

**Estudios Sobre el Valor Nutritivo del
Maíz Infechado por Hongos en Pollos**

Por

JULIO FRANCISCO RODRIGUEZ O.

TESIS

Presentada como requisito previo a optar

El Título de

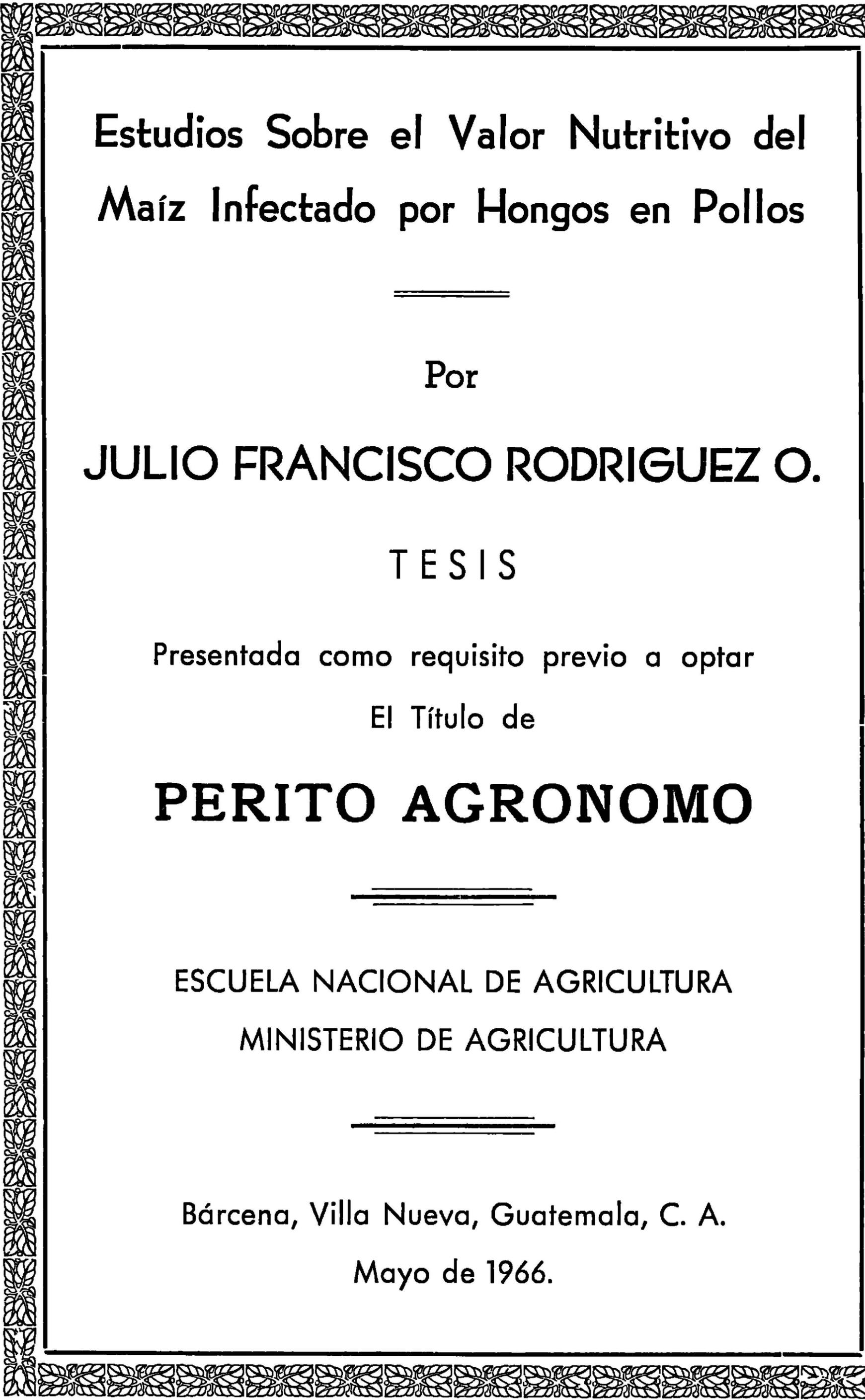
PERITO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C. A.

Mayo de 1966.



**Estudios Sobre el Valor Nutritivo del
Maíz Infechado por Hongos en Pollos**

Por

JULIO FRANCISCO RODRIGUEZ O.

