

Residuos, degradación y comportamiento de la ametrina en un vertisol de Guanacaste, Costa Rica*

LORENA LEON**, MANUEL CONSTENLA***, ELEMER BORNEMISZA****

ABSTRACT

Residues of the herbicide Ametrine (2-ethylamine-4-isopropylamine-6-methylthio-s-triazine) were determined by UV-spectrometrical analysis in a soil (vertisol) of Guanacaste, Costa Rica, which has been treated with this herbicide for the past six years. Sugar cane was the only crop cultivated. Three kg/ha of 80 per cent Ametrine was applied for the last time, 240 days before sampling. Ametrine residues up to 110 ppm were found. The higher values generally correspond to higher contents of montmorillonite clay. The adsorption of the herbicide by the soil is high, 50 to 78 per cent, and was characterized by the Freundlich type isothermal equation $Q = 0.43 \times C^{1.17}$.

The degradation of Ametrine in this soil shows a rate of approximately 0.1 ppm every 20 days. This decomposition is considered slow compared with studies in other soils.

Introducción

LA AMETRINA (2-etilamina-4-isopropilamina-6-metiltio-s-triazina) es un herbicida utilizado en caña de azúcar para combatir las malezas mono y dicotiledóneas (4). Esta sustancia es de color blanco, su solubilidad es de 185 ppm en agua, tiene una presión de vapor de $8,4 \times 10^{-7}$ mm Hg a 20° C y un punto de fusión de 84° C (9). En la finca muestreada se utilizó la preparación comercial conocida como Gesapax.

Los remanentes de herbicidas o de cualquier otro producto químico usado en la agricultura, presentes en el suelo, se conocen como "residuos", los cuales involucran tres problemas potenciales o riesgos (13):

- 1.—Daña las plantas de cultivos en sistemas rotativos subsiguientes a los cultivos tratados con el herbicida.
- 2.—Inhibición del crecimiento de microorganismos útiles del suelo.
- 3.—Contaminación del subsuelo y aguas subterráneas y superficiales.

Un herbicida que desaparezca con una velocidad de solamente 50 por ciento por año se considera que es muy persistente. Es pues de gran importancia conocer el destino de los herbicidas, en suelos tropicales y más específicamente en suelos costarricenses. Se ha observado que las características físico-químicas del suelo y las condiciones climatológicas son capaces de influir marcadamente en el comportamiento y en el modo de acción de los herbicidas; es así como la adsorción y degradación son trascendentales en el presente estudio.

Adsorción de la ametrina por el suelo

Varios autores (5, 6, 11) coinciden en que la adsorción es el fenómeno que determina en mayor proporción la inactivación inicial de los herbicidas.

La actividad de los herbicidas está determinada por sus características químicas, las condiciones climáticas y las características del suelo. Estos factores intervienen en los fenómenos de adsorción y desadsorción.

Se conoce (7, 8) que la adsorción de la ametrina varía inversamente con el pH. Los iones H⁺ de los suelos ácidos se asocian con la ametrina produciendo moléculas cargadas positivamente, lo cual permite que sean rápidamente adsorbidas por los coloides del suelo. Conforme un herbicida es más básico, mejor es su posibilidad de ser adsorbido por los suelos ácidos (15).

* Recibido para la publicación el 13 de abril de 1977.
** Ingeniero Taboga, Cañas, Guanacaste, Costa Rica.
*** Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, San José.
**** Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Ciudad Universitaria, San José, Costa Rica.

La adsorción de la ametrina corresponde a un máximo a pH 4; este valor concuerda con el PKa de la ametrina (11).

La adsorción de la ametrina se realizó más eficientemente en suelos con un alto contenido de arcilla y materia orgánica, siendo esta adsorción generalmente reversible (8). Yamane y Green (16) trabajando con ametrina y atrazina mencionaron que la adsorción de la ametrina fue mayor que la de la atrazina en suelos con montmorilonita, tanto a pH alto como a pH bajo.

