

COMUNICACIONES

Variabilidad genética y ambiental en inhibidores de tripsina y hemaglutininas, observadas en cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) proveniente de Centroamérica y Colombia*

Abstract. The purpose of the present study was to learn of the effects of environment and of color of seed coat on the concentration of trypsin inhibitors and hemagglutinin compounds in *Phaseolus vulgaris*. A total of 20 cultivars obtained from CIAT were planted at the same time in Colombia, El Salvador and Honduras. These samples were then sent to INCAP, Guatemala. These 20 cultivars, therefore, came from three different localities and were classified into 4 color types: black, white, red and brown. Samples were analyzed for trypsin inhibitors and hemagglutinin compounds and the results were statistically analyzed through a factorial analysis of variance. This indicated a significant effect of environment on trypsin inhibitors, with samples from Honduras having higher concentrations than those from the other localities. Color of the seed and the interaction between environment and color had no effect on trypsin inhibitor activity.

The concentration of hemagglutinin activity was significantly affected by environment, with samples from Honduras having lower activities than those from the other localities. In this case, color of the seeds influenced statistically the activity of hemagglutinin compounds with values for color seed higher than those found in white seeds. The interaction between environment and color did not affect hemagglutinin content in the seed. Trypsin inhibitor activity was highly correlated with methionine concentration. Because of this, it would be of some practical interest to determine the influence of specific environmental factors on trypsin inhibitor activity such as water availability and mineral composition of the soil.

Las leguminosas han constituido, desde hace mucho tiempo, una fuente importante de proteínas en las dietas de diversas regiones del mundo, especialmente donde otras fuentes de proteína son escasas y las leguminosas son consumidas casi diariamente por los grupos de menor ingreso económico. Las especies y variedades consumidas varían según el lugar; así, en Latinoamérica, la leguminosa más aceptada es el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en su gran número de variedades. En América Central,

el consumo del frijol provee del 20 al 30% del total de la proteína ingerida (1).

Varios autores han demostrado en forma concluyente que el consumo de una mezcla de cereales y leguminosas en proporciones adecuadas es, desde el punto de vista de la calidad proteínica de la mezcla, preferible al consumo aislado de sus componentes; por desgracia la mayoría de las veces el consumo de leguminosas es menor (1, 2).

De las diferentes causas sugeridas para explicar ese menor consumo de leguminosas, una de las mejor documentadas es la de la baja digestibilidad relativa de la proteína en las semillas de tales plantas. Este problema ha sido atribuido a dos factores: a) la deficiencia en aminoácidos sulfurados de la proteína de las leguminosas (1, 3); y b) la presencia, hace tiempo conocida (1, 9, 11, 16, 21), de factores antifisiológicos o tóxicos.

Desde que se tuvo conocimiento de estos factores perjudiciales para la calidad proteínica de las leguminosas, la tendencia general ha sido: a) complementar los factores relativos a la escasez, por ejemplo con aminoácidos azufrados, en especial metionina (5, 6, 8, 17, 18, 20); b) destruir o inactivar los factores corresponsables de la baja digestibilidad de la proteína de las leguminosas, como los inhibidores de tripsina (IT) y las hemaglutininas (HA) para no mencionar sino los más importantes (8, 15, 16); y c) mejorar agrónomica y nutricionalmente a las leguminosas por medio de la selección de las variedades más adecuadas, o sea las que tengan el mayor contenido de aminoácidos azufrados y al mismo tiempo un menor efecto antifisiológico causado por la baja concentración de los llamados factores "tóxicos" (1). Así, Jaffé (8), al descubrir que la proteína de los IT aislada de frijoles comunes es rica en aminoácidos azufrados, propuso que las variedades con un mayor contenido de IT convenientemente inactivados por el calor constituirían una opción para el mejoramiento nutricional de estas leguminosas.