TESIS

Presentada como requisito previo a optar

El Título de

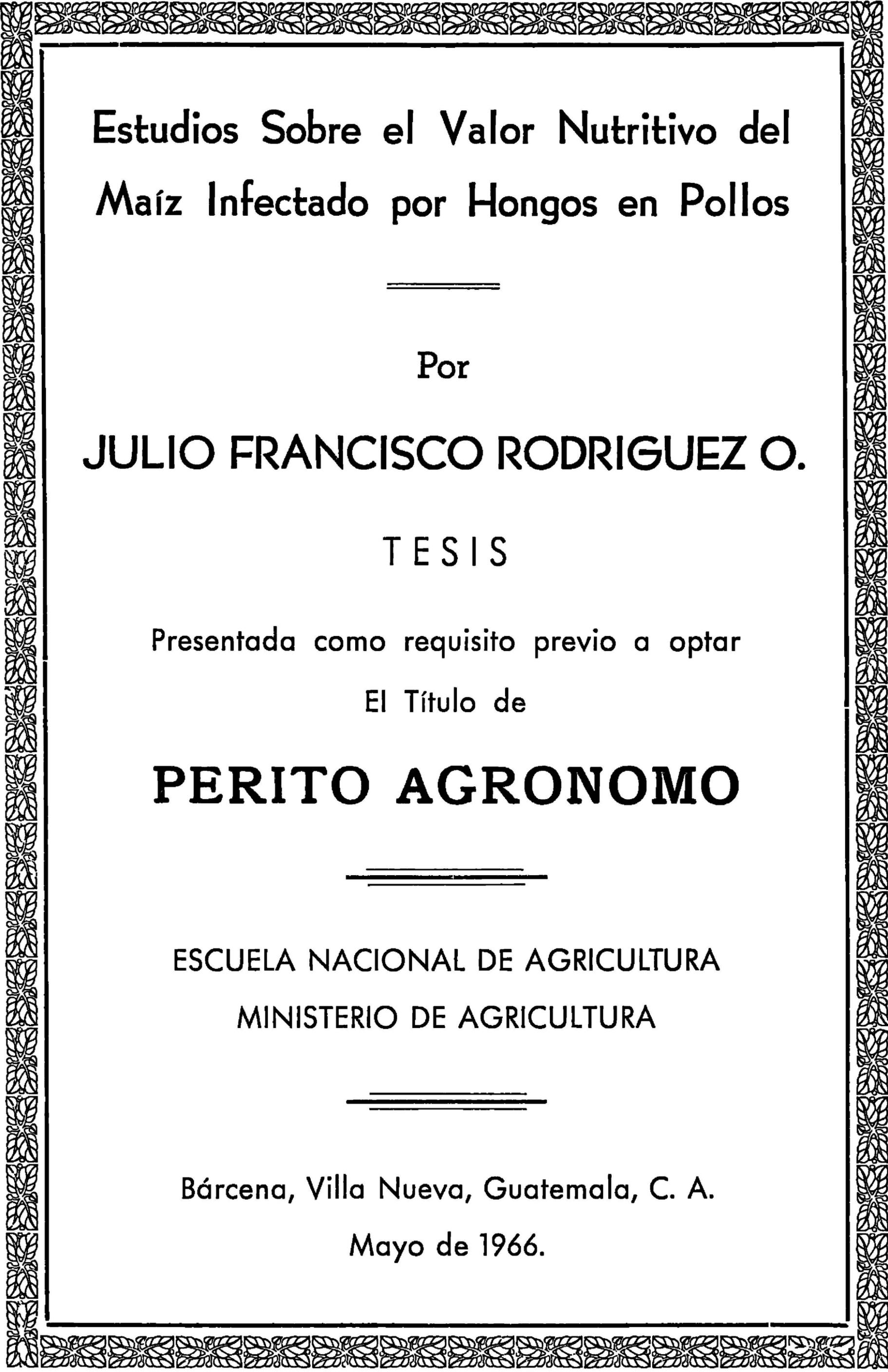
PERITO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C. A.

Mayo de 1966.



**Estudios Sobre el Valor Nutritivo del
Maíz Infechado por Hongos en Pollos**

Por

JULIO FRANCISCO RODRIGUEZ O.

TESIS

Presentada como requisito previo a optar

El Título de

PERITO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C. A.

Mayo de 1966.

RECONOCIMIENTO.

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (I.N.C.A.P.), por proporcionarme las facilidades necesarias para el desarrollo de este trabajo. En especial va mi sincero agradecimiento al Doctor Ricardo Bressani, jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos, por su valiosa supervisión en este estudio.

