

**EFFECTO DEL FORMALDEHIDO EN LA PROTECCION DE
PROTEINAS DEL ENSILAJE DE LA PLANTA DE CACAHUATE**
(*Arachis hypogaea*)¹

*Leonor Sanginés G.*², *Carlos Corrales E.*² y *Fernando Pérez-Gil Romo*³

Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán",
México D. F., México

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo investigar el efecto protector del formaldehido sobre la proteína de la planta de cacahuete (21.5% PC). Se diseñó un experimento con cuatro tratamientos (5, 10, 15 y 20% de formaldehido) y un grupo testigo, con cinco repeticiones cada uno. El formaldehido se adicionó en una proporción de 5 litros por tonelada. El pH no fue modificado por los tratamientos (5.56 a 5.70). El porcentaje de amoníaco fue significativamente más bajo en los ensilados tratados que en el testigo, lo que sugiere cierta protección de la degradación del nitrógeno no proteínico a nitrógeno amoniacal. Se observó una fermentación ácida, de tipo láctico, no habiendo diferencia entre tratamiento y grupo testigo. Sin embargo, sí se constató una disminución de ácido propiónico y etanol en los ensilados tratados. Por lo tanto, se concluye que existe cierta inhibición de la fermentación en los ensilados tratados, aconsejándose así el empleo de formol al 5%, como una forma satisfactoria de aprovechar más positivamente este alimento.

INTRODUCCION

Existe en la actualidad una crisis alimentaria en América Latina. Entre otros factores, el empleo de cereales en la alimentación animal, la utilización de suelos potenciales para la producción de granos destinados al consumo humano y el uso de éstos en la producción de forrajes, así como la

Manuscrito modificado recibido: 9-5-84.

- 1 Trabajo presentado en el VI Congreso Latinoamericano de Nutrición celebrado en Buenos Aires, Argentina, agosto de 1982.
- 2 Investigadores del Departamento de Producción Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", México D. F., México.
- 3 Jefe del Departamento de Producción Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, Delegación Tlalpan 14000, México D. F., México.

mala distribución de la riqueza y los problemas sobre la tenencia de la tierra, han despertado en algunos investigadores la preocupación por la búsqueda de nuevas fuentes de alimentos, por lo general, no tradicionales en la alimentación animal.

El aprovechamiento de diversos subproductos agrícolas para la alimentación del ganado, representa una buena probabilidad para disminuir los costos de alimentación. A la vez, ello ayudaría a la problemática actual entre los animales y el hombre de competir por algunos alimentos, especialmente granos.

En la República Mexicana se encuentran bajo cultivo 75,482 hectáreas de cacahuate, con una producción de 109,613 toneladas de fruto, y 275,118 tons de paja (1). Los Estados de Sinaloa y Puebla son, hoy día, los mayores productores (Figuras 1 y 2).

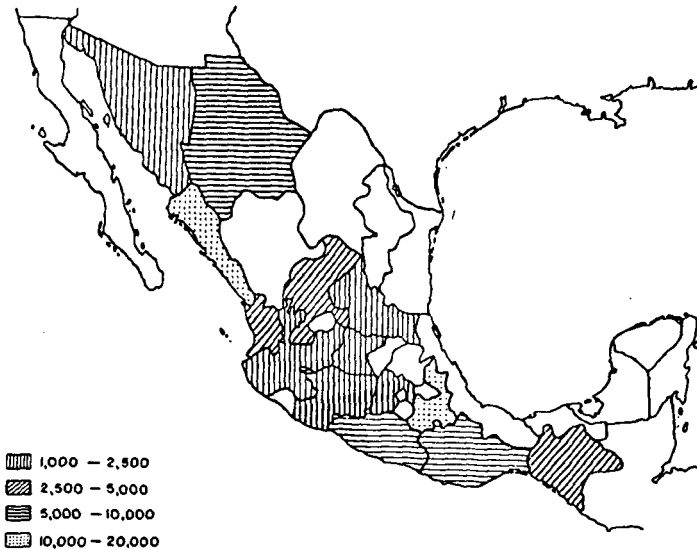


FIGURA 1

Superficie cosechada (ha) de cacahuate (*Arachis hypogaea*)