Persistencia

En la persistencia de las s-triazinas en suelos influyen la acción de los microorganismos del suelo, la luz solar, el tipo de suelo, la temperatura, las reacciones químicas, la volatilización y la degradación (3, 4). Liu y Cibes-Viadé (11) utilizaron 13 suelos de Puerto Rico bajo condiciones de invernadero, para estudiar la persistencia de la ametrina, atrazina y prometrina. Encontraron que en suelos con mayor contenido de materia orgánica el efecto residual fue mayor. Los suelos donde persisten más los herbicidas tenían en común un alto contenido de arcilla y materia orgánica. La ametrina

fue la sustancia más persistente. Se ha encontrado que la temperatura es un factor importante en la desaparición de la ametrina. Burnside (2) obtuvo que la ametrina aplicada a un suelo desapareció después de un mes, cuando la temperatura fue de 35°C, mientras que con una temperatura de 15°C el herbicida persistió 9 meses.

La degradación del herbicida por los microorganismos es un factor que también influye en la persistencia de éstos en el suelo. Kaufman, Kearney y Sheets (10) indican que el *Aspergillus fumigatus* degrada la ametrina a compuestos menos tóxicos o no-tóxicos.

Materiales y métodos

Muestreo

Se ocuparon 20 muestras de suelos procedentes de la Hacienda Taboga, situada en Cañas, Guanacaste. Estos suelos habían recibido una dosis de 3 kg/Ha del herbicida Gesapax 80 (contenido de ametrina es de 80%) anualmente durante 6 años consecutivos.

Cuadro 1 —Características físicas y químicas de los suelos estudiados

Muestra	pH	M O (%)	% Arcilla	% Limo	% Arena	Nombre textural
1 A	7,2	0,12	51,4	24,1	24,4	Franco-arcilloso
1 B	7,5	0,30	54,4	18,3	27,4	Arcilla
2 A	6,8	2,78	37,4	14,1	48,4	Arcilla
2 B	7,1	0,27	26,4	9,4	63,6	Francoarcilloso-limoso
3 A	6,8	1,08	44,4	14,1	41,4	Arcilla
3 B	7,1	0,25	22,4	13,1	64,4	Franco arcilloso limoso
4 A	6,8	0,32	55,4	10,3	34,1	Arcilla
4 B	7,1	0,32	37,4	18,1	44,4	Franco-arcilloso
5 A	6,8	3,97	43,4	22,1	34,4	Arcilla
5 B	7,0	0,32	38,4	26,1	35,4	Franco-arcilloso
6 A	6,9	1,05	45,4	30,1	24,4	Arcilla
6 B	7,0	0,08	45,4	25,1	29,4	Arcilla
7 A	6,9	1,34	45,4	18,1	36,4	Arcilla
7 B	7,2	0,32	37,4	21,1	51,4	Franco arcilloso-arenoso
8 A	6,9	2,55	38,4	19,5	42,0	Franco-arcilloso
8 B	7,1	0,20	18,4	7,1	74,4	Franco arenoso
9 A	7,1	1,76	40,4	11,1	48,4	Franco arenoso
9 B	7,0	5,64	20,7	30,8	38,4	Franco arcilloso
10 A	7,2	3,39	42,4	27,2	30,4	Arcilla
10 B	7,5	5,44	20,7	46,8	32,4	Franco limoso

M O (%) = Porcentaje de Materia Orgánica

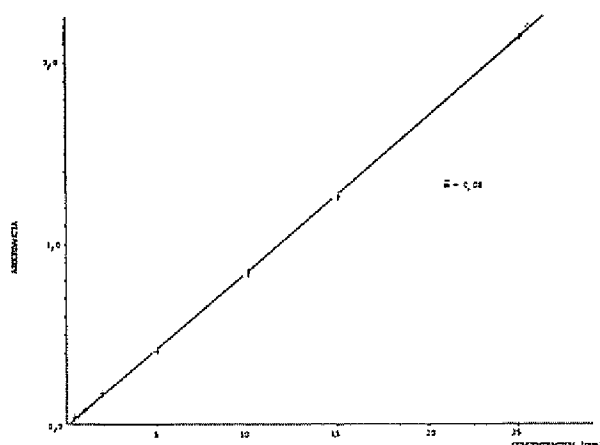


Fig. 1—Curva patrón de ametrina.