Asimismo, patentizo mi agradecimiento a todo el personal de la División de Química Agrícola y de Alimentos (del I.N.C.A.P.) que en una u otra forma me brindaron su colaboración en mis actividades, en especial a la señorita María Luisa Martínez.

I N D I C E .

	<u>PAGINA No.</u>
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
III. MATERIALES Y METODOS.....	5
1. Hongos.....	5
2. Inoculación del Maíz.....	5
3. Análisis Químicos.....	6
4. Elaboración de Dictas.....	6
5. Ensayo Biológico.....	6
IV. RESULTADOS.....	7
V. DISCUSION.....	8
VI. RESUMEN.....	10
VII. APENDICE.....	12
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	13

I. INTRODUCCION

La contaminación ocasional de los alimentos por compuestos biológicamente activos que se originan de los procesos metabólicos de hongos contaminantes, representa una situación que posiblemente ha existido por muchos años. Es to es probable en vista de la distribución amplia de los hongos, las oportunidades frecuentes para que los hongos crezcan y se desarrollen durante la cosecha, almacenamiento y manejo de los productos agrícolas, y la capacidad biológica que tienen los hongos en producir sustancias orgánicas de estructuras complejas.

Sin embargo, interés en el deterioro de los alimentos inducido por los hongos, hasta recientemente, está únicamente relacionado principalmente a las pérdidas económicas asociadas a la calidad física o a otras características del alimento.

Ha sido muy común considerar alimentos deteriorados por hongos como aceptables en el uso para raciones de animales, ya que en este sentido se consideraban inocuas. Existen muchas publicaciones que consideran que productos alimenticios afectados por hongos no producen efectos adversos al animal. Estas conclusiones están más ó menos de acuerdo con la más reciente evidencia disponible que aunque es limitada, indica que probablemente sólo una cantidad relativamente pequeña de hongos encontrados en los alimentos son capaces de producir sustancias tóxicas. Es también posible que las condiciones ambientales afecten a la producción de

toxinas por el hongo.

Sin embargo, no se ha apreciado mucho el significado potencial de toxinas producidas por hongos que crecen y se desarrollan en los alimentos, en los problemas de salud tanto animal como humana, a pesar de que existe mucha información sobre el ergotismo, el cual ha sido reconocido por muchos años y probablemente representa el ejemplo más bien documentado sobre micotoxicosis.

Mucha más atención al problema de micotoxicosis se ha dado desde que se informó que torta de maíz infectada por el hongo Aspergillus flavus causó la muerte de grandes cantidades de aves en Inglaterra y otros lugares. Estudios extensos realizados durante los últimos seis años han indicado la gran importancia que la infección con hongos tiene o puede tener sobre la salud del hombre y del animal. Las semillas de las gramíneas están sujetas a la invasión por una gran variedad de hongos. Por ejemplo, Pepper en 1960 encontró 148 especies de hongos en el grano de la cebada, que comprendían 68 géneros. Lo mismo puede ocurrir en el maíz, que constituye el cereal de más importancia en la dieta de Guatemala.

El propósito de este estudio fue, por consiguiente, determinar el valor nutritivo del maíz infectado por varios hongos que comúnmente se han encontrado en este cereal en Guatemala.

II. REVISION DE LITERATURA

Mitchell y colaboradores (18) estudiaron el valor proteico y energético de maíz infectado por Nigrospora. Los autores encontraron que la palatabilidad del maíz infectado era superior a la del maíz sano. La composición química del maíz infectado en un 53 a 84% por Nigrospora no fué diferente del maíz sano, aunque contenía menos nitrógeno y compuestos solubles en éter. También informaron que el maíz infectado era menos digerible para la rata que el maíz sano, pero la digestibilidad del nitrógeno solo, era superior. Esto fué atribuido a la presencia de mayor cantidad de germen. Concluyeron que no había cambios en la utilización de la proteína pero sí en la utilización de la energía. Hunt, Thomas y Beethke (15) informaron que maíz infectado por hongos contenía mayor cantidad de niacina y de ácido pan_ototénico. También indicaron que el maíz con hongos no causó efectos tóxicos en pollos alimentados con él.