Hoy en día, el forraje de cacahuate se desperdicia sin darle ninguna utilidad. Dicho forraje (tallo y hojas) contiene 21.500/o de proteína cruda (PC), en base seca, la que bien podría ser aprovechada en la alimentación de rumiantes. En la mayoría de las ocasiones, después de cosechar el cacahuate, el fruto se recolecta y almacena para ser procesado, pero el forraje verde se desecha y posteriormente se pudre. Son relativamente pocos los ganaderos que utilizan la planta de esta leguminosa y la emplean como heno en la alimentación animal; sin embargo, no hay informes en la literatura acerca de su empleo en forma de ensilaje en la República Mexicana.

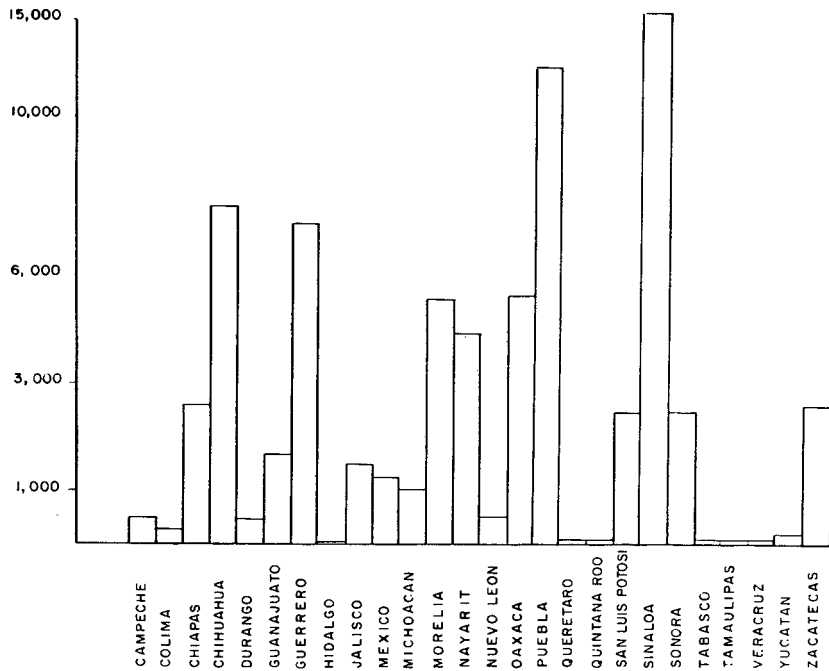


FIGURA 2

Superficie cosechada por ha de cacahuete (*Arachis hypogaea*)

En cuanto a las ventajas del ensilado, en comparación con los forrajes toscos en términos de producción láctea, Ekern (2) detectó diferencias en cuanto a calidad a causa de fermentaciones, y calidad, tiempo de conservación y condiciones prevalentes durante la cosecha del forraje. Además, estudió las pérdidas del follaje producidas durante el proceso de henificado. No obstante, Waldo (3) observó que durante el ensilaje ocurrían pérdidas de algunos nutrientes, y sugirió el uso de sustancias químicas para evitarlas.

Barry (4) y Bany, Cook y Wilkins (5), así como Brown y Valentine (6), demostraron que mediante la adición de formaldehído antes de ensilar, disminuía la producción de ácidos orgánicos y la degradación de la proteína, aumentando así la proporción de proteína de la dieta no degradada que llega al duodeno cuando ésta es consumida.

Esto ocurre debido a que el formaldehído protege a las proteínas de las plantas de la degradación bacteriana, tanto en el rumen, como en el retículo, permitiendo la digestión proteínica subsecuente a nivel del abomaso y del intestino delgado.