Hasta la fecha, el conocimiento incompleto que se tiene, en especial de los factores antifisiológicos,

* Trabajo realizado a través de financiamiento del International Development Research Centre (IDRC), con sede en Ottawa, Canadá (Subvención INCAP No. 311).

ha influido en que el mejoramiento nutricional de las leguminosas no sea de la magnitud que lógicamente se desea. Aunque incompleto ese conocimiento, existe un sinnúmero de publicaciones acerca de los factores tóxicos contenidos en las leguminosas, especialmente en las que son de mayor consumo, como la soya y los frijoles comunes. De esos factores, los IT y las HA han sido considerados como los más importantes.

Hay evidencias de que las condiciones del sitio de cultivo y la variedad (genotipo) influyen en la calidad proteínica de las leguminosas (1); sin embargo, no hay información sobre las influencias de estos factores en el contenido de IT y HA en los frijoles, lo que sería de utilidad en el mejoramiento agronómico y nutricional de las leguminosas.

El tema central del presente trabajo es el estudio de las posibles influencias del ambiente (sitio de cultivo) y del genotipo (color), sobre el contenido de IT y HA en distintas variedades del frijol común (*Phaseolus vulgaris*).

Materiales y métodos

Muestras

En terrenos localizados en El Salvador y Honduras, fueron establecidos veinte cultivares de distintas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), con semillas originarias del Banco de Germoplasma del CIAT (Colombia). Después de la cosecha, fueron remitidas muestras de semillas provenientes de los tres países al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Se tuvieron así tres series, una del CIAT, otra de El Salvador y la tercera de Honduras, para cada una de las veinte variedades originales, y un total de sesenta muestras, que fueron molidas, pasadas por un tamiz de malla 40 y almacenadas en frascos de vidrio que se mantuvieron en refrigeración hasta que tales muestras fueron utilizadas.

Métodos

- Inhibidores de tripsina: Para determinar la actividad antitriptica se siguió el método descrito por Kakade, Simons y Liener (14), que utiliza N-Benzoil-DL-Arginina-p-Nitroanilida-HCl (BAPA) como sustrato de la tripsina.
- Hemaglutininas: Para determinar la actividad hemaglutinante se empleó el método descrito por Jaffé y Brücher (13), que utiliza eritrocitos tripsinizados de buey y una microtitulación en que las muestras son diluidas en proporción geométrica y los resultados expresados como la dilución más

grande que produjo aglutinación de los eritrocitos al cabo de una hora.

Cálculos

Los datos se procesaron estadísticamente mediante modelo factorial de análisis de varianza, que incluyó el siguiente diseño:

$$Y_{ijk} = u + a_i + g_j + (ag)_{ij} + e_{ijk}, \text{ donde:}$$

- u = la media de la población en una prueba dada
- a_i = efecto promedio del ambiente ($i = 1 \dots I$)
- g_j = efecto promedio del genotipo ($j = 1 \dots J$)
- $(ag)_{ij}$ = efecto de interacción del genotipo j en el ambiente i
- e_{ijk} = efecto de la muestra k de genotipo j en el ambiente i

Este diseño se utilizó para evaluar los efectos que el ambiente (muestras sembradas en el CIAT, Honduras y El Salvador), el genotipo (color negro, café, rojo y blanco) y las interacciones entre ambiente y genotipo pudieran tener sobre los niveles de IT y HA en semillas de frijoles.

Como parte de un estudio más profundo hecho por la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, se efectuaron mediciones físicas, químicas y biológicas de las mismas muestras escogidas para el presente trabajo, y como parte del análisis estadístico de todas las mediciones se estudió la correlación lineal entre los resultados de IT y otras determinaciones químicas en proteínas, lisina y metionina.

Resultados

En el caso de los IT se descubrió que el ambiente tenía un efecto significativo ($P < 0.05$) en el título antitriptico de las semillas, lo cual se debió principalmente a que las muestras provenientes de Honduras mostraron títulos antitripticos mucho más altos que las muestras de El Salvador y del CIAT, entre las que no hubo mayor diferencia; así, mientras el promedio de los títulos antitripticos para las muestras de Honduras fue de 17.52 UIT/ml, en las de El Salvador y el CIAT se obtuvieron promedios de 11.52 y 12.70 UIT/ml respectivamente (Cuadros 1 y 3, Fig. 1).