Joffe (17) indicó que hongos de cereales almacenados por tiempos largos producen toxinas que causan alcuria tóxica alimentaria en el hombre. Los hongos que producían las toxinas fueron aislados y se indicó que fueron de las especies de Fusarium, Cladosporium, Alternaria, Penicillium y Mucor. Christensen y Kernkamp (11) informaron que cebada infectada con especies de Fusarium produjeron molestias digestivas en cerdos. En 1940, Biester y colaboradores (8) reprodujeron el envenenamiento en caballos alimentados con maíz infectado por hongos de color verde y gris, no obstante

no se identificaron los hongos. Burnside et al (9) informaron sobre enfermedades de cerdos y ganado alimentados con maíz infectado por hongos. Bailey y Groth, Jr. (5) informaron una toxicosis en perros que consumieron una dieta a base de maíz originario de una región donde maíz infectado por hongos causó toxicosis en cerdos. Necropsias en los perros correspondieron a las de los cerdos alimentados con el mismo maíz. Forgacs (14) describió bastante extensamente las toxicosis producidas por maíz infectado por hongos, en diferentes animales y el hombre. Entre los hongos que en los últimos 3 años ha recibido mucha atención es el Aspergillus flavus, el cual produce compuestos orgánicos sumamente tóxicos para el animal y posiblemente para el hombre (19). Recientemente Allcroft y Carnaghan (1,2) informaron que vacas alimentadas con harina de maní contaminada con la aflatoxina B1 producida por el hongo A.flavus, excretaban en la leche un compuesto tóxico el cual causa cambios en el hígado parecidos a los producidos por la aflatoxina. Otros autores también lograron demostrar esto en ratas (6,12,13), y en tejidos de oveja (3,10).

Posiblemente la recopilación más extensa sobre el problema de la infección de los cereales por hongos y sus efectos a los animales y al hombre, se encuentra en las memorias de la conferencia sobre micotoxinas en alimentos editada por Wogan (19).

III. MATERIALES Y METODOS

1. Hongos

Los hongos empleados para la inoculación del maíz fueron aislados de maíces guatemaltecos infectados (16). Después de aislarlos en cepas puras y de identificarlos, se preparó suficiente medio de cultivo de agar, sal y malta en las proporciones de 2, 10 y 2% para la preparación de suficiente inóculo. Los hongos usados en este estudio fueron, a) Fusarium sp., b) Penicillium sp., c) Aspergillus niger y d) Aspergillus flavus.

2. Inoculación del maíz

Para la siembra del hongo en el maíz, se prepararon suspensiones de las esporas del cultivo del hongo en agua destilada y esterilizada. Alrededor de 20 libras de maíz amarillo para cada hongo fueron quebrantados y puestos en el autoclave a 121°C y 16 lbs. de presión por 15 minutos con alrededor del 40% de agua del peso del maíz, para esterilizarlo. Luego, el maíz fue inoculado con la suspensión de esporas de los diferentes hongos. Una cantidad igual de maíz fue esterilizada pero no inoculada, la cual sirvió como control.

Una vez el maíz quebrado fuera inoculado, se incubó por espacio de 12 días a una temperatura de 26 a 28 °C. Después de la incubación, el maíz fue deshidratado y molido para poder ser incorporado más fácilmente en la ración. Una muestra de 100 g. fue recolectada con el fin de efectuar análisis químicos y detectar cambios significativos en composi

ción proximal.

3. Análisis Químicos

Las muestras de maíz infectado por los diferentes hongos y la muestra control fueron analizados por su contenido de humedad, grasa, fibra cruda, proteína, cenizas y acidez total, según los métodos oficiales de la AOAC (4).

4. Elaboración de Dietas

La composición de las raciones empleadas en este estudio se indican en el cuadro No. 1. La proteína de la dieta se derivó de una harina de algodón (Borgonovo Hnos., El Salvador) con 50% de proteína. Con el fin de corregir posibles deficiencias de amino ácidos esenciales se suplementó con 8% de harina de pescado (sardina). Además se agregó 4% de sales minerales (Salmina, productos Riverside, Guatemala), 0.5% de aceite de bacalao y 2 ml. de una solución completa de vitaminas (7). El resto de la dieta estaba formada por 49.5% de maíz infectado con los diferentes hongos y el control. Las dietas contenían de 28.0 a 29.7% de proteína.

5. Ensayo Biológico

El estudio se realizó con 100 pollos de la extirpe Indian-River Hybro, clase Broiler, de 3 días de edad, los cuales fueron identificados mediante anillos metálicos numerados. Los pollos se distribuyeron según el peso entre 5 grupos de 20 pollos cada uno. El peso inicial promedio por grupo fué de 50.5 gramos.