Una de las desventajas del formaldehído es que produce ensilados con un pH elevado, y causa fermentaciones secundarias como las que se desarrollan cuando el ensilado se expone al aire (3).

El objetivo principal de este trabajo fue investigar el efecto del formaldehído sobre la protección de la proteína de la planta de cacahuete ensilado, de forma tal, que se logre utilizar más eficientemente el forraje que proporciona esta leguminosa. Un punto de vital interés, probablemente, fue también el subrayar que son muy pocos los estudios que se han realizado con la planta de cacahuete. Con los resultados obtenidos de esta investigación, se espera contribuir hacia un mejor conocimiento de la aplicación práctica de esta planta en la alimentación animal.

MATERIALES Y METODOS

La planta de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) utilizada en esta investigación se obtuvo en el Municipio de Huitzoco, Estado de Guerrero, México. Después de ser cosechada, se sacudió, con el objeto de eliminar la mayor cantidad de tierra posible.

Luego se cortó la parte inferior, se picó y se ensilaron 250 g de forraje bien compactados en frascos de 500 ml de capacidad.

Se elaboraron cuatro tratamientos (con 5, 10, 15 y 20% de formaldehído) y el testigo, con cinco repeticiones cada uno. El formol se adicionó en una proporción de cinco litros/tonelada. Se dejó transcurrir un tiempo mínimo de 30 días para que se llevara a cabo la fermentación del forraje; posteriormente se procedió a hacer los siguientes análisis:

- 1) Análisis químico proximal, por los métodos de la AOAC (7).
- 2) Determinación de los componentes de la fibra cruda según el método de Van Soest (8) y Van Soest y Wine (9, 10).
- 3) Determinación de amoníaco, por el procedimiento modificado de Charney y Marback (11), citado por Minor *et al.* (12).
- 4) Determinación de pH, valiéndose de un potenciómetro, y
- 5) Determinación de ácidos grasos volátiles y ácido láctico, respectivamente, por cromatografía de gases (13).

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados estadísticamente por medio del análisis de varianza, y la diferencia entre los tratamientos por el método de Duncan (14, 15).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos referentes al análisis químico proximal de la planta del cacahuete antes de ser ensilada, se presentan en la Tabla 1.

Asimismo, en la Tabla 2 se consignan los valores correspondientes a pH y amoníaco, respectivamente.

En cuanto al pH, no se observaron cambios significativos ($P < 0.5$) entre los distintos tratamientos, ni con el forraje testigo. El pH del forraje testigo resultó ser similar al encontrado por Johnson, Butter y Williams (16), quienes trabajaron con ensilado de la planta de cacahuete con fruto. Por su parte, Barry (3) menciona que el tratamiento con formol, eleva el

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE LA PLANTA DE CACAHUATE ANTES DE SER ENSILADA

Fracción	Porcentaje (Base seca)
Proteína cruda (N x 6.25)	21.51
Extracto etéreo	7.56
Fibra cruda	20.92
Cenizas	10.73
Extracto libre de nitrógeno	39.28

TABLA 2

EFECTO DEL FORMALDEHIDO SOBRE EL pH Y LA PRODUCCION DE AMONIACO EN EL ENSILADO DE LA PLANTA DE CACAHUATE*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
pH	5.65 ^a ±0.06	5.70 ^a ±0.19	5.60 ^a ±0.23	5.56 ^a ±0.15	5.57 ^a ±0.05
Amoníaco, g/100 g de muestra	1.419 ^a ±0.22	0.986 ^b ±0.13	0.944 ^b ±0.05	0.864 ^b ±0.09	1.018 ^b ±0.21

* Medias ± desviación estándar de tres a cinco muestras. Las medias con diferentes letras superscriptas difieren significativamente ($P < 0.05$).

pH de los ensilados; sin embargo, en nuestro estudio no se constató ese efecto en el ensilaje.

