mientras que no existe diferencia significativa entre fruto maduro, hoja y fruto verde.

En el experimento de crecimiento simultáneo, la tabla indica que aparentemente sí hay diferencia entre los tratamientos, sin embargo el análisis demostró que tal diferencia no existe.

En base a los resultados podemos concluir, en forma preliminar, que el pirú es una planta que produce gran cantidad de sustancias alelopáticas que se encuentran concentradas especialmente en hojas y frutos. Estas sustancias se volatilizan y pueden actuar a través del aire o del suelo después de solubilizarse en el agua de lluvia.

Durante los experimentos se pudo comprobar que las plantas regadas con soluciones fueron las más afectadas, lógicamente porque a grandes concentraciones la toxina es más perjudicial. Además hay que considerar que se trabajó con arena sílica, la cual no tenía microorganismos adecuados para la descomposición de las toxinas y probablemente éstas pudieron actuar durante más tiempo y más intensamente.

En todos los experimentos se observó un efecto inhibitor más fuerte sobre el crecimiento de la raíz que sobre el tallo. Esto podría explicarse por el hecho de que las sustancias alelopáticas penetran a la planta a través de la raíz.

El efecto inhibitor se debe seguramente al terpeno y al alcohol terpenoide pero será necesario comprobar esto experimentalmente.

El siguiente paso será valorar el efecto de estas fitotoxinas en la naturaleza, seguir las desde la fuente de origen hasta el interior de las células, poniendo énfasis en la etapa de permanencia en el suelo y en la influencia decisiva que éste pudiera tener sobre la actividad de estos compuestos.

RESUMEN

Se presenta un estudio sobre el efecto de las soluciones de hoja, fruto y raíz del "pirú" (*Schinus molle* L.) sobre la germinación y el crecimiento del pepino y trigo. Se encontró una fuerte inhibición debida a las soluciones de hoja y fruto. Se discute la posible importancia ecológica del fenómeno de la alelopatía.

Tabla 1. Germinación y crecimiento de *Cucumis sativus* regado con soluciones de frutos verdes, hojas y raíces de *Schinus molle*.

Tratamiento	No. de semillas usadas	No. de semillas germinadas	% de germ.	Long. media del tallo (cm.)	% de crecimiento del tallo	Long. Media de la raíz (cm.)	% de crecimiento de la raíz
Control	60	59	98	6.1	100.0	11.2	100
Fruto verde	30	29	96	3.9	63.9	3.4	30.7
Fruto verde	30	28	93	3.8	62.2	4.1	37.3
Raíz	30	30	100	6.8	111.4	11.3	100.8
Raíz	30	28	93	6.8	111.4	13.2	118
Hoja	30	30	100	6.9	113.1	7.0	63.0
Hoja	30	30	100	6.9	113.1	8.4	75.6

Duración de la prueba: 12 días.

Tabla 2. Germinación y crecimiento de *Cucumis sativus* regado con soluciones de frutos verdes, frutos rojos y hojas de *Schinus molle*

Tratamiento	No. de semillas usadas	No. de semillas germinadas	% de germ.	Long. Media del tallo (cm.)	% de crecimiento del tallo	Long. Media de la raíz (cm.)	% de crecimiento de la raíz
Control	60	60	100.0	4.8	100.0	11.2	100
Fruto verde	30	28	93.3	2.0	41.6	4.4	39.2
Fruto verde	30	28	93.3	1.9	39.5	4.5	40.1
Fruto Rojo	30	30	100.0	2.5	52.0	2.8	25.0
Fruto Rojo	30	29	96.6	2.4	50.0	2.0	17.8
Hoja	30	29	96.6	2.8	58.3	5.8	51.7
Hoja	30	28	93.3	2.5	52.0	5.7	50.8

Duración de la prueba: 10 días.

Tabla 3. Germinación y crecimiento de *Cucumis sativus* en presencia de sustancias volátiles producidas por hojas y frutos verdes de *Schinus molle*.

