

00361  
3  
ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**División de Estudios de Posgrado**

**EVALUACION DE LA HIGUERILLA (*Ricinus communis*)  
EN LA GANANCIA DE PESO EN POLLO  
(*Gallus domesticus*) Y EN RATA (*Rattus norvegicus*)**

**TESIS**

**Que para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)**

**Presenta**

**JAIME DE JESUS BALLESTEROS LOZANO**

265747

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ANGEL LAGUNES TEJEDA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1998



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A mis padres por su ejemplo de responsabilidad y honestidad.

Sr. Jesús Ballesteros Tena (In memoriam)  
Sra. Ruth Lozano de Ballesteros.

A mis hermanas por su cariño.

Yolanda, Ma. Estela, Maru y Rosa Ma.

A mi esposa e hijos por su amor.

Ana Cecilia, Galel y Aldo.

A mis amigos por las constantes nuestras de amistad.

Marc & Charlotte Gold.

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones.

Al Dr. Angel Lagunes Tejeda por su valiosa orientación en el presente trabajo de tesis.

Al M.C. David Mota Sánchez por sus sugerencias durante su desarrollo.

A la Dra. Guadalupe Mora Vital por su eficiente colaboración en la revisión de la parte estadística.

Al Soc. Nicolás Pérez Ramírez por la revisión técnica de la redacción.

A la Universidad Autónoma Chapingo y en especial al Área de Biología.

Al Colegio de Postgraduados de Montecillo, Edo. de México, por las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación.

A la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) del Gobierno de los Estados Unidos de América. Por su apoyo a través del proyecto No 9.125.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de esta investigación.

## CONTENIDO

|  | PAGINA |
|--|--------|
| LISTA DE CUADROS.....  | iii    |
| LISTA DE GRAFICAS.....   | v      |
| RESUMEN.....   | vi     |
| 1. INTRODUCCION.....   | 1      |
| 2. ANTECEDENTES.....   | 4      |
| 2.1 Usos de <i>Ricinus communis</i> en medicina.....   | 4      |
| 2.2 Usos de <i>R. communis</i> en agricultura.....   | 6      |
| 2.3 Usos de <i>R. communis</i> en la industria.....  | 8      |
| 2.4 Toxicidad de la higuera <i>R. communis</i> .....   | 8      |
| 2.5 Descripción botánica de <i>R. communis</i> .....   | 10     |
| 2.6 Nombres con que se le conoce en México a.....  |        |
| <i>R. communis</i> .....   | 11     |
| 2.7 Mecanismos de protección de las plantas.....   | 11     |
| 2.8 Breve historia del uso de productos derivados de<br>vegetales en el control de plagas..... | 13     |
| 3. OBJETIVOS.....  | 17     |
| 4. MATERIALES Y METODOS.....   | 18     |
| EXPERIMENTO I. Pollo <i>Gallus domesticus</i> .....  | 18     |
| 1.- Material Biológico.....  | 18     |
| 2.- Diseño Experimental.....   | 19     |

|  | PAGINA |
|--|--------|
| 3.- Tratamientos.....                          | 19     |
| 4.- Dieta.....                                 | 19     |
| 5.- Toma de datos.....                         | 20     |
| 6.- Necropsia.....                             | 20     |
| 7.- Análisis Estadístico.....                  | 20     |
| EXPERIMENTO II. <i>Rattus norvegicus</i> ..... | 21     |
| 1.- Material Biológico.....                    | 21     |
| 2.- Diseño Experimental.....                   | 21     |
| 3.- Tratamientos.....                          | 21     |
| 4.- Dieta.....                                 | 21     |
| 5.- Toma de datos.....                         | 22     |
| 6.- Necropsia.....                             | 23     |
| 7.- Análisis Estadístico.....                  | 23     |
| 5. RESULTADOS.....                             | 24     |
| EXPERIMENTO I. <i>Gallus domesticus</i> .....  | 24     |
| EXPERIMENTO II. <i>Rattus norvegicus</i> ..... | 34     |
| 6. DISCUSION.....                              | 47     |
| EXPERIMENTO I. <i>Gallus domesticus</i> .....  | 47     |
| EXPERIMENTO II. <i>Rattus norvegicus</i> ..... | 48     |
| 7. CONCLUSIONES.....                           | 51     |
| EXPERIMENTO I. <i>Gallus domesticus</i> .....  | 51     |
| EXPERIMENTO II. <i>Rattus norvegicus</i> ..... | 51     |
| 8. RECOMENDACIONES.....                        | 52     |
| 9. LITERATURA CITADA.....                      | 53     |
| 10. ANEXOS.....                                | 58     |