Se muestreó una área de 15 ha, 240 días después de haberse hecho la última aplicación con tractor. Las muestras del suelo fueron tomadas a profundidades de 0-20 cm (A) y de 20-40 cm (B). Cada una de las muestras se secó al aire, a una temperatura de 28°C y se pasaron por una malla de 20 mesh, antes de hacer los tratamientos correspondientes.

Determinación de residuos de ametrina

El método de análisis residuos fue adaptado del método propuesto por Mattson *et al.* (12), previa preparación de una curva patrón de la ametrina (Fig. 1) y un análisis de algunas de las propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados en el Cuadro 1.

Resultados

El Cuadro 2 muestra la cantidad de ametrina residual detectada en los suelos estudiados. Se observa que no todos los puntos muestreados contienen residuos de ametrina y los que tienen se encuentran algunas veces a los 20 cm (A) y otras a los 40 cm (B) de profundidad.

La adsorción de la ametrina por los suelos se caracterizó por medio de la isoterma de adsorción. El fenómeno de adsorción generalmente se describe por la ecuación empírica de Freundlich (1). Los datos obtenidos de este estudio se presentan en términos de esta ecuación, la cual relaciona la concentración del compuesto activo aplicada con la concentración retenida por el adsorbente (Fig. 2).

Los valores de las constantes de la isoterma de adsorción son: $a = 0,43$ y $b = 1,17$, parámetros que representan la capacidad del adsorbente y la intensidad de la adsorción. Corresponden en la gráfica, a la intersección de la recta a una concentración unitaria y a la pendiente de la recta respectivamente.

Cuadro 2.—Cantidades de ametrina residual detectada en los suelos

Muestra	Ametrina detectada (ppm)
1 A	0,00
1 B	0,00
2 A	0,00
2 B	0,00
3 A	0,18
3 B	0,00
4 A	0,46
4 B	0,00
5 A	0,00
5 B	0,39
6 A	1,10
6 B	0,00
7 A	0,38
7 B	0,25
8 A	0,00
8 B	0,39
9 A	0,00
9 B	0,41
10 A	0,00
10 B	0,39

En la Figura 3 se muestra la curva de degradación obtenida para la ametrina en un suelo originalmente libre de residuos y cuyos datos fueron analizados cada 20 días.

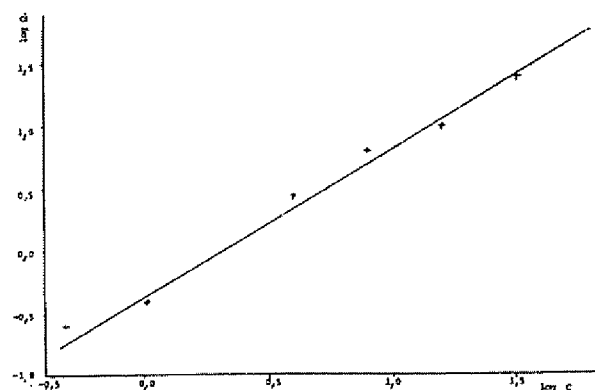


Fig. 2—Isoterma de adsorción para la ametrina en el suelo en estudio

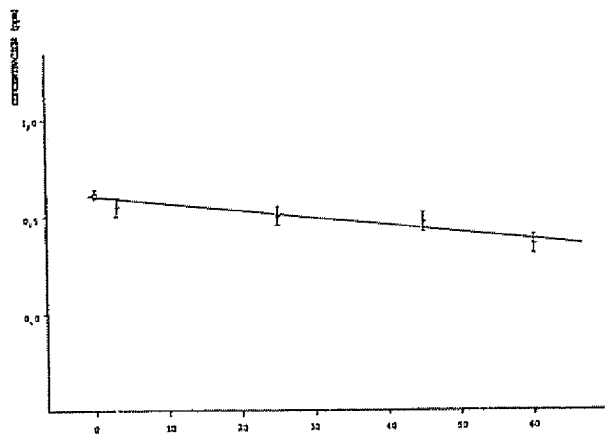


Fig 3 —Curva de degradación de la ametrina en el suelo en estudio

Habiéndose agregado inicialmente una cantidad de 0,62 ppm. aún a los 60 días se encontró 0,35 ppm de ametrina en el suelo, lo que indica que la ametrina es muy persistente en las condiciones de este experimento.