Los animales se alojaron en jaulas metálicas equipadas con sus respectivos termostatos para el control apropiado de la temperatura. El ensayo duró 5 semanas durante las cuales

se les suministró alimento y agua ad libitum. Los pollos y el alimento fueron pesados cada 7 días con el fin de establecer el incremento de peso, los índices de eficiencia proteica y utilización del alimento y observar cualquier efecto adverso de la dicta sobre el crecimiento de los pollos.

IV. RESULTADOS

Los análisis químicos de los maíces infectados con los cuatro hongos y del control se presentan en el cuadro No. 2. Los datos no indican mayores cambios en los componentes estudiados con el posible aumento en la cantidad de grasa para todos los maíces, con la excepción del maíz infectado con A. flavus. La acidez total también aumentó en los maíces infectados en comparación con el control.

Los resultados obtenidos con los pollos se presentan en el cuadro No. 3. Puede notarse que todos los hongos redujeron el crecimiento de los pollos, siendo el efecto mayor en el maíz infectado con A. flavus, luego con Penicillium sp., A. niger y finalmente Fusarium sp. Las diferencias fueron significativas para todos los hongos (tratamientos).

El consumo promedio de alimento corresponde con los aumentos de peso, habiendo ingerido menos los pollos que consumieron maíz infectado con A. flavus, A. niger y Penicillium sp. Este paralelismo entre los aumentos en peso y alimento

consumido fue responsable por no alterar el índice de utilización del alimento, el cual fue relativamente bueno. El índice de utilización proteica fue similar para todos los grupos, con un valor ligeramente inferior para el grupo de pollos consumiendo maíz infectado con Penicillium sp. y ligeramente superior para el Fusarium sp.

La mortalidad fue relativamente baja, habiéndose observado de 1 a 2 muertes al inicio del estudio en los grupos control, A. niger, A. flavus y de una muerte en el grupo Penicillium al final del estudio.

Los pesos promedios finales de cada grupo se presentan en forma de barras en la figura 1. Puede notarse que conforme el experimento procedía, las diferencias entre el grupo control y los experimentos eran mayores, especialmente en el caso del A. flavus.

Durante el estudio se observó que en los cuatro tratamientos varios pollos desarrollaron perosis siendo mayor en los grupos con Penicillium sp. y A. niger. Asimismo se observó que todos los pollos desarrollaron diarrea moderada de la 3a. semana en adelante en todos los grupos.

V. DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican que la presencia de hongos en alimentos como el maíz puede causar

retardo en el crecimiento y desarrollo de las aves que lo consumen. Sin embargo, a juzgar por los índices de utilización de la proteína y del alimento, el valor nutritivo del grano no disminuye. La razón de ésto fué debido a que el hongo causó una disminución en el consumo de alimento y ésto a su vez resultó en menor aumento en peso. El menor consumo de alimento pudo ser debido a que el sabor de la dieta estaba alterado pero es posible que haya sido más bien debido al inicio de efectos patológicos adversos del hongo ó compuestos producidos por el hongo para el animal. Esto puede notarse en los pesos de los pollos en los diferentes grupos cada semana. Al principio del estudio las diferencias entre los grupos experimentales y el control fueron relativamente pequeñas y no significativas pero de la 3a. semana en adelante estas diferencias fueron aumentando, en especial para el maíz infectado por A. flavus. Posiblemente se hubiera encontrado mayor efecto si el experimento se hubiera prolongado unas semanas más.

Estos datos sugieren que el efecto del hongo ó compuestos producidos por él son acumulativos en naturaleza, necesitándose más tiempo ó más concentración para observar un efecto más rápido. También es posible que no se haya observado más efectos de los diferentes hongos, por el hecho de que las raciones contenían cantidades relativamente altas de proteína y ésta de buena calidad. Es posible que con niveles inferiores de proteína el efecto adverso del hongo sea más rápido y superior al observado en este estudio.

En futuros estudios de esta naturaleza se sugiere que

la concentración proteica de la dieta sea inferior y que para lograr más concentración de los productos sintetizados por el hongo, se preparen extractos del maíz infectado y que éste en forma concentrada se incorpore en la ración.

Otro factor que pudo reducir el posible efecto del maíz infectado es que los pollos al iniciar el estudio ya tenían 3 días de edad. Si hubieran sido iniciados en el estudio de un día de edad se hubiera obtenido más sensibilidad, ya que más joven es el animal menos resistente es a factores tóxicos ó enfermedades.

Finalmente, es de interés práctico continuar con estos estudios, tanto desde el punto de vista económico, ya que los pollos crecieron menos en el mismo período que los pollos en el grupo control, como desde el punto de vista del consumo del maíz por el hombre. Sería interesante conocer si el proceso de preparación de la tortilla afecta el desarrollo de los hongos en el maíz y si se producen los compuestos tóxicos que son posiblemente responsables por los resultados observados en este estudio.