## LISTA DE CUADROS

| NUMERO |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1      | Variación, edad y peso en gramos de pollos alimentados con dieta mezclada con polvo de <i>Ricinus communis</i> (0.1, 1 y 10 %) y control en 20 muestreos.....   | 26     |
| 2      | Resultados de los Análisis de Varianza del incremento de peso y días de tratamiento en pollos alimentados con <i>R. communis</i> .....  | 28     |
| 3      | Incrementos acumulativos de peso por días de tratamiento en pollos con polvo de higuierilla 0.1, 1, 10 % y control.....   | 29     |
| 4      | Resultados de ecuación de regresión y coeficiente de determinación del peso observado (Y) sobre los días de edad (X) en pollos para los tratamientos 0.1 %, 1 %, 10 % de polvo de higuierilla y 0 % como control..... | 32     |
| 5      | Incremento de peso en gramos de rata macho y hembra alimentadas con 1 % de polvo de higuierilla y control.....  | 36     |

| NUMERO |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 6      | Resultados de los análisis de varianza del incremento de peso, días de tratamiento y sexo macho y hembra de rata <i>R. norvegicus</i> alimentadas con polvo de higuierilla al 1 % y control.....  | 39     |
| 7      | Valores de comparación de medias del incremento de peso por días de tratamiento de polvo de higuierilla al 1 % y control y sexo (macho y hembra).....   | 42     |
| 8      | Resultados de ecuación de regresión y coeficiente de determinación del peso en gramos observado (Y), sobre los días de edad (X) para el tratamiento 1 % de higuierilla y 0 % como control, en rata <i>R. norvegicus</i> macho y hembra..... | 43     |



## LISTA DE GRAFICAS

| NUMERO |  | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 1      | Variación de peso y edad de pollos a diferentes concentraciones de polvo de higuierilla (0.1 %, 1 % y 10 %) y 0 % como control....   | 28     |
| 2      | Relación del efecto de la higuierilla con dosis de 0.1 %, 1 %, 10 % y 0 % como control y la ganancia de peso por medio de Análisis de Regresión Lineal.....                | 33     |
| 3      | Variación de peso y edad en rata macho bajo tratamiento 1 % de higuierilla y testigo 0 %.....  | 37     |
| 4      | Variación de peso y edad en rata hembra bajo tratamiento 1 % de higuierilla y testigo 0 %...   | 38     |
| 5      | Relación del efecto de la higuierilla con dosis de 1 % y 0 % como control en macho y hembra de rata en la ganancia de peso por medio del Análisis de Regresión Lineal..... | 46     |

## RESUMEN

El uso de vegetales con propiedades insecticidas brinda una buena alternativa para el combate de plagas.

Las investigaciones realizadas en la búsqueda de plantas con actividad insecticida han llevado a encontrar plantas prometedoras, destacando entre ellas por su abundancia y actividad de la higuera *Ricinus communis*.

Si se recomienda el uso de la higuera en agricultura como insecticida se debe someter a una evaluación de seguridad antes de su aplicación sobre todo si representa un posible peligro para la salud humana.

El presente trabajo fue realizado en las instalaciones del Bioterio de Biología de la Universidad Autónoma Chapingo con el objeto de evaluar el efecto de la higuera *R. communis* en el detrimento del peso de pollo y rata, suministrada en polvo (tallos y hojas), mezclada en el alimento para evaluar su posible toxicidad.

En el grupo de pollo *Gallus domesticus* se utilizaron 48 individuos de tres semanas de edad; se realizó una prueba, con un diseño experimental completamente al azar para estudiar por seis semanas y con tres dosis de polvo de higuera (0.1 %, 1 % y 10 %) además del testigo 0%. Se emplearon

cuatro repeticiones para cada dosis, la unidad experimental fue un grupo de tres pollos.

Para la rata albina *Rattus norvegicus* se utilizaron 24 ejemplares machos y 24 hembras; el ensayo, se realizó de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 2 x 2, los factores fueron: sexo con dos niveles (macho y hembra) y dosis de higuierilla de 1 % y el testigo 0%, empleándose cuatro repeticiones para cada tratamiento, la unidad experimental fue un grupo de tres ratas.

En ambos experimentos se evaluó por seis semanas el daño tomando en cuenta la diferencia de crecimiento en peso en cada tratamiento.