Discusión

Los datos de residuos apreciables encontrados indican una permanencia extendida del herbicida en el suelo estudiado. Las fluctuaciones en el contenido observadas en los diferentes puntos y las diferentes profundidades muestreadas pueden explicarse con base en la heterogeneidad del terreno y en lo que se refiere a los siguientes factores: la adsorción por las arcillas, el pH de la muestra, la estructura del suelo y la topografía.

De algunas observaciones hechas, entre las cuales sobresale la poca variación del pH de las muestras, se considera que el pH y también la temperatura no fueron factores definitivos en la retención de la ametrina por el suelo. El factor definitivo parece ser indudablemente el alto porcentaje de arcilla presente.

La acumulación de residuos durante años puede causar daños en cultivos subsiguientes diferentes o en un sistema de rotación de cultivos. La ametrina utilizada especialmente para caña de azúcar daña considerablemente al arroz, sorgo y algodón, que son cultivos propios para Guanacaste.

Se observó que la adsorción del herbicida en los suelos se puede representar por una isoterma del tipo Freundlich, lo que sugiere que la capacidad de adsorción del suelo en estudio es alta y no alcanzó un valor máximo en los experimentos.

Los valores de las constantes de la isoterma de adsorción muestran cómo la tendencia de la montmorilonita a la adsorción es alta. Además se supone que existen enlaces de hidrógeno entre esta arcilla y la ametrina, que es una base débil,

Los resultados parecen indicar la importancia de la regulación de las dosis, de modo que las aplicaciones tomen en cuenta la inmovilización del herbicida por adsorción. En algunos casos habrá que aumentar fuertemente las dosificaciones para combatir eficazmente las malezas. El peligro entonces es una contaminación mayor del ecosistema, además de los gastos más elevados al ser necesario aumentar las dosificaciones.

Es imperioso tomar en cuenta no sólo la solubilidad de un herbicida sino también su adsorción por el suelo, para predecir su aplicabilidad en una zona determinada.

La degradación lenta observada en estos experimentos está acorde con el bajo contenido de materia orgánica (1,58% en promedio). Generalmente un alto contenido de materia orgánica se asocia con una alta población de microorganismos y estos juegan un papel muy importante en la degradación de la ametrina (11, 14). La alta persistencia encontrada refuerza la necesidad de aplicaciones muy cuidadosas; todos los resultados juntos parecen indicar los límites de la aplicación de este herbicida, y pueden servir para optimizar su uso, sobre todo si se quiere tomar en cuenta los peligros de la contaminación del ambiente agrícola.

Resumen

Este trabajo se realizó en la Hacienda Taboga, Cañas, Guanacaste y en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica, en busca de un control de la contaminación del ambiente agrícola y una mejor aplicación del herbicida ametrina. Con este fin se determinó la acumulación, persistencia y degradación del herbicida ametrina en un suelo clasificado como un vertisol de Guanacaste, Costa Rica. Se encontró que en el suelo persistían residuos de hasta 1,10 ppm 240 días después de la última aplicación. El terreno muestreado (15 ha) había recibido aplicaciones de ametrina al 80% durante los últimos 6 años, con dosificaciones de 3 kg/ha. La adsorción del herbicida por el suelo es alta y se encontraron valores entre el 50 y el 78% de herbicida adsorbido. Se estima que el alto porcentaje de arcilla montmorilonítica es el causante de esta adsorción. La adsorción se caracterizó por la isoterma de Freundlich, cumpliendo la ecuación $Q = 0,43 \times C^{1,17}$. Se encontró también que la degradación de este herbicida en el suelo de la Hacienda Taboga es lenta, aproximadamente 0,1 ppm cada 20 días,

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, por el financiamiento del Proyecto sobre Heterociclos. También agradecen al M. Sc. A. Alvarado sus valiosas sugerencias y sus acertados comentarios.