Tratamiento	No. de semillas usadas	No. de semillas germinadas	% de germin	Long. media de la raíz (cm.)	% de crecimiento de la raíz.
Control	260	253	97.3	4.4	100.0
Hoja	50	48	96.0	3.8	86.3
Hoja	50	49	98.0	1.7	38.6
Hoja	40	40	100	3.2	72.7
Hoja	40	40	100	3.8	86.3
Hoja	40	39	97.5	2.6	59.0
Hoja	40	39	97.5	3.4	77.2

Fruto Verde	40	39	97.5	4.3	97.7
Fruto Verde	40	40	100.0	3.5	79.5
Fruto Verde	30	29	96.6	3.5	79.5
Fruto Verde	30	29	96.6	3.5	79.5
Fruto Verde	30	30	100.0	3.5	79.5
Fruto Verde	30	29	96.6	2.3	52.2

Duración de la prueba: 48 horas.

Tabla 4. Germinación y crecimiento de *Triticum vulgare* en presencia de sustancias volátiles producidas por hojas y frutos verdes de *Schinus molle*.

Tratamiento	No. de semillas usadas	No. de semillas germinadas	% de germ.	Long. media de la raíz (cm.)	% de crecimiento de la raíz.
Control	120	116	96.6	1.4	100.0
Hoja	30	28	93.3	.91	65.0
Hoja	30	25	83.3	.50	35.7
Hoja	30	28	93.3	1.0	71.4
Hoja	30	26	86.6	.53	37.8
Fruto Verde	30	27	90.0	1.2	85.7
Fruto Verde	30	30	100.0	.99	70.7
Fruto Verde	30	29	96.6	1.0	71.4
Fruto Verde	30	24	80.0	.64	45.7

Duración de la prueba: 48 horas

Tabla 5. Germinación y crecimiento de *Triticum vulgare* regado con soluciones de frutos verdes y hojas de *Schinus molle*

Tratamiento	No. de semillas usadas	No. de semillas germinadas	% de germ.	Long. media del tallo (cm.)	% de crecimiento del tallo	Long. media de la raíz (cm)	% de crecimiento de la raíz
Control	60	59	98	11.2	100	7.55	100
Hoja	30	24	80	3.1	27.6	1.1	14.6
Hoja	30	27	90	1.0	8.9	0.48	6.4
Fruto Verde	30	27	90	2.8	25.0	1.5	20.0
Fruto verde	30	25	83	0.89	7.9	0.48	6.4

Duración de la prueba: 10 días

Tabla 6. Germinación y crecimiento de *Triticum vulgare* regado con soluciones de frutos verdes, frutos rojos, y hojas de *Schinus molle*

Tratamiento	No. de semillas usadas	No. de semillas germ.	% de germ.	Long. media del tallo (cm)	% de crecimiento de tallo	Long. media de la raíz (cm.)	% de crecimiento de la raíz.
Control	60	60	100	10.5	100.0	10.7	100.0

Hoja	30	30	100	6.6	62.8	3.4	31.7
Hoja	30	26	86	6.3	60.0	3.8	35.5
Fruto Verde	30	29	96	5.5	52.3	2.7	25.2
Fruto Verde	30	28	93	6.2	59.0	2.8	26.1
Fruto Rojo	30	30	100	4.3	40.9	1.4	13.0
Fruto Rojo	30	30	100	5.3	50.4	1.9	17.7

Duración de la prueba: 10 días

Tabla 7. Crecimiento de plántulas de *Schinus molle* y *Cucumis sativus*

Tratamiento	No. de semillas usadas	No. de semillas germinadas	% de germ	Altura media de las plantulas (cm.)	% de crecimiento
Control del pepino	60	60	100	12.7	100.0
Control del pirú	60	40	65	6.0	100.0
Pepino 1	30	28	93	11.1	87.9
Pepino 2	30	30	76	6.8	113.3
Pirú 1	30	23	76	6.8	113.3
Pirú 2	30	21	70	6.7	111.5