En el experimento para pollo el tratamiento con polvo de higuierilla al 10 % mezclado en el alimento, ocasionó un decremento significativo en la ganancia de peso ( $P < 0.05$ ) obteniendo un incremento de crecimiento de 1,308 gramos al final del experimento y 29.6 gramos diarios ganados aproximadamente, mientras que los tratamientos 1 % con incremento de 1,817 gramos de peso y 41.8 gramos diarios de ganancia en promedio, para 0.1 % con 1,888 gramos de peso al final y 44.1 gramos diarios de ganancia en promedio, y control con 1,949 gramos de peso al final y 46.1 gramos diarios ganados en promedio.

Mientras que para ratas el tratamiento con polvo de higuierilla al 1 % mezclado en el alimento ocasionó un decremento significativo en la ganancia de peso ( $P < 0.05$ ) para machos con un incremento de solo 248 gramos de peso al final del experimento y 3.6 gramos diarios ganados en promedio, respecto al control machos con 274 gramos ganados al final del experimento y 4.5 gramos diarios ganados en promedio, para hembras con el tratamiento

1 % de higuierilla con un incremento de 198 gramos al final y 2.2 gramos diarios ganados en promedio, respecto al control hembras con 214 gramos ganados al final y 2.8 gramos ganados diarios en promedio.

De los estudios histopatológicos en hígado practicados a los organismos se resume que: para pollos tratados con polvo de higuierilla al 10 % y rata al 1 %, se observan alteraciones en células de los conductos biliares causados por una hepatotoxicosis leve, no concluyente de intoxicación atribuida al consumo de dietas experimentales. Para los tratamientos 1 %, 0.1 % y testigo en pollo y testigo en rata macho y hembra no presentan alteraciones específicas.

## 1. INTRODUCCIÓN

La presencia de contaminantes en la agricultura y ganadería es un problema causado entre otros aspectos por el uso creciente de productos químicos sintéticos (Ortíz, 1991).

El principal método de combate contra las plagas agrícolas es la aplicación de insecticidas. La carencia de información acerca del buen uso y manejo de los insecticidas puede producir intoxicaciones, desequilibrios en el ecosistema, resistencia a las plagas, así como mermar la economía de los campesinos que carecen de recursos o no tienen la facilidad de adquirir los productos químicos (Matsumura, 1980).

La búsqueda de productos naturales que carezcan de esta problemática y sean efectivos para control de insectos, debe ser una de las tendencias principales en la investigación actual.

El Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud en 1985 indica que han sido sintetizados a partir de productos naturales 4,000 000 de sustancias químicas de las cuales se emplean frecuentemente unas 60,000. De estas se usan para formular medicamentos unas 4,000 como aditivos de alimentos 5,000 y para formular plaguicidas alrededor de 1,500.

Lagunes, (1990) menciona que desde el punto de vista de la formulación de insecticidas solo se han aprovechado algunas plantas, entre ellas el tabaco *Nicotiana tabacum*, piretro *Chrysanthemum cinerariaefolium*, derris *Derris eliptica*, riania *Riania speciosa* y la sabadilla *Schoenocahun sp.*

Debido a lo anterior el Colegio de Postgraduados en Montecillo Edo. de México se han desarrollado investigaciones sobre la búsqueda de productos naturales que sean efectivos para el control de las poblaciones insectiles nocivas sobre cultivos básicos, obteniéndose hasta la fecha resultados alentadores ya que al evaluar 430 plantas se han identificado 80 con propiedades insecticidas (Lagunes y Rodríguez, 1989).

En base a la bibliografía obtenida sobre la información de plantas con propiedades insecticidas, se observó que poco se ha investigado acerca de las consecuencias de los compuestos químicos secundarios de los vegetales en el hombre y los animales domésticos, por lo que es necesario iniciar una línea de investigación sobre estos aspectos.

Entre las plantas investigadas la higuera *Ricinus communis* fue evaluada exitosamente en el control de insectos, en cultivo de maíz contra el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, en maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* (Lagunes, 1990). En cuanto al cultivo de frijol combate la conchuela *Epilachna varivestis*, y en grano almacenado contra el barrenador de los granos *Prostephanus truncatus* (Lagunes, 1990).

La higuera *Ricinus communis* es una planta originaria de Africa y se cultiva como una planta ornamental así como para la producción de aceite; posee propiedades que la hacen interesante en la medicina, la industria y la agronomía en esta última como repelente de algunas plagas, sin embargo

Almeida (1987) afirma que muchos extractos de plantas son a menudo eficientes como insecticidas pero algunas veces también son activos toxicológicamente para humanos y animales domésticos.

La higuera pertenece a la familia de las Euforbiáceas, se caracteriza por ser una planta cosmopolita, con hojas palmatilobuladas, de fruto con cápsula erizada, la planta elabora productos secundarios sumamente tóxicos como la ricina, ricinina, ácido ricinoléico, glúcidos cianogénicos, etc. presentes en toda la planta pero principalmente en la semilla (Stary y Berger, 1995).