En cuanto al amoníaco, se encontró una diferencia significativa ($P < 0.5$) entre el testigo y los distintos tratamientos. Ello confirma el hecho de que el formol protege a las proteínas de la planta de la degradación bacteriana, durante el proceso de fermentación (ensilaje).

Estos resultados se aprecian claramente en la Tabla 2, en la que se observa que la concentración de amoníaco (g/100 g de muestra) de los diferentes tratamientos, disminuye significativamente con respecto al testigo. No obstante, también se observa que el contenido de amoníaco en las muestras no cambió a pesar de los diferentes niveles de formaldehido usados.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en el análisis químico proximal realizado en la planta de cacahuate tratada y sin tratar, éstos se incluyen en la Tabla 3, pudiéndose observar que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, ni entre éstos y el grupo testigo. Ya se men-

TABLA 3

EFFECTO DEL FORMALDEHIDO SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO DE LA PLANTA DE CACAHUATE*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
o/o Materia seca	19.06 ± 1.82 ^a	20.91 ± 0.96 ^a	19.71 ± 1.92 ^a	19.62 ± 2.15 ^a	20.53 ± 1.58 ^a
o/o Proteína cruda (N x 6.25)	19.97 ± 1.54 ^a	19.76 ± 0.96 ^a	18.53 ± 1.54 ^a	17.87 ± 1.81 ^a	17.25 ± 1.07 ^a
o/o Extracto etéreo	3.62 ± 0.30 ^a	2.46 ± 0.44 ^a	3.24 ± 0.11 ^a	3.05 ± 0.52 ^a	2.27 ± 0.31 ^a
o/o Cenizas	13.73 ± 0.20 ^a	14.38 ± 0.31 ^a	13.64 ± 0.42 ^a	12.82 ± 0.35 ^a	13.65 ± 0.44 ^a

* Medias ± desviación estándar de cinco muestras.

cionó que el formol protege a las proteínas de la planta de la acción de los microorganismos durante el proceso de ensilaje; sin embargo, el hecho de que la proteína cruda no haya sufrido ningún cambio, se debe a que el análisis de la misma se llevó a cabo por la cantidad de nitrógeno presente, multiplicado por el factor 6.25 y, como se sabe, el nitrógeno puede ser de origen proteínico o no proteínico.

Para determinar el porcentaje de proteína protegida, habría sido necesario determinar el porcentaje de proteína verdadera, por lo que este aspecto requiere mayor investigación.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la acción del formaldehído sobre la producción de alcohol, ácidos grasos volátiles y ácido láctico de la planta de cacahuete. Los resultados confirman que hubo una fermentación ácida, predominando el ácido láctico (fermentación favorecida durante el proceso de ensilaje).

Se puede apreciar que conforme el nivel de formaldehído aumenta en los ensilados, el porcentaje de etanol presente en los mismos también aumenta, lo cual coincide con los datos obtenidos por Barry (17) y por Barry, Cook y Wilkins (5). Sin embargo, no se explica el por qué de este fenómeno.

Los resultados de la determinación de los componentes de la fibra cruda de la planta de cacahuete, ensilada y tratada con formaldehído, se dan a conocer en la Tabla 5. Según revelan los datos, no hubo diferencias significativas en cuanto a celulosa y paredes celulares, así como tampoco entre tratamientos, ni entre los tratados y el grupo testigo.

En cuanto al porcentaje de fibra ácido detergente, se suscitó un ligero incremento en los tratamientos con formol, con respecto al testigo. Finalmente, el porcentaje de lignina difirió entre algunos de los tratamientos, pero sin que hubiese una correlación en cuanto al porcentaje de formol empleado. Respecto a la fibra ácido detergente (FAD), este análisis se usa para una rápida determinación de la ligno-celulosa en los alimentos. En esta fracción, sin embargo, también aparece el sílice. La diferencia entre el valor de las paredes celulares (NAD) y la fibra ácido detergente, da una estimación del valor de la hemicelulosa, ya que esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. El método de fibra ácido detergente, también se emplea como paso preliminar en la determinación de la lignina (por permanganato de potasio), obteniéndose por diferencia, la celulosa y los silicatos.