SUMMARY

A study on the effects of the solutions of leaves, fruits and roots of "pirú" (*Schinus molle* L.) on the germination and growth of cucumber and wheat is presented. A strong inhibition was found with the leaves and fruits' solutions. The probable ecological importance of the allelopathic Phenomena is discussed.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARTHOLOMEW, B., Bare zone between California shrub and grassland communities: the role of animals. *Science* 170 (3963): 1210-1212. 1970.
2. BONNER, J. The role of toxic substances in the interactions of higher plants *Bot. Rev.* 10:51-65. 1950.
3. BROWN, W. L. Jr., T. Eisner y R. H. Whittaker. Allomones and Kairomones: transpecific chemical messengers *BioScience* 20 (1): 21-22 1970.
4. ERDOS, J. y L. HOYO. Observación de la acción bactericida de las emanaciones de algunos vegetales. *Medicina* 50 (1087): 323-327. 1970.
5. GARB, S. Differential growth inhibitors produced by plants. *Bot. Rev.* 27: 422-443. 1961.
6. GRODZINSKY, A. M. Allelopathy in the life of plants and their associations. *Kiev Acad. Sc. Ukrain S.S.R.* 200 pp. 1965.
7. GRÜMER, G. The role of toxic substances in the interrelationships between higher plants. *Symp, Soc, Ex. Biol.* 15:219-228. 1961.
8. JOHNSON, I. S., H. F. WRIGHT, G. H. SVOBODA Y J. VLANTIS Antitumor principles derived from *Vinca rosea* L. I. Vincalukoblstime and Leurosine. *Cancer Res.* 20:1016-1022.1960.

9. KNIPE, D. y C. H. HERBEL. Germination and growth of some semidesert grassland species treated with aqueous extract from creosotebush. *Ecology* 47 (3): 775-781. 1966.
10. LIVINGSTON, B. E. Some physiological aspects of soil toxicity. *Journ Amer. Soc. Agron.* 15(8): 313-323. 1923.
11. Mc NAUGHTON, S. J. Autotoxic feedback in the regulation of *Thypha* populations. *Ecology* 49 (2): 367-369. 1968.
12. Mc PERSON, T. K. and C. H. MÜLLER. Allelopathic effects of *Adenostoma fasciculatum*, "Chemise", in the California chaparral. *Ecol. Monog.* 39(2): 177-198. 1969.
13. MERCADO, R. G. Estudio químico de la esencia del "Pirú" (*Schinus molle* L.). Tesis Profesional. Fac. de Cs. Quím. U.N.A.M. México, 1953.
14. MOJÉ, W. Organic soil toxins. En: H. D. Chapman (Ed.). *Diagnostic criteria for plants and soils.* Univ. of Calif. Div. of Agric. Sc. 1966.
15. MORAL, R. DEL y C. H. MÜLLER. Fog drip: a mechanism of toxin transport from *Eucalyptus globulus*. *Bull. Torr. Bot. Club.* 96(4): 467-475. 1969.
16. The allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis*. *The Amer. Midland Natur.* 83 (1): 254-282. 1970.
17. MÜLLER, C. H. y R. DEL MORAL. Soil toxicity induced by terpenes from *Salvia leucophylla*. *Bull. Torr. Bot. Club* 93(2): 130-137. 1966.
18. MÜLLER, C. H. The role of chemical inhibition (Allelopathy) in vegetational composition. *Bull. Torr. Bot. Club* 93(5): 332-351. 1966.
19. MÜLLER W. H., P. LORBER B. HALEY y K. JOHNSON. Volatile growth inhibitors produced by *Salvia leucophylla*: effect on oxygen up take by mitochondria suspensions. *Bull. Torr. Bot. Club* 96(1):89-96. 1969.
20. OVERLAND, L. The role of allelopathic substances in the "smother crop" barley *Amer. Jour Bot.* 53(5): 423-432. 1966.
21. TIMONIN, M. I. The interaction of higher plants and soil microorganisms: III Effect of-by products of plant growth on activity of fungi and actinomycetes. *Soil Sc.* 52: 395-408. 1969.
22. TUKEY, H. B. Jr. Implications of Allelopathy in agricultural plant science. *Bot. Rev.* 35 (1): 1-16. 1969.
23. WHITTAKER, R. H. y P. P. FEENY Allelochemics: Chemical interactions between species. *Science* 171 (3973): 757-770. 1971.