El presente trabajo es una investigación para determinar el efecto detrimental de peso de pollo y rata bajo tratamientos en concentraciones 10 %, 1 % y 0.1 % además del testigo para pollo y 1 % además del testigo para rata de polvo de higuera *R. communis* y probar hasta que punto las sustancias elaboradas por dicha planta, puedan presentar riesgos para los humanos y animales domésticos al usar solo tallos y hojas.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Usos de *Ricinus communis* en medicina.

Los reportes del uso de la higuera *R. communis* como planta medicinal se remontan a uno de los manuales de medicina más antiguos que se conoce, y que fue escrito hacia el final del tercer milenio a. C. éste consiste de una tablilla de arcilla en la que se inscribieron los nombres de una docena de los remedios más usados. Tal documento deja constancia que se empleaban sustancias obtenidas de plantas citándose entre otras las siguientes: abeto, higuera, mirto, peral, tomillo, etc. (Ratera, 1980).

Otros antecedentes datan de épocas remotas en los papiros del antiguo Egipto (Papiro de Kahu 1990 a. C.) donde existe un formulario médico-práctico que contiene alrededor de 260 recetas en ellas se encuentra entre otras plantas la higuera (Ratera, op. cit.).

Ortiz (1991) señala que aunque no se mencionan textualmente en documentos antiguos, los vegetales tóxicos más usados eran entre otros la cicuta, curare, hongos (amanita), amapola, opio y la higuera. Los Griegos fueron los primeros en separar la medicina de la magia y la religión, Aristóteles estuvo familiarizado con muchos venenos, Mithradates VI, Rey de Pontus en la segunda centuria a. C. experimentó con varios venenos, en el Siglo I a. C. Pedanius Dioscórides escribió acerca de muchas plantas y drogas de la naturaleza tóxica, de la quinta a la octava centuria el centro de la



cultura médica fue Constantinopla; Paulus de Aegira escribió una lista de venenos. La Edad Media se caracteriza por el conocimiento relativo de plantas venenosas dándoles un trato de misterio, superstición, brujería, etc.

Del renacimiento se tienen documentos de los trabajos hechos por el francés Jacques Grevin que publicó "Dos libros de venenos" en 1586. Apareció otro libro a mediados del siglo XVII sobre plantas venenosas. En 1756 el médico británico Richard Mead describió y probó que la administración de venenos produce intoxicación (Ortiz, 1991).

Ortiz (op. cit.) señala que una contribución importante a la toxicología la realizó el francés Mateo J. B. quien publicó en 1814 su Tratado de Toxicología refiriéndose principalmente a agentes inorgánicos y plantas venenosas. La investigación experimental basada en procedimientos analíticos refinados se aceleró en la primera mitad del siglo XX.

Desde tiempos muy antiguos la higuera se usa en medicina en Africa, Asia y Europa como ya se mencionó, sin embargo en América la higuera aparece tiempo después de la conquista. En México se tiene noticia del uso que se le ha dado en medicina sobre todo algunos grupos étnicos sobre todo para combatir enfermedades, según lo señala (Cuadra, 1981).

A continuación se indican las aplicaciones más comunes de higuera para tratar algunas enfermedades: aplicaciones de hojas (cataplasmas) para el dolor estomacal, para el trastorno digestivo, los indios Seri de Sonora, aplican las semillas machacadas en inflamaciones o heridas de la cabeza, para combatir abscesos, contusiones y neuralgias, se aplican hojas sobre la parte afectada, otras aplicaciones de hojas ayudan a combatir los dolores reumáticos (Cuadra, op. cit.).

Presentan actividades biológicas como: Purgante, emoliente, antiviral, antiprotozoario, anticancerígeno, como fungicida, el extracto de las hojas de *R. communis* en un medio básico o en agua, presenta efectos contra micobacterias y levaduras (Cuadra, op. cit.).

De la semilla de higuera se extrae el aceite de ricino que es usado en medicina como purgante confiable a una dosis de 15-30 mg para adultos y hace efecto entre dos y cuatro horas (Trease, 1977).

## 2.2 Uso de *R. communis* en agricultura.

Cuadra (op. cit.), Lagunes y Rodríguez (1989) mencionan que de la higuera se obtienen extractos de hojas y tallos jóvenes con propiedades insecticidas, y de la cascara que queda una vez extraído el aceite se utiliza como fertilizante por su alto contenido en nitrógeno.