Con respecto al genotipo, no se observó efecto significativo alguno sobre la actividad inhibitoria de las semillas, ya que los promedios del título antitriptico para los distintos colores fueron bastante parecidos entre sí (negros 15.30; blancos 14.03;

Cuadro No. 1. Títulos de inhibidores de tripsina de las muestras provenientes del CIAT, El Salvador y Honduras¹

Variedad	Honduras	El Salvador	CIAT
Porrillo sintético	21.11	20.51	10.62
Jamapa	18.37	15.06	16.17
Puebla 152 (N)	20.31	15.23	12.19
Venezuela-2	11.36	16.52	10.46
Ica Tui	14.91	17.74	13.09
Ex Rico 23	15.04	12.36	15.69
Nep-2	20.16	12.17	11.09
Sanilac	19.76	8.01	12.02
Línea 17	30.69	13.41	18.13
Calima	20.01	12.71	13.96
Puebla 152 (C)	17.83	9.68	11.57
Brasil-2	15.65	8.19	8.52
PI-309-804	17.45	14.55	16.75
51051	14.27	10.64	19.70
Porrillo-1	22.07	13.40	14.61
Ica Pijao	15.67	13.96	13.14
Redkloud	11.96	9.51	8.68
Pompadour-2	9.59	7.73	10.02
S-166-AN	15.56	10.96	12.76
S-630-BC-63	16.30	10.75	13.51

¹ Títulos expresados como UIT/ml de extracto.

N: negro. C: café.

rojos 13.87; y cafés 12.44 UIT/ml). Tampoco hubo efecto significativo de la interacción entre genotipo y ambiente con los niveles de IT (Fig. 2, Cuadros 1 y 4).

Al aplicar el mismo análisis a las hemaglutininas, se descubrió también un efecto del ambiente sobre su título, debido en este caso al menor contenido relativo de HA en los frijoles provenientes de Honduras (promedio 5.70 U) en comparación con las muestras de El Salvador (7.66 U) y del CIAT (7.70 U), que no

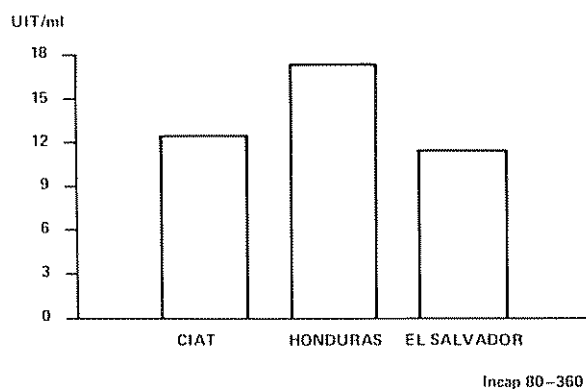


Fig. 1. Promedios de actividades antitripticas según el ambiente.

exhibieron una diferencia importante entre sí. El genotipo demostró también poseer un efecto significativo sobre el título de HA; los promedios de estas actividades fueron mayores en los frijoles negros y rojos (8.07 y 8.33 U, respectivamente) que en los cafés y blancos (5.44 y 6.22 U, respectivamente). Al igual que con los IT, la interacción entre ambiente y genotipo no tuvo influencia significativa en el título de HA (Cuadros 2, 3 y 4, Fig. 3 y 4).

Al correlacionar los títulos de IT con las mediciones químicas realizadas, se encontró una correlación positiva y estadísticamente significativa ($P < 0.05$) entre el título antitriptico y la cantidad de metionina expresada como mg/100 g de muestra (Cuadro 5).