Literatura citada

1. BAILEY, G.W. y ROHRBERG, T. Adsorption of organic herbicides by montmorillonite, role of pH and chemical character of adsorbate, Soil Science Society of America Proceedings 32(2): 222-223. 1968
2. BURNISIDE, O.C. Longevity of amiben, atrazine and 2,3,6-TBA in incubated soils Weeds 13: 274-276 1965 -
3. CRAFTS, A.S. The chemistry and mode of action of herbicides New York, Interscience 1961, 269 p.-
4. DETROUX, L y GONINCHARD, J. Los herbicidas y su empleo, Barcelona, Oikos-taw, 1967 52 p
5. DUNINGAN, E.R. y McINTOSH, I.H. Atrazine-soil organic interaction. Weed Science 19: 279-282. 1971.
6. FLEICHALL, A.W. The adsorption of some triazines in soil. Weeds, 13: 46-52 1965.
7. HANCE, R.S., Influence of pH exchangeable cation and the presence of organic matter on adsorption of some herbicides by montmorillonite, Canadian Journal of Soil Science 49 (3): 378-379 1969.
8. HAYER, M.H., Adsorption of triazine herbicides on soil organic matter, including a short review on soil organic matter chemistry, Residue Reviews 32: 131-176 1970.
9. Herbicides Handbook of the Weed Society of America, 2 nd. ed New York, Humphrey, 1970
10. KAUFMAN, D.D., KEARNEY, P.C. y SHEETS, T.S. Microbial degradation of ametrine. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 13: 238-242. 1965
11. LIU, L.C., CIBES-VIADE, H.R. Effect of various herbicides on the respiration of soil microorganisms. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 56 (4): 17, 1972.
12. MATTSON, A.M., KAHRS, R.A. y MURPHY, R.I. Quantitative determination of triazine herbicides in soils by chemical analysis. Residue Reviews 32: 371-388. 1970.
13. SHEETS, T.S., CRAFTS, A.S. y PRESES, H.R. Influence of soil properties on the phytotoxicity of the triazines. Journal of Agricultural and Food Chemistry 10: 458, 1962
14. ————— y HARRIS, CH. Herbicide residues in soils and their phytotoxicities to crops grown in rotation. Residue Review 11: 10-15. 1965
15. WEKER, J.B. y SHEETS, T.S. Pesticides, how they move and react in the soil. Crop and Soils 25: 14-17. 1972
16. YAMANE, V.K. y GREEN, R.I. Adsorption of ametrine and atrazine on a oxisol, montmorillonite and charcoal in relation to pH and solubility effects. Soil Science Society of America Proceedings 36(1):58-64 1970

Notas y Comentarios

Glándulas foliares que atrapan insectos de la papa

Cuando publicamos en 1972 una nota sobre el descubrimiento de R. W. Gibson de que algunas especies silvestres de papa mataban a los áfidos que invadían su superficie foliar mediante una goma exudada por pelos glandulares (*Turrialba* 229 1972), lo hicimos pensando en la importancia que podría tener este fenómeno en el control de las plagas que atacan a las papas.

Esta esperanza viene siendo confirmada por investigaciones posteriores, tanto por Gibson como por investigadores de otros países. Gibson trabaja, desde que hizo su descubrimiento inicial, en la Estación Experimental de Rothamsted, y ha actuado como científico visitante en el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima, Perú. El CIP ha publicado recientemente una información sobre el estado actual de la cuestión de los insectos y los tricomas glandulares de la papa (*Circular del CIP, vol. 6, N° 5, mayo 1978*).

Los tricomas glandulares existen en tres especies silvestres de papas, *Solanum berthaultii*, *S. polyadenium* y *S. tarijense*. Se han identificado dos tipos de tricomas. Los del tipo A tienen un tallo corto con un material pegajoso localizado en la cabeza de los cuatro lóbulos que tiene el tricoma. Al romperse el tricoma, se libera el material pegajoso, que se endurece rápidamente atrapando al insecto. Los tricomas de tipo B son similares pero tienen una gotita pegajosa en la punta del tallo. Sólo *S. tarijense* y *S. berthaultii* (de las tres especies) tienen ambos tipos de tricomas.

Gibson ha encontrado que los tricomas de estas papas atrapan también una variedad de ácaros e insectos. En *S. polyadenium* han atrapado áfidos (*Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae*), larvas de *Leptinotarsa decemlineata* y un saltador (*Jatasella pellucida*). Y el tipo B de tricoma de *S. berthaultii* ha atrapado a arañas rojas, trips y querezas (*Planococcus citri*). Sin embargo, las moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum*) no fueron atrapadas, ya que un polvo ceroso proveniente de las moscas cubría los tricomas.