Lagunes (1984) reporta que al evaluar *R. communis* contra el gusano cogollero, conchuela del frijol, mosquitos caseros y gorgojo del maíz, resultó efectiva en infusión al 5 % rociada sobre el gusano cogollero.

Salas (1985) en Venezuela probó la efectividad de seis aceites vegetales entre ellos, el de *R. communis*, rociando el maíz para su protección contra *Sitophilus oryzae*; obteniendo una mortalidad de 100 % después de 3 horas.

El mismo autor, investigó la efectividad de seis aceites vegetales, entre ellos el aceite de *R. communis*, rociando con éste el maíz para evitar el ataque del gorgojo *Acanthocelides obtectus* y *Callosobruchus maculatus*, causando una mortalidad de entre 76 y 100 % después de una hora.

Salcedo (1985) observó efecto antialimentario al usar *R. communis* en infusión rociada sobre larvas de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* éstas perdieron 35.7 % de su peso respecto al testigo.

Lagunes y Rodríguez (1989) aplicaron infusión y macerado sobre gusano cogollero de *R. communis* encontrando una mortalidad de 80 y 100 % respectivamente.

Mueke (1987) en Kenia afirmó que el uso del aceite de *R. communis* proporciona protección de las semillas de leguminosas contra *C. maculatus*.

Areekul y Sinchaisri (1988) estudiaron en la India los extractos de 110 especies de plantas contra la mosca oriental de la fruta *Dracus dorsalis*. Los extractos que presentaron mayor efecto repelente *Azadirachta indica*, *Bixa orellana*, *Citrus hystrix*, *Cucumis melo* y *R. communis*.

Cruz (1990) reportó que el fruto de *R. communis* en infusión y macerado al 5 % ocasionó mortalidad de 80 % y 100 % respectivamente, en larvas de conchuela de frijol.

Román (1990) evaluó 34 especies diferentes de vegetales de los cuales el *R. communis* proporcionó protección al maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* en tres formas de aplicación: polvo, infusión y macerado. Obteniendo una mortalidad de 11.1, 16.7 y 31.7 % respectivamente a una concentración de 10 %.

Caro (1990) señaló que de 34 especies de plantas evaluadas para el combate de la conchuela de frijol, *Epilachna varivestis*, sólo dos resultaron efectivas, *Hippocratea excelsa* y *R. communis* aplicados en extractos acuosos al 10 %.

Aguilera (1991) reportó que al investigarse 7 polvos vegetales para proteger el maíz almacenado contra *Sitophilus zeamais* y *Rhyzoperta dominica*, se concluyó que los polvos vegetales con mayor efectividad fueron los de *R. communis* y *Gliricidia sepium* en dosis de 1 %.

### 2.3 Usos de la planta *R. communis* en la industria.

Cuadra (op. cit) señala que en la industria en general se le han reconocido al aceite de higuera gran cantidad de propiedades, entre las cuales se menciona que es secante, esta cualidad es aprovechada por la industria de pinturas y barnices, presenta poca tendencia a la acidificación, por lo que es posible su uso como fluido amortiguador, para frenos hidráulicos, además presenta una viscosidad constante a temperaturas muy elevadas y diferente punto de fusión propiedad que utilizan para lubricación.

En la industria del “nylon” se usa como plastificante combinado con nitrocelulosa, lo que se aplica a telas de algodón para obtener impermeabilidad. De lo que queda una vez extraído el aceite de la semilla se usa para la fabricación de cartón, papel periódico, papel “Kraft” (Cuadra, op. cit.), afirma que la higuera se usa en la industria de los cosméticos para la elaboración de jabón, shampoo y perfumes.

### 2.4 Toxicidad de la higuera *R. communis*.

El Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (1985) define a la toxicología como la que se ocupa de la naturaleza y los mecanismos de las lesiones tóxicas y de la evaluación cuantitativa del espectro de cambios biológicos producidos por la exposición a las sustancias químicas.

La semilla de higuera contiene de 46 a 53 % de aceite constituido por glicéridos del ácido ricinoléico, isoricinoléico esteárico y dihidroxiesteárico (Trease, 1977). Las semillas contienen el alcaloide ricinina y la proteína tóxica ricina (De Ong 1956, Gunter 1969, Morton 1971 y Hernández 1981).

Cuadra (1981) señala que toda la planta contiene una sustancia irritante llamada ricina, formada por dos proteínas: una de ellas tóxica y la

otra hemoaglutinante, las hojas contienen además de la ricina, ácido gálico, nitrato potásico, sapogenina, estradiol y glúcidos cianogénicos.