Discusión

El análisis estadístico de los datos de IT de las muestras correspondientes a los tres ambientes estudiados, señaló el efecto significativo del ambiente. En la sección de resultados se hizo mención del mayor contenido de IT en las muestras de Honduras, al comparar su promedio con los de las muestras de El Salvador y el CIAT, que mostraron una diferencia menor entre sí. Esta observación es importante porque implica que el ambiente puede determinar en cierto grado el contenido de IT en las semillas de estas

Cuadro No. 2: Títulos de hemaglutininas de las muestras provenientes del CIAT, El Salvador y Honduras¹

Variedad	Honduras	El Salvador	CIAT
Porrillo sintético	6	7	8
Jamapa	6	8	9
Puebla 152 (N)	5	5	7
Venezuela-2	6	5	7
Ica Tui	7	10	9
Ex Rico 23	8	9	10
Nep-2	3	5	6
Sanilac	4	5	6
Línea 17	7	10	9
Calima	6	7	8
Puebla 152 (C)	5	5	6
Brasil-2	4	6	6
PI-309-804	9	11	9
51051	6	11	10
Porrillo-1	6	10	9
Ica Pijao	6	10	10
Redcloud	8	11	9
Pompadour-2	6	10	9
S-166-AN	8	11	9
S-630-BC-63	4	7	6

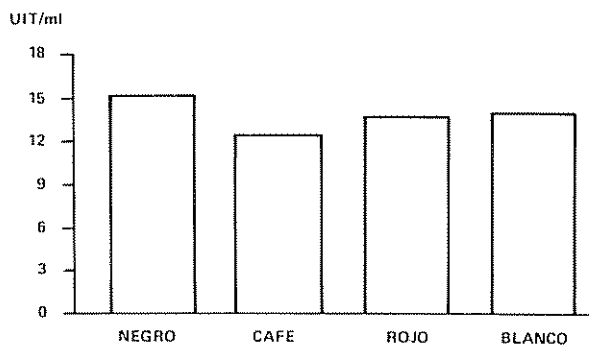
1 Títulos expresados como el número de dilución más alta que produjo aglutinación de los eritrocitos al cabo de una hora.

N: Negro. C: café.

leguminosas. El estudio de los factores incluidos en el ambiente, por ejemplo suelo (fertilidad y disponibilidad de nutrimentos), disponibilidad de agua, y temperatura, humedad y horas de luz, respecto al mayor o menor contenido de IT en las semillas de frijoles, sería de interés para determinar cuál o cuáles son los factores ambientales de mayor influencia en los títulos de IT. Sin embargo, aún cuando se conocieran los factores ambientales de mayor influencia en el contenido de estos compuestos antinutricionales, resultaría sumamente difícil con-

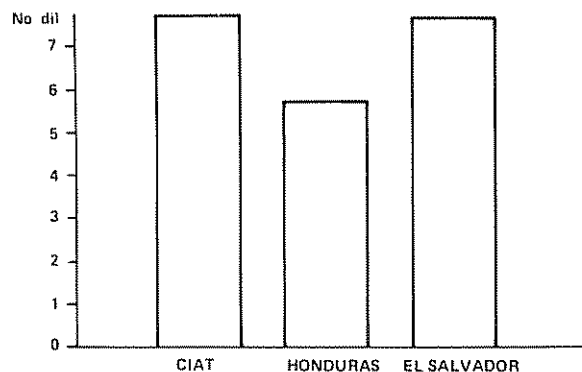
trolarlos o modificarlos para obtener variedades de frijol con un contenido menor de IT, a menos que tales factores ambientales fueran la humedad o la fertilidad del suelo.

En el presente trabajo se mencionó que el color de la semilla de los frijoles fue la característica genotípica con base a la cual se analizaron los resultados. Sin embargo, también pudieron haberse escogido otras características como el tamaño del grano y la brillantez de la cáscara, con las cuales probable-



Incap 88-358

Fig. 2. Promedios de actividades antitripticas según el genotipo.



Incap 80-359

Fig. 3. Promedios de actividades de hemaglutinina según el ambiente.

Cuadro No. 3: Promedios de actividades de IT y HA según el ambiente (sitio de cultivo)

Ambiente	Título de IT (UIT/ml)	Título de HA (U)
Honduras (n = 20)	17.52	5.70
CIAT (n = 20)	12.70	7.70
El Salvador (n = 20)	11.52	7.66

mente habría cambiado el punto de vista de los resultados obtenidos.

Con respecto al IT y su relación con el genotipo (en este caso el color de la semilla) no se pudo descubrir ninguna interacción significativa, lo cual resulta lógico si se toman en cuenta los resultados de Elías, Fernández y Bressani (4) y Fernández (7), con respecto a la localización anatómica de los IT en la semilla cruda, que resultó estar mayoritariamente ubicada en los cotiledones; y ya que el color de las semillas depende principalmente de los pig-

mentos de su cáscara, no podrá esperarse una relación entre el color y el contenido de IT, por lo menos en lo que respecta a los frijoles crudos.

En el caso de las HA la situación fue similar, aunque además de la influencia significativa del ambiente el genotipo demostró tener un efecto en el título hemaglutinante de sus semillas. Al analizar los promedios de las actividades de HA en los distintos ambientes, es notoria la diferencia entre las muestras de Honduras, en este caso menores, y las de El Salvador y del CIAT que, de nuevo, no mostraron mayor

Cuadro No. 4: Promedios de actividades de IT y HA según el genotipo (color)

Genotipo	Título de IT (UIT/ml)	Título de HA (U)
Negro (n = 30)	15.30	8.07
Café (n = 9)	12.44	5.44
Rojo (n = 12)	13.87	8.33
Blanco (n = 9)	14.03	6.22

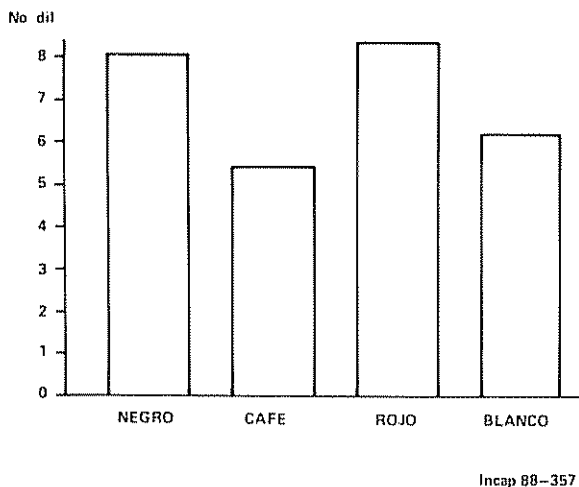


Fig. 4. Promedios de actividades de hamaglutinina según el genotipo.

diferencia entre sí. Al comparar estos resultados con los de IT se observó que éstos subieron en el ambiente de Honduras mientras que las HA disminuyeron en ese mismo lugar, por lo que se concluyó que un mismo ambiente es capaz de influir separadamente en los distintos factores tóxicos contenidos en las semillas de frijoles. Por otra parte, se puede suponer que la similitud entre los resultados de las muestras de El Salvador y del CIAT se debe a una mayor semejanza de condiciones ambientales entre estos dos lugares.

El valor significativo de la influencia del genotipo (color) sobre el título de HA se debió a que los promedios de dichas actividades para los frijoles coloreados (negro y rojo) fueron más altos que para los frijoles cafés y blancos. De manera similar a los IT, las HA están contenidas principalmente en los cotiledones, por lo que no era de esperarse una diferencia significativa entre las actividades de HA de

Cuadro No. 5: Matriz de correlaciones¹

	Nitrógeno	Proteína	Lis/100 g	Lis/16 gN	Met/100 g	Met/16 gN	Amilosa A
Nitrógeno	*						
Proteína	0.9964 80 0.000***	*					
Lis/100 g	0.1748 80 0.117	0.1847 80 0.097	*				
Lis/16 gN	-0.2836 80 0.010*	-0.2731 80 0.014*	0.8869 80 0.000***	*			
Met/100 g	0.5325 80 0.000***	0.5361 80 0.000***	0.1541 80 0.169	-0.1432 80 0.202	*		
Met/16 gN	-0.0984 80 0.389	-0.0917 80 0.424	-0.0238 80 0.828	-0.0099 80 0.928	0.0821 80 0.476	*	
Amilosa A	-0.3576 80 0.001**	-0.3658 80 0.001**	-0.1854 80 0.096	0.0232 80 0.833	-0.2009 80 0.070	-0.0578 80 0.617	*
Inh. Trips.	0.0169 80 0.876	0.0198 80 0.856	0.1918 80 0.085	0.1195 80 0.291	0.2489 80 0.024*	0.1867 80 0.093	-0.1505 80 0.180

1 (Tomada de: Correlaciones para medidas químicas: frijoles IBYAN, INCAP, 1979).
Nótese la correlación significativa estadísticamente entre el título de IT y el contenido de metionina (en mg/100 g).

Significancia:

- * Implica una sig. = 0.05
- ** Implica una sig. = 0.1
- *** Implica una sig. = 0.001

las muestras de distintos colores; sin embargo, los resultados obtenidos señalan que sí existe la influencia del color, aunque con los datos disponibles no es posible decir si la actividad de HA de las semillas de frijoles comunes está influida por los pigmentos causantes del color de la cáscara o por otro tipo de factores, no necesariamente los acabados de mencionar.

La correlación significativa ($P \leq 0.05$) encontrada entre los IT y el contenido de metionina está de acuerdo con los informes acerca del mayor contenido de aminoácidos azufrados de la proteína de los verdaderos IT (8), y llama la atención la posible mejor calidad proteínica de los frijoles con un alto contenido de IT, una vez sometidos a un tratamiento térmico para la eliminación de la actividad tóxica. Estos frijoles poseerán, así, un contenido relativo mayor de metionina, aportado por los IT inactivados. En relación a esto, Jaffé ha informado que los frijoles con un mayor contenido de IT son los que mejoran en mayor grado su calidad nutricional al ser

sometidos a cocción (8). Sin embargo, aún se desconoce si la cantidad de aminoácidos azufrados proporcionada por los IT es de importancia biológica; así, por ejemplo, Ordóñez (19) considera que la cantidad es demasiado pequeña como para provocar una mejora en el crecimiento de animales experimentales.

En resumen, cabe recomendar el estudio individual de los factores ambientales y genéticos en su relación con los factores antinutricionales de las semillas de leguminosas, ya que ello hará más factible la selección de las variedades convenientes para lograr una mejora en la calidad proteínica de este tipo de cultivos. Del mismo modo se recomienda la evaluación de la cantidad de aminoácidos azufrados aportados por los IT y su efecto en el crecimiento y nutrición de animales experimentales, con miras a su aplicación en la nutrición humana, donde la cualidad de los IT de poseer un mayor contenido de este tipo de aminoácidos podría ser aprovechada.

Es de hacer notar que aunque se ha informado de casos de intoxicación en humanos por la ingestión de leguminosas crudas o mal cocidas (10), no es ésta la forma habitual como es consumido este tipo de alimento, sino por el contrario las leguminosas se consumen después de un largo período de cocción. La propiedad de los IT y HA de ser inactivados por el calor los hace susceptibles de ser eliminados durante el proceso térmico de preparación del alimento (12), por lo que su importancia en muestras cocidas de semillas o harina disminuye notablemente.

Resumen

Debido a su alto contenido de proteína, las leguminosas constituyen desde hace tiempo una de las principales fuentes de ese compuesto en la alimentación de muchos pueblos del mundo. Desgraciadamente, la calidad de esa proteína deja que desear debido a deficiencias en aminoácidos azufrados (entre los cuales la metionina es el más importante) y a una baja digestibilidad causada muy probablemente por una variedad de factores antinutricionales contenidos en sus semillas. No obstante, por su importancia nutricional y alimenticia, se ha tratado en los últimos años de lograr una mejora en la calidad proteínica de estas plantas, aunque sin resultados definitivos hasta la fecha, situación que se debe a un conocimiento aún deficiente de los factores perjudiciales que inciden sobre característica tan importante.

El presente estudio se realizó con el fin de profundizar en el conocimiento de los factores antinutricionales. Se investigaron las posibles relaciones del ambiente de cultivo, del genotipo y de una interacción entre ambos con el contenido de inhibidores de tripsina y hemaglutininas observado en semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*).

La muestra estuvo constituida por semillas de veinte cultivares distintos de frijol común provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia; los frijoles fueron sembrados al mismo tiempo en localidades de Colombia, El Salvador y Honduras, y remitidas luego al INCAP, Guatemala. Se contó así con muestras de cuatro colores diferentes: negro, blanco, rojo y café, provenientes de tres localidades diferentes.

Las muestras fueron sometidas a análisis de inhibidores de tripsina (IT) y hemaglutininas (HA), y los resultados analizados estadísticamente por medio de un modelo factorial de análisis de varianza; se encontró un efecto significativo ($P \leq 0.05$) del ambiente en el título de IT, resultado que estuvo influido por el promedio significativamente más alto en el IT de las muestras de Honduras, al compararlas con las de El Salvador y las del CIAT, que resultaron bastante

similares entre sí. En el caso de los IT, el genotipo (color) y la interacción ambiente/genotipo no mostraron ningún efecto significativo.

El título de HA demostró estar influido por el ambiente ($P \leq 0.05$), caso contrario al anterior, pues aquí el promedio de títulos de HA de las muestras de Honduras fue significativamente menor que el de las muestras de El Salvador y del CIAT, de nuevo semejantes entre sí. Por ello se concluye que un mismo ambiente puede afectar de manera diferente a distintos factores tóxicos. El genotipo mostró, en este caso, tener influencia significativa ($P \leq 0.05$) en el título de HA, ya que los promedios de títulos de HA de los frijoles coloreados fueron significativamente más altos que los de los no coloreados. La interacción ambiente/genotipo no demostró tener influencia significativa en los títulos de HA.

Al analizar los datos de IT en busca de correlaciones con otras medidas químicas y biológicas, se encontró una correlación positiva y estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), con el contenido de metionina, expresado en mg/100 g de muestra, lo cual está de acuerdo con informes previos sobre un mayor contenido de aminoácidos azufrados de la proteína de los IT.

Se discutió, al final, la necesidad del estudio individual de los factores ambientales y genéticos en su relación con los factores antinutricionales, y la evaluación de la cantidad de aminoácidos azufrados aportados por los IT y su efecto biológico, con el fin de que dichos conocimientos hagan posible el mejoramiento de la calidad proteínica de las leguminosas.

10 de agosto de 1980

RAFAEL FERNANDEZ**
LUIZ G. ELIAS***
RICARDO BRESSANI***

** Estudiante de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, becado de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1 188, Guatemala, C.A.

*** Científico y Jefe de la misma División, respectivamente.

Literatura citada

1. BRESSANI, R. and ELIAS, L. G. Legume foods. In: New Protein Foods. Vol. 1A. Technology. (Ed. A. M. Altschul). New York, Academic Press. 1974. pp. 230-297.
2. BRESSANI, R. and ELIAS, L. G. The problems of legume protein digestibility. In: Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders. Ottawa, Canada, International Development Research Centre. 1977. pp. 61-72. (IDRC-TS 7e).
3. BRESSANI, R., ELIAS, L. G. and NAVARRETE, D. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, rice beans and cowpeas of Guatemala. Journal of Food Science 26:525-528. 1961.
4. ELIAS, L. G., FERNANDEZ, D. G. de and BRESSANI, R. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of bean protein. Journal of Food Science 44:524-527. 1979.
5. EVANS, R. J. and MCGINNIS, J. Cystine and methionine metabolism by chicks receiving raw or autoclaved soybean oil meal. Journal of Nutrition 35:477-488. 1948.
6. EVANS, R. J. and MCGINNIS, J. The influence of autoclaving soybean oil meal on the availability of cystine and methionine for the chick. Journal of Nutrition 31:449-461. 1946.
7. FERNANDEZ, D. GONZALEZ de. Estudio sobre las posibles relaciones entre los pigmentos presentes en la cáscara de frijol y el valor nutritivo de éste. Tesis (*Magister Scientifical*). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A. 1975. 63 p.
8. JAFFE, W. G. Factores tóxicos en leguminosas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 18:203-218. 1968.
9. JAFFE, W. G. Limiting essential amino acids of some legume seeds. Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine 71:398-399. 1949.
10. JAFFE, W. G. Las semillas de leguminosas como fuentes de proteína en América Latina. In: Recursos Proteínicos en América Latina. Memorias de una Conferencia de Nivel Latinoamericano Celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. (Eds. M. Béhar and R. Bressani). Guatemala, Talleres Gráficos del INCAP. 1971. pp. 228-241.
11. JAFFE, W. G. El valor biológico de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana. Archivos Venezolanos de Nutrición 1:107-126. 1950.
12. JAFFE, W. G. and VEGA LETTE, C. L. Heat-labile growth-inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Nutrition 94:203-210. 1968.
13. JAFFE, W. G. and BRUCHER, O. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemaglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición 12:267-281. 1972.
14. KAKADE, M. L., SIMONS, N. and LIENER, I. E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. Cereal Chemistry 46:518-526. 1969.
15. LIENER, I. E. Effect of heat in plant proteins. In: Processed Plant Protein Foodstuffs. (Ed. A. M. Altschul). New York, Academic Press. 1958. pp. 79-129.
16. LIENER, I. E. Toxic factors in edible legumes and their elimination. American Journal of Clinical Nutrition 11:281-299. 1962.
17. MCGINNIS, J. and EVANS, R. J. Amino acid deficiencies of raw and overheated soybean oil meal for chicks. Journal of Nutrition 34:725-732. 1947.
18. MELNICK, D., OSER, B. L. and WEISS, S. Rate of enzymic digestion of proteins as a factor in nutrition. Science 103:326-329. 1946.
19. ORDOÑEZ, M. E. Factores Antifisiológicos de Especies de *Phaseolus vulgaris* y su Efecto sobre el Crecimiento y Otros Parámetros de Ratas Albinas. Tesis (*Magister Scientifical*). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad

de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A. 1976. 63 p.

20. RUSSEL, W. C. *et al.* The nutritive value of the protein of varieties of legumes and the effect of methionine supplementation. *Journal of Nutrition* 32:313-325. 1946.
21. Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding. Based on Proceedings of a Symposium sponsored by PAG, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July, 1972 and PAG Statement 22: Upgrading Human Nutrition Through the Improvement of Food Legumes (Compiled and edited under the supervision of M. Milner). New York, John Wiley & Sons. 1975. 399 p.

theless, some species of ants are known to be responsible for maintaining and protecting populations of plant-feeding homopterans (4). In the Neotropics, species of *Crematogaster* (2), *Solenopsis* (1) and *Acropyga* (5) are important pests due to their association with homopterans.

Recently, a toxic bait has been developed locally for the control of leaf-cutting ants. The bait matrix for this bait consists of soybean meal pellets 3-8 mm large. During manufacture and storage, particles smaller than this are produced and are impregnated with toxicant (aldrin). Due to their small size, these particles are not suitable for leaf-cutting ant control. However, this powdered bait has shown promise in controlling other troublesome ants, and can thus be usable.

Methods

Details of the manufacture of the 0.4%aldrin bait have been given earlier (3). Colonies of species listed in Table I were treated by either applying 50 g of bait powder near the nest, or at the base of trees where workers were tending homopterans. The effectiveness of the bait was evaluated at 2 and 4 weeks post-treatment. All species were treated in San Lorenzo, Paraguay, with the exception of *Solenopsis invicta*, which was evaluated in Concepción, Paraguay.

CONTROL OF NOXIOUS ANTS WITH LOCALLY PRODUCED BAITS

Sumario. Se controló a hormigas que cuidaban homópteros fitófagos, con partículas menores de 3 mm² de un cebo tóxico desarrollado localmente para controlar hormigas cortadoras.

Noxious ants have received little attention in the pest control strategies of Neotropical growers. Never-

Table 1. Results of toxic bait yield evaluations against noxious ants in Paraguay. All baiting values are significantly different from control ($P < 0.001$).

Species:	<i>Solenopsis invicta</i>	<i>Solenopsis wasmanni</i>	<i>Crematogaster</i>
Number of colonies			citrus trees
treated	35	26	27
control	30	26	20
Number inactive 2 weeks			
treated	29	20	22
control	0	0	1
Number inactive 4 weeks			
treated	32	25	27
control	2	0	1
%Control 4 weeks	91	96	93

Graciously done by S. Weiner.