VI. RESUMEN

El propósito del estudio fue el de conocer el efecto de varios hongos sobre el valor nutritivo del maíz. Suficiente cantidad de este cereal, dividido en 5 partes igua-

les fue inoculado y luego incubado después de esterilización con cuatro hongos aislados de muestras de maíz procedentes de diferentes zonas de Guatemala. Los hongos estudiados fueron especies del Fusarium, del Penicillium, el Aspergillus ninger y el A. flavus. Maíz no inoculado pero esterilizado sirvió de testigo. No se observó ningún cambio significativo en la composición proximal de los maíces infectados en comparación al control.

Diets balanceadas a base de harina de algodón y de pescado con 49.5% de cada maíz infectado y del control fueron preparadas. Estas se usaron para alimentar pollos de 3 días de edad por un período de 5 semanas. El maíz infectado causó un menor crecimiento que se magnificaba conforme el tiempo de experimentación se prolongaba. De los cuatro hongos, el Aspergillus flavus causó el menor crecimiento seguido de los otros tres. El consumo de alimento disminuyó también, sin embargo, el índice de utilización del alimento y de la proteína fueron similares a los del grupo testigo. Esto indica que el menor crecimiento fue debido a sustancias producidas por el hongo, que posiblemente son tóxicas y su efecto se hubiera reflejado en menor peso y mayor mortalidad si se hubiera prolongado el estudio o si se hubiera aumentado la cantidad de maíz (infectado) a la ración. Estos datos indican la necesidad de difundir mejores métodos de conservación del maíz en Guatemala.

VII. A P E N D I C E

CUADRO No. 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS

Ingredientes	1	2	3	4	5
Harina de algodón (Borgonovo) ¹	38	38	38	38	38
Harina de pescado ²	8	8	8	8	8
Minerales (Salmina) ³	4	4	4	4	4
Accite de bacalao	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Maíz control	49.5	--	--	--	--
Maíz. <u>Fusarium Sp.</u>	--	49.5	--	--	--
Maíz. <u>Penicillium sp.</u>	--	--	49.5	--	--
Maíz. <u>Aspergillus niger</u> (negro)	--	--	--	49.5	--
Maíz- <u>Aspergillus flavus</u> (amarillo)	--	--	--	--	49.5
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Vitaminas (ml)	2	2	2	2	2

¹Obtenido por el método de pre-prensa solvente, Zacatecoluca, El Salvador.

²Harina de pescado preparada de sardina grande y pequeña de Guatemala.

³Salmina, Productos Riverside, Guatemala.

CUADRO No. 2

COMPOSICION QUIMICA DE LOS MAICES CONTAMINADOS
CON LOS DIFERENTES HONGOS
(g/100 g)

	Agua	Grasa	Fibra cruda	Nitrógeno	Ceniza	Fósforo mg.	Hierro mg.
Control	13.4	4.0	2.1	1.76	1.4	1063	5.8
Infect. <u>Fusarium sp.</u>	12.5	5.6	3.4	1.62	1.3	980	4.6
Infect. <u>Penicillium sp.</u>	10.6	5.1	3.1	1.62	1.0	838	3.4
Infect. <u>Aspergillus niger</u>	12.5	5.0	2.9	1.61	1.2	864	3.3
Infect. <u>A. flavus</u>	12.2	3.6	3.5	1.62	1.1	871	3.5

CUADRO No. 3

CRECIMIENTO DE POLLOS ALIMENTADOS CON MAIZ INFECTADO CON
DIFERENTES HONGOS

TRATAMIENTO	Aumento en peso g. (1)	Alimento consumido g.	Indice de utilización del alimento	Indice de eficiencia proteica	Mortandad
Control	695	1272	1.83	1.84	1/20 1
<u>Fusarium sp.</u>	661	1234	1.86	1.91	0/20
<u>Penicillium sp.</u>	603	1181	1.95	1.75	1/20 2
<u>Aspergillus niger</u>	612	1164	1.90	1.85	1/20 1
<u>Aspergillus flavus</u>	530	1009	1.90	1.85	2/20 1.