Almeida (1987) indica que la proteína de la semilla ricina es extremadamente tóxica, es el más tóxico de los venenos naturales, un poco más de 0.25 mg es mortal.

La mayoría de las investigaciones reportan a la semilla de higuerilla como planta potencialmente peligrosa para la salud de los animales.

Forsyth (1968) indica que la toxina de la higuerilla es similar a las elaboradas por las bacterias patógenas y a los venenos de las serpientes. Por su capacidad para penetrar en la corriente sanguínea. Ya que la sangre reacciona formando anticuerpos semejantes a los que se originan en el curso de las enfermedades bacterianas; por esta razón, los animales pueden desarrollar inmunidad a ésta toxina.

Burrows y Tyrl (1983) consideraron a la semilla de higuerilla como cianogénica al ganado vacuno. Purushotham et al. (1985) identificaron daños histológicos en células de intestino y riñón en borregos después de ocho meses de consumo.

Okoye et al. (1987) señalaron que la semilla de higuerilla incorporada a dietas de patos a dosis de 10, 15, 20 y 25 %, ocasiona diarrea abundante, degeneración del epitelio de células renales, proliferación de hepatocitos en conductos biliares a la concentración de 10 y 15 %, mientras que a las concentraciones de 20 y 25 % produjo la muerte a las seis semanas. Para Figueredo et al. (1991) una dosis de 2 g/Kg. de peso, la semilla produce en gansos vómito, diarrea, cianosis, enteritis, hepatitis tóxica y muerte después de 15-18 horas.

Farah et al. (1987) realizaron estudios cromatográficos en la hoja de higuerilla encontraron el alcaloide neurotóxico ricinina con una DL-50 de 10

miligramos por kilogramo de peso, en estudios in vitro observaron que dicho alcaloide inhibió a nivel enzimático la cadena respiratoria en tejidos. En inyección subcutánea en ratón produjo estimulación intestinal y uterina, inhibición cardiaca y causó efecto hipotensivo, reducción renal y coronaria del flujo sanguíneo.

Morton (1971), Ruberté y Martin (1975), Starý y Berger (1995) reportan que la ingestión de 10 semillas de *R. communis* puede ser mortal para un hombre adulto y de dos a tres son suficientes para que un niño muera, apareciendo los síntomas inmediatamente o hasta las 15 horas después de ser ingeridas, provocando ardor en la boca, garganta y estómago, vómitos violentos, diarrea frecuentemente sanguinolenta, fiebre, sed, pulso rápido, cianosis, visión borrosa, convulsiones, colapso circulatorio y muerte debido a paro respiratorio y cardíaco. Además, se le considera un potente alergénico causando asma bronquial y dermatitis.

La proximidad a las plantas especialmente cuando están floreciendo pueden inducir irritación respiratoria con estornudos, inflamación de ojos y otras reacciones en individuos sensibles.

Todas las especies de animales domésticos, son susceptibles a los efectos tóxicos de plantas. La dosis letal de la proteína tóxica de *R. communis* es de menos de un microgramo por kilogramo de peso; la dosis oral aguda para ratas y ratones en término de la DL-50 es de 0.2 microgramos, encontrándole además una actividad hemoaglutinante (Olsnes y Phil, 1973).

## 2.5 Descripción botánica de *R. communis*.

*R. communis* originaria de Africa, pertenece a la familia Euforbiaceae, a la que corresponden 300 géneros y más de 5,000 especies distribuidas por

todo el mundo. Formada por hierbas, arbustos y árboles, es una familia predominantemente tropical (Heywood, 1985).

Especie arbustiva que alcanza desde dos hasta cinco metros de altura, planta monoica con flores unisexuales apétalas, cortamente pedunculadas y reunidas en grupos de aspecto racimoso o panicular, las flores estaminadas se localizan en la parte inferior del racimo y las pistiladas en la superior. El cáliz consta de tres a cinco divisiones, los estambres son numerosos y ramificados, el ovario es globoso, con tres estilos rojos, bífidos y plumosos que se presentan unidos por la base, el fruto es una cápsula trilocular con tres semillas, el tallo es hueco, nudoso y ramificado, de color verde rojizo, las hojas son alternas, grandes, largamente pecioladas y palmadas (Sánchez, 1978).

## 2.6 Nombres con que se le conoce en México a *R. communis*.

Cuadra (op. cit.) indica que en México, se le conoce con los nombres comunes de higuera, palma cristi e higuera infernal. En lengua zapoteca se llama “yaga bilape” o “yaga higo”; en mixteco le denominan “putnú-nduchidzaha”, en maya “koch” y en otomí; “degha”.