Asimismo, un proyecto de Gibson con W. M. Tingey, de Cornell, ha demostrado que *S. polyadenium* y *S. berthaultii* son muy resistentes a la cigarrita verde (*Empoasca fabae*). Al igual que con los áfidos, las cigarritas se adhirieron a las plantas cuando sus miembros se enredaron en el exudado viscoso de los tricomas. Además, la boca de muchas cigarritas quedó completamente aprisionada, lo que no sólo garantiza una muerte por inanición, sino también evita cualquier transmisión posterior de enfermedades víricas.

Gibson ha logrado aumentar el número de tricomas glandulares en la generación primaria de un cruce de *S. tuberosum* cv 'Pentland Crown' × *S. berthaultii*. Una plántula resultante, seleccionada por su abundancia de tricomas, fue propagada en 1947 por incisiones en estolones. En cultivos comparativos, los áfidos *M. persicae* y *M. euphorbiae*, que eran abundantes, fueron atrapados por los tricomas de las especies silvestres y de los híbridos. En cambio, no hubo áfidos atrapados en el cultivar 'Pentland Crown'. En las plantas híbridas, Gibson encontró una correlación positiva entre el por

ciento de áfidos atrapados y la abundancia de tricomas en las hojas

El paso siguiente es, obviamente, transferir los tricomas glandulares de las especies silvestres a los cultivares de papa, lo que Gibson calcula puede tomar entre 10 a 15 años, hasta fijar los caracteres a cultivares productivos y de otras buenas cualidades. Se habrá así conseguido disminuir el daño directo producido al follaje de la papa por las plagas, limitar el movimiento de los áfidos, e impedir la transmisión de enfermedades (de virus principalmente)

El Dr. Gibson regresó a Rothamsted en marzo de 1978 y allí continuará sus investigaciones con los tricomas atrapadores de insectos. Los fitomejoradores del CIP continuarán el trabajo de creación de nuevos cultivares y luego los entomólogos del Centro evaluarán sus esfuerzos

El CATIE y la Universidad de las Naciones Unidas

El Programa de Recursos Naturales de la Universidad de las Naciones Unidas estableció en octubre de 1977 su primera Institución Asociada, al firmar un acuerdo con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica (*UNU Newsletter*, Vol. 2, N° 2, December 1977). Estuvieron presentes en la ceremonia de la firma el Dr. James M. Hester, Rector de la UNU y miembros del programa de Recursos Naturales, cuya sede está en Tokio, firmando en representación del CATIE, su Director, Dr. Santiago Fonseca

El CATIE realiza labores en programas de desarrollo agrícola, zootécnico y forestal de los países de América Central y del Caribe en su sede de Turrialba y en estaciones en la zona baja del Atlántico en Costa Rica. La institución servirá de base para parte del trabajo de la UNU sobre la base ecológica del desarrollo rural en los trópicos húmedos. Los esfuerzos del CATIE, al enfocarse en los sistemas agroforestales, consistirán en coleccionar, resumir y diseminar los conocimientos tradicionales y científicos que se refieren a la combinación de árboles y cultivos.

Hay otras instituciones latinoamericanas que se han asociado con la UNU. El programa de Hambre Mundial tiene como instituciones al Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), con sede en Guatemala, y al Instituto de Nutrición de Tecnología y de Alimentos (INTA), con sede en la Universidad Nacional de Chile. El programa de Desarrollo Humano y Social se ha asociado en 1977 con una institución argentina

Criando pollos en la oscuridad

Un futuro oscuro espera a los pollos en Canadá si se aplican ampliamente nuevos métodos de cría desarrollados por la Agricultural Research Station en Kentville, Nova Scotia. Los investigadores de ese centro han descubierto que la luz tenue hace a los pollos menos agresivos y provoca un crecimiento más rápido, con una alimentación más baja en proteína.

Los investigadores alcanzaron estos resultados probando diferentes niveles de luz, desde luz normal de día hasta un décimo de una candela-pie. En los niveles más bajos de luz, la cantidad de proteína en las raciones se cortó de 20 a 15 o 16 por ciento sin reducirse su tasa de crecimiento. Los pollos son generalmente alimentados con una dieta de un 24 por ciento de proteína en las primeras cuatro semanas de su vida, y después, 20 por ciento de proteína durante las cuatro a siete semanas finales en las que son engordados para la mesa. El alimento menos rico en proteína cuesta 36 dólares menos por tonelada que la dieta normal de engorde.