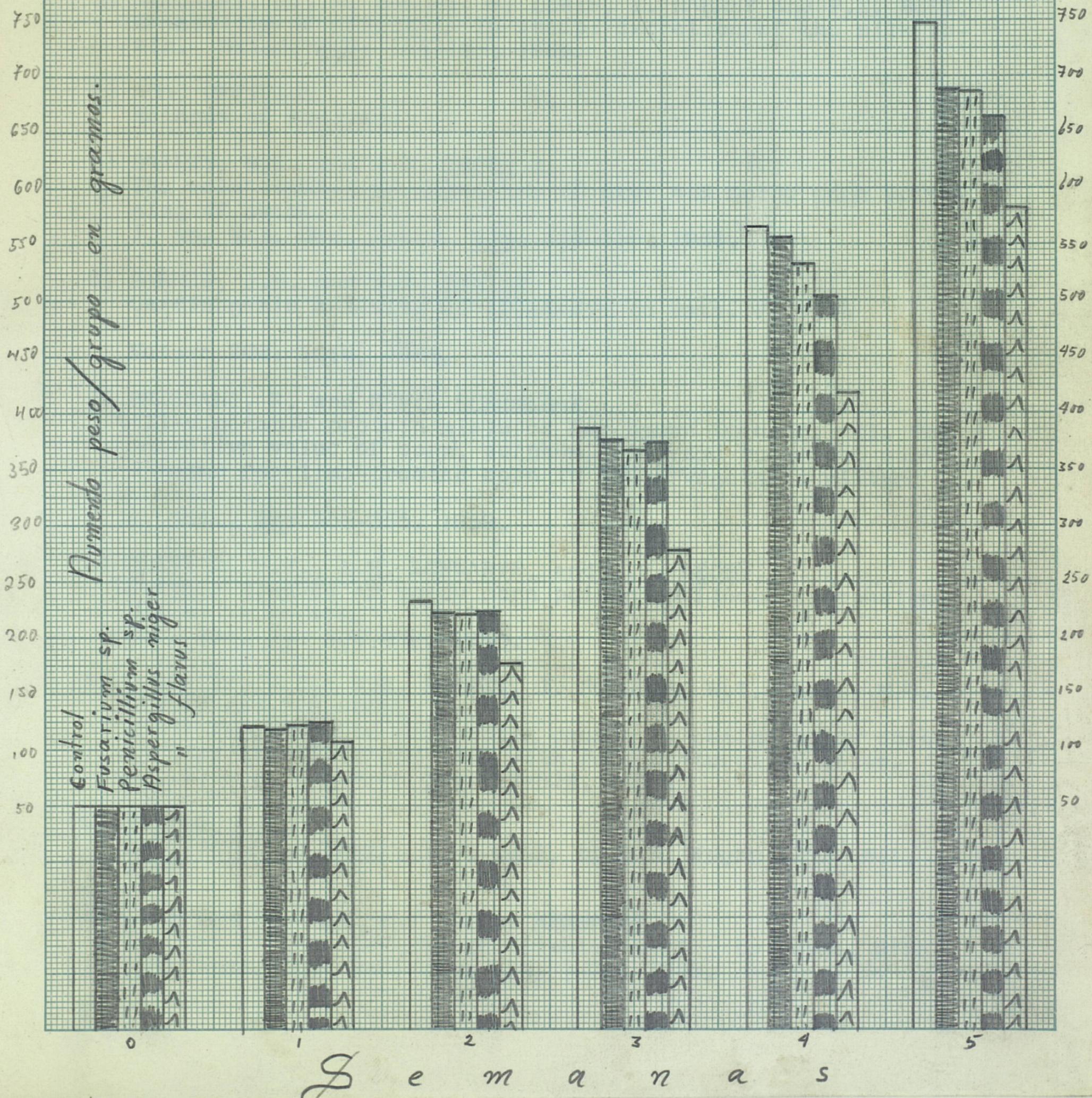
(1) Peso promedio inicial 50 g. Duración del estudio: 5 semanas.

¹ Ocurrido durante los primeros 15 días del estudio.

² Ocurrido durante la última semana del estudio.

Fig. No. 1.

Crecimiento de pollos por semana
alimentados con maíz infectado
por diferentes hongos.