CONCLUSION

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir, pues, que el formaldehído —como tratamiento químico en el ensilado de la planta de cacahuete— protege a las proteínas para que éstas no sean degradadas hasta amoníaco. Su uso, por lo tanto, se recomienda, pudiendo utilizar el nivel de 50/o, ya que según el estudio que nos ocupa, no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, para saber hasta qué punto han sido realmente protegidas las proteínas, es necesario realizar pruebas de digestibilidad *in vivo*, análisis de proteína verdadera y aceptación del ensilado por parte del animal. Este será el siguiente paso

TABLA 4

EFFECTO DEL FORMALDEHIDO EN LA PRODUCCION DE ALCOHOL, ACIDOS GRASOS VOLATILES Y ACIDO LACTICO EN LA PLANTA DE CACAHUATE ENSILADA*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
Etanol, g ^o /o	0.2369 ± 0.068 ^a	0.0653 ± 0.019 ^b	0.0814 ± 0.024 ^b	0.0832 ± 0.073 ^b	0.1474 ± 0.052 ^{ab}
Acido acético, g ^o /o	0.7489 ± 0.070 ^a	0.6342 ± 0.155 ^a	0.7202 ± 0.121 ^a	0.6992 ± 0.110 ^a	0.6720 ± 0.010 ^b
Acido propiónico, g ^o /o	0.1282 ± 0.019 ^a	0.1178 ± 0.065 ^b	0.2189 ± 0.086 ^c	0.0934 ± 0.088 ^d	0.0764 ± 0.017 ^e
Acido butírico, g ^o /o	0.2343 ± 0.120 ^a	0.1769 ± 0.125 ^a	0.1375 ± 0.094 ^a	0.1492 ± 0.028 ^a	0.0874 ± 0.002 ^a
Acido láctico, g ^o /o	6.95 ± 0.106 ^{ab}	7.52 ± 0.452 ^a	7.56 ± 0.548 ^a	6.38 ± 0.548 ^b	6.96 ± 0.229 ^{ab}

* Medias ± desviación estándar de cinco muestras. Las medias con diferentes letras superscriptas difieren significativamente (P < 0.05).

TABLA 5

DETERMINACION DE LOS COMPONENTES DE LA FIBRA CRUDA DE LA PLANTA DE CACAHUATE
ENSILADA CON FORMALDEHIDO*

	Niveles de formaldehido, o/o				
	0	5	10	15	20
o/o Celulosa	26.11 ± 1.72 ^a	30.57 ± 2.77 ^a	31.81 ± 4.43 ^a	26.31 ± 1.83 ^a	29.34 ± 4.50 ^a
o/o FAD	37.31 ± 2.85 ^a	45.56 ± 3.62 ^b	49.09 ± 2.21 ^b	43.13 ± 8.48 ^{ab}	45.67 ± 3.38 ^b
o/o Lignina	8.49 ± 1.02 ^a	12.37 ± 1.54 ^{bd}	16.57 ± 2.29 ^c	10.61 ± 1.03 ^{ad}	14.57 ± 0.47 ^{bc}
o/o Paredes celulares (Fibra neutro detergente)	43.16 ± 2.48 ^a	43.36 ± 2.07 ^a	48.24 ± 0.64 ^a	40.92 ± 4.97 ^a	42.59 ± 1.36 ^a

* Medias ± desviación estándar de cinco muestras. Las medias con diferentes letras superscriptas difieren significativamente ($P < 0.05$).

a seguir, a fin de conocer las limitantes, y utilizar con la mayor eficiencia posible una proteína barata que, en la actualidad, crece en forma abundante en ciertas regiones del país.