Científicamente Cuadra, (op cit.) reconoce tres variedades en México. *Ricinus communis minor*, *R. communis mayor* y *R. communis sanguineus*; las cuales son cultivadas principalmente en los estados de Oaxaca, Colima y Tamaulipas.

## 2.7 Mecanismos de protección de las plantas.

Las plantas han evolucionado junto con los insectos por más de 400 millones de años y para oponerse al ataque de ellos han desarrollado

mecanismos de protección como la acción de repelencia e insecticida (Lagunes, 1990).

Maxwell y Jennings (1984) agrupan la resistencia de las plantas al ataque de los insectos en dos tipos:

a) Morfológicamente influyendo físicamente con los mecanismos de selección que alteran los procesos conductuales de los insectos, así se tienen barreras o disuasivos físicos que se anteponen a los insectos y otros herbívoros, como tricomas o pelos, ceras superficiales, silificación o esclerosamiento de los tejidos, forma o color entre otros.

b) Bioquímico. La evolución de la vida vegetal trajo consigo la necesidad de desarrollar un tipo de defensa denominada antibiosis; este término denota la tendencia a destruir, lesionar o impedir la vida del insecto; por medio de la elaboración de compuestos secundarios producidos por las plantas.

Hay plantas venenosas que actúan por ingestión, tacto, así como las que pueden volverse venenosas como resultado de la acumulación de minerales tóxicos inorgánicos como plomo, cobre, cadmio, flúor, manganeso, nitrato o selenio (Ortiz, 1991).

Swain (1977), Edwards y Wratten (1980), Ortiz (1991) mencionan que las plantas poseen un vasto rango de sustancias químicas biológicamente activas, sin aparente función para ellas, así tenemos: a los alcaloides de los que se conocen cerca de 5,500 diferentes; en angiospermas se les encuentran presentes en raíz, tallo y frutos, los flavonoides otras sustancias secundarias conocidas cerca de 1,000 diferentes presentes en angiospermas y helechos, glucósidos cianogénicos 30 conocidos presentes esporádicamente en frutos y hojas, glucocinolatos 75 encontrados en crucíferas y otras familias, terpenos, esteroides, aminoácidos, ligninas, taninos, terpenos, oxalatos, resinas y otros.



La acumulación de compuestos químicos defensivos en la planta se almacenan en órganos de la planta como raíz , tallo, hoja, flor, fruto, semilla, etc. que pueden cambiar su efecto o desaparecer al germinar, secarse, almacenarse, etc. (Gunther, 1969).

## 2.8 Breve historia del uso de productos derivados de vegetales en el control de plagas.

Ortíz (1991) definía a una planta con actividad insecticida como aquella que origina graves alteraciones al estado de salud de los insectos que consumen pequeñas cantidades de sus semillas, raíces u órganos aéreos.

Numerosas especies de plantas como el tabaco, crisantemo, higuera entre otras, contienen compuestos químicos secundarios, los cuales han sido utilizados por el hombre como insecticidas desde tiempos muy remotos (Lagunes, 1990).

Desde la antigüedad, cuando el hombre comenzó a cultivar las plantas para su sustento, o nutrir a su ganado, las plagas fueron siempre un factor limitante. Demócrito desde los 470 años a de C. recomendaba rociar las plantas con un extracto de olivo, para detener el ataque de las orugas que se adherían a sus raíces, (Costa et al. 1974).

La primera referencia que se tiene del uso de una infusión vegetal para proteger a las plantas data del año 1690, y se refiere al uso del tabaco en agua que se aplicó contra la chinche de encaje en los perales de Francia. En 1746, Peter Collinson recomendaba el uso de la infusión de hojas de tabaco para combatir el curculio del ciruelo. En 1763, se recomendaba en Francia el polvo de tabaco para controlar áfidos (Gunther, 1969).

En México prehispánico la herbolaria ha sido dada a conocer al mundo en extensos volúmenes, sin embargo, estas publicaciones contienen escasa

información de plantas con propiedades insecticidas, debido a que el uso de plantas estaba concentrado hacia la medicina humana y porque la complejidad de los agroecosistemas del México antiguo inhibía la explosión de poblaciones insectiles a niveles epidémicos (Lagunes, 1984).

Lagunes (1990) señalaba que el principio activo de los extractos de tabaco fue aislado en 1828, su estructura fue descrita en 1893 y se sintetizó por primera vez en 1904. Los alcaloides del tipo de la nicotina, se encuentran en las plantas de las familias *Chenopodiaceae* y *Solanaceae*.

Además de la nicotina se han encontrado diversos alcaloides de varias especies de tabaco pero únicamente la anabasina, la nornicotina y la nicotina, parecen tener actividad insecticida. La nicotina actúa como insecticida de contacto contra áfidos, psílidos, minadores, palomilla de la manzana, trips en una diversidad de cultivos (Gunther, op. cit.).

Otro compuesto secundario señalado por Gunther (op. cit.) y Lagunes (op. cit.) es la rotenona, alcaloide efectivo como insecticida de contacto y estomacal. Esta sustancia se encuentra en las raíces de 67 especies, en los géneros *Derris*, *Lonchocarpus*, *Millettia* y *Tephrosia* en la familia *Leguminosae*.

Los nativos de algunos países tropicales y de China usaron durante años estas plantas introduciéndolas al agua en forma de macerados o cocción, las cuales ejercían una acción estupefaciente o tóxica sobre los peces, conservándolos en condiciones aptas para el consumo humano (Lagunes op. cit.).

Aunque se tiene noticia de que se usaban las raíces de estas plantas para combatir los gusanos cortadores de la hoja de los árboles de la nuez moscada, fue hasta 1920, cuando se generalizó el uso de la rotenona (Gunther op. cit.).

Los tallos y las raíces del arbusto sudamericano *Riania speciosa* de la Familia Flacurtiaceae, contiene un alcaloide tóxico para algunos insectos; la rianodina, efectivo como insecticida de contacto que produce alteraciones de tipo estomacal, hay interés en la riania, para ser usado principalmente contra algunas larvas de lepidópteros (Gunther, op. cit.).

Otras plantas elaboran sustancias químicas que también presentan propiedades insecticidas como el piretro, que es un insecticida de contacto. Este producto se ha usado desde el año 400 a de C. en tiempos del Rey Jerjes de Persia, se le conocía como polvo de Persia y se presume que fue empleado para combatir a los piojos del hombre. Se le obtiene principalmente de las plantas *Chrysantemum cinerariaefolium*, *C. marshalli* y *C. roseum*, de la familia Compositae. La producción comercial del piretro como insecticida se remonta a 1850, y a diferencia de la nicotina y el derris, se puede decir que el uso del piretro ha aumentado (Lagunes, op. cit.).

La semilla de sabadilla tiene propiedades insecticidas contra piojos y arácnidos, pero hasta 1938, se inició una investigación completa de sus propiedades. La sabadilla, *Schoenacaulon officinale*, es una planta cuyo principio insecticida está concentrado en la semilla y consiste de un alcaloide denominado veratrina. Se ha usado para combatir hemípteros, garrapatas, cucarachas, chapulines y otras plagas (Gunther, op. cit.).

Existen otras plantas poco estudiadas con propiedades insecticidas Gunther, reportó más de 2,000 especies de plantas que han sido examinadas o probadas como insecticidas, pero únicamente seis familias se han encontrado como apropiadas para explotación comercial y son: Chenopodiaceae, Compositae, Flacurteaceae, Leguminoseae, Liliaceae y Solananaceae.

Sin embargo, Forsyth (1968) proponía un listado de 25 familias de dicotiledóneas, seis familias de monocotiledóneas, una familia de Equisetophyta y una familia de Polipodiophyta.

Aguilera (1990) aseveraba que en el Laboratorio de Toxicología del Colegio de Postgraduados Montecillo Edo. de México, se han evaluado 430 especies de plantas de 118 familias, de éstas, 321 especies (incluidas en 83 familias) se han evaluado en contra de *Spodoptera frugiperda* y solo 66 especies han resultado prometedoras. En contra de *Epilachna varivestis* se han evaluado 49 especies de plantas de 33 familias, de las cuales, dos especies han mostrado actividad tóxica. Contra *Sitophilus zeamais* se han probado 108 especies de 46 familias diferentes, de las que 11 resultaron promisorias. Contra el barrenador *Prostephanus truncatus* se han evaluado 60 especies vegetales correspondientes a 26 familias, de ellas, 10 especies han mostrado actividad tóxica. Con respecto al gorgojo del frijol *Acanthoscelides obtectus* se han evaluado 64 especies de plantas de 26 familias, de las cuales 15 especies han resultado prometedoras; en tanto que para *Zabrotes subfasciatus* se han evaluado 68 especies vegetales de 29 familias y de las que ocho han mostrado actividad insecticida.

### 3. OBJETIVOS

A.- Determinar el efecto del polvo de tallos y hojas de higuera *R. communis* en diferentes concentraciones sobre la ganancia de peso en pollo *Gallus domesticus*.

B.- Determinar el efecto del polvo de tallos