Un beneficio adicional es que los pollos están más tranquilos en la luz débil. Como resultado, los pollos son apenas agresivos y ya no es necesario cortarles los picos para evitar que se hagan daño entre ellos. Además, los avicultores pueden economizar en sus recibos de energía eléctrica, al no tener que simular la luz diurna en sus gallineros cerrados.

Resistencia a la sequía en el sorgo

Cuanto más rápido se cierre una tapa, tanto menos agua se evaporará de un recipiente en un día caliente y seco. Pero la intensidad con que se escapa la humedad del recipiente puede ser más importante que la rapidez con que se cierra la tapa, en lo que se refiere a la restricción de las pérdidas de agua. Estos mismos principios explican algunos mecanismos de resistencia a la sequía en los cultivos, como informa Charles Y. Sullivan, de la Universidad de Nebraska (*Agricultural Research*, December 1977).

El cierre de los estomas es el principal medio con que las plantas controlan pérdidas de agua en condiciones de sequía. Los estomas del maíz se cierran algo más pronto que los del sorgo. Pero algunas plantas con estomas cerrados pierden siempre algo de humedad. El sorgo es más eficiente que el maíz en restringir las pérdidas de agua después del cierre de los estomas. De esta manera, el secado continúa en el maíz, y el daño y muerte de las células ocurre más pronto que en el sorgo.

Se encontró también que variedades de sorgo diferían significativamente en su resistencia a la sequía, lo que incluye mecanismos para evitar o tolerar tensiones de agua y de calor. La tolerancia a la desecación se mide por la pérdida de agua que una planta puede resistir antes de que mueran la mitad de sus células. La tolerancia al calor es la capacidad de la planta de vivir y funcionar cuando la temperatura de sus tejidos es alta. La tolerancia a las dos tensiones puede o no puede estar correlacionada, por lo que es importante reunir las en una sola planta.

Las hojas de sorgo, por ejemplo, tienen una mayor cantidad de sustancias cuticulares, principalmente ceras, que las hojas de maíz. Los sorgos híbridos varían en su cubierta cerosa, y este carácter está correlacionado positivamente con resistencia a la sequía.

Los mecanismos selectivos o adaptativos se han desarrollado en el maíz, dice Sullivan, debido a que sus células están expuestas a una tensión interna más grande. El cierre más rápido de los estomas disminuye el enfriamiento evaporativo, y una restricción menor de las pérdidas de agua después del cierre de los estomas promueve la desecación.

Una de las ventajas del sorgo es su capacidad de extraer más agua de las capas superiores del suelo. El cultivar más tolerante tenía una mayor proporción de raíces en los primeros 60 centímetros del suelo. También tenía una tasa fotosintética más alta. Estas pruebas indican que las variaciones en tolerancia y desecación pueden ser explotadas por los mejoradores del sorgo, si es que la tolerancia se hereda.

Norma Norcio y Sullivan también encontraron que los niveles de ácido abscísico eran más altos en plantas expuestas a condiciones de sequía.

Próximos Congresos

En 1978 se realizarán las siguientes reuniones de asociaciones relacionadas en las ciencias agrícolas:

- Undécimo Congreso de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, del 19 al 27 de junio, en Edmonton, Alberta, Canadá.
- Grupo de trabajo de Reguladores de Crecimiento Vegetal y la American Society of Plant Physiologists, del 25 al 30 de junio, en Blacksburg, West Virginia.
- First International Rangeland Congress, del 1 al 18 de agosto, en Denver, Colorado.
- Asociación Americana de Economistas Agrícolas, del 29 al 31 de agosto en Chicago Illinois.
- Sociedad de Sociología Rural, de agosto 30 al 3 de septiembre, en San Francisco, California.
- Sociedad Americana de Fitopatología, del 29 de octubre al 2 de noviembre, en Tucson, Arizona.
- Entomological Society of America, del 26 al 30 de noviembre, en Houston, Texas.