VIII. BIBLIOGRAFIA.

- 1) ALLCROFT, R. and CARRIAGHAN, R.B.A.
Groundnut toxicity. *Aspergillus flavus* toxin (aflatoxin) in animal products: Preliminary communication.
Vet. Rec., 74: 863-864. 1962.
- 2) ALLCROFT, R. and CARRIAGHAN, R.B.A.
Groundnut toxicity: an examination for toxin in human products from animals fed toxic groundnut meal.
Vet. Rec., 75: 259-263. 1963.
- 3) ALLCROFT, R., H. ROGERS, G. LEWIS, J. NABNEY and P.E. BEST.
Metabolism of aflatoxin in sheep: excretion of the milk toxin. *Nature* 209: 154-155, 1966.
- 4) AOAC OFFICIAL
Methods of Analysis
- 5) BAILEY, W.S. and A.H. GROTH J.
The relationship of hepatitis of dogs and moldy corn poisoning of swine.
J. Am. Vet. Med. Assoc. 134: 514-516. 1959.
- 6) BARNES, J.M. and W.H. BUTLER
Carcinogenic activity of aflatoxin to rats. P. 1016
Nature 202: 1016, 1964.
- 7) BRESSANI, R. and NEVIS SCRIMSHAW
All-vegetable protein mixtures for human feeding. II. The nutritive value of corn, sorghum, rice and buckwheat substituted for lime-treated corn in INCAP vegetable mixture eight.
J. Nut., 69: 351-355. 1959.
- 8) BRESTER, H.E., L.H. SCHWARTE, and C.H. REDDY.
Further studies on moldy corn poisoning (leuco encephalomalacia) in horses.
Vet. Med. 35: 636-639. 1940.
- 9) BURNSIDE, J.E., W.L. SIPPEL, J. FORGACS, W.T. CARLL, M.B. ATWOOD and F.R. DOLL.
A disease of swine and cattle caused by eating moldy corn; II Experimental production with pure cultures of molds.
Am. J. Vet. Research 18: 817-824, 1957.
- 10) BUTLER, W.H.
Mycotoxins in Foodstuffs, edit. by G.N. Wogan 175. Mit, 1965.
- 11) CHRISTENSEN, C.M. and H.C.H. KERNKAMP.
Studies on the toxicity of blighted barley to swine. *Minn. Agr. Expt. Sta. Bull. No. 113: 1-28, 1936.*

- 12) CLIFFORD, J.I. and R.R. REES.
Aflatoxin: a site of action in the rat liver cell.
Nature 209: 312-313, 1966.
- 13) DE IONGH, H. R.O. VLES and J.G. VAN PELT.
Milk of mammals fed an aflatoxin-containing diet.
p. 466-467
Nature 202: 466, 1964.
- 14) FORGACS, J.
Stachybotryotoxicosis and Moldy Corn Toxicosis.
p. 87-104; in mycotoxins in food stuffs, ed. G.N. Wogan.
The M.I.T. Press, MIT, Cambridge, Mass., 1964.
- 15) HUNT, C.H., R.C. THOMAS Y R.M. BETHKE
The niacin and pantothenic acid content of normal and moldy
corn. 69th Annual Report.
Ohio Agric. Expt. Sta., Bull. 705, p. 23. 1951.
- 16) INCAP. Datos no publicados.
- 17) JOFFE, A.Z.
Toxin production in cereal fungi causing toxic alimentary
alkukia in man. p. 77-85, in Mycotoxins in foodstuffs,
ed. G.N. Wogan.

The M.I.T. Press.
M.I.T. Cambridge, Mass. 1964.
- 18) MITCHELL, H.H., J.S. BEADLES, B. KOEHLER and G.H. DUNGAN.
Impairment in nutritive value of corn grain damaged by
Nigrospora oryzae.
J. Anim. Sci. 6: 352-358. 1947.
- 19) MYCOTOXINS IN FOODSTUFFS.
Ed. by G.N. Wogan
The MIT Press, MIT, Cambridge, Mass., 1964.
- 20) CHRISTENSEN, C.M.
Los hongos y el hombre. Introducción al estudio de los
hongos. Traducido del inglés por Carlos Gerhard Ottendda-
clder. Editorial Interamericana S.A. México. 1964.

RECONOCIMIENTO.

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (I.N.C.A.P.), por proporcionarme las facilidades necesarias para el desarrollo de este trabajo. En especial va mi sincero agradecimiento al Doctor Ricardo Bressani, jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos, por su valiosa supervisión en este estudio.

Asimismo, patentizo mi agradecimiento a todo el personal de la División de Química Agrícola y de Alimentos (del I.N.C.A.P.) que en una u otra forma me brindaron su colaboración en mis actividades, en especial a la señorita María Luisa Martínez.

**Estudios Sobre el Valor Nutritivo del
Maíz Infechado por Hongos en Pollos**

Por

JULIO FRANCISCO RODRIGUEZ O.

TESIS

Presentada como requisito previo a optar

El Título de

PERITO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C. A.

Mayo de 1966.