SUMMARY

FORMALDEHYDE PROTECTIVE EFFECT ON THE SILAGED WHOLE PEANUT PLANT PROTEIN

An experiment was performed to study the formaldehyde protective effect on the ensilaged whole peanut plant protein (21.5% CP). The experimental design consisted in four treatments 5, 10, 15 and 20% formaldehyde, which was added in the proportion of 5 lt, per ton. A control group without any formaldehyde was also included. There were no significant differences in regard to pH among treatments (5.56 to 5.70). Ammonia concentration dropped significantly in all treatments, a finding which suggests a protective effect on protein nitrogen degradation to non-protein nitrogen (NH₃). A lactic acid fermentation was observed, without any difference between treatment and the control group. Nevertheless, there was a reduction in propionic acid and ethanol concentration in all the silages. Therefore, it is concluded that there was an inhibition of the fermentation process in all the silages treated, and that the addition of formaldehyde at the 5% level is a satisfactory way of protecting this type of feed.

BIBLIOGRAFIA

1. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. México D. F., México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (D.G.E.A.), 1978.
2. Ekern, A. & G. Mc Leod. The role of conserved forages in the nutrition of the dairy cow. *Livestock Prod. Sci.*, 5:45-56, 1978.
3. Waldo, D. R. Potential of chemical preservation and improvement of forages. *J. Dairy Sci.*, 60:306, 1977.
4. Barry, T. N. Effect of treatment with formaldehyde, formic acid, and formaldehyde-acid mixtures on the chemical composition and nutritive value of silage. I. Silage made from immature pasture compared with hay. *New Zealand J. Agr. Rev.*, 18:285-294, 1975.
5. Barry, T. N., J. E. Cook & R. J. Wilkins. The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of nitrogen in Lucerne silage. The voluntary intake and nitrogen retention of young sheep consuming the silage with and without intraperitoneal supplements of DL-methionine. *J. Agr. Sci. Camb.*, 91:701-715, 1978.
6. Brown, D. C. & S. C. Valentine. Formaldehyde as a silage additive. I. Chemical composition and nutritive value of frozen Lucerne, Lucerne silage and formaldehyde treated Lucerne silage. *Aust. J. Agr. Res.*, 23:1093-1100, 1972.
7. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 16th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
8. Van Soest, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *JAOAC*, 46:829-935, 1963.
9. Van Soest, P. J. & R. H. Wine. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. *JAOAC*, 50:50, 1967.

10. Van Soest, P. J. & R. Wine. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. *JAOAC*, 51:780, 1980.
11. Charney, A. L. & E. P. Marback. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.*, 8:130-132, 1962.
12. Minor, S., N. A. McLeod, T. R. Preston & R. A. Leng. Parámetros del tracto digestivo en toros alimentados con dietas de caña de azúcar, urea y diferentes suplementos proteicos. *Prod. Anim. Trop.*, 2:166-177, 1977.
13. Sanginés, G. L. **Efecto sobre la Composición Química de Alfalfa Tratada con Diferentes Niveles de Formaldehído (0 al 20^o/o).** Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F., 1979.
14. Bruning, J. L. & B. L. Kintz. **Computational Handbook of Statistics.** 2nd ed. Glenview, Illinois. Scott, Foresman, and Co., 1977.
15. Daniel, W. W. **Bioestadística. Bases para el Análisis de las Ciencias de la Salud.** México D. F., México, Editorial Limusa, 1979.
16. Johnson, Jr., J. C., J. L. Butler & E. J. Williams. Composition and nutritive value of whole plant peanuts (*Arachis hypogaea*, L.) ensiled with and without propionic acid-formaldehyde treatment. *J. Dairy Sci.*, 62:1258-1263, 1979.
17. Barry, T. N. Effect of treatment with formaldehyde, formic acid and formaldehyde-acid mixtures on the chemical composition and nutritive value of silage. II. Nature herbage. *New Zealand J. Agr. Rev.*, 19:185-191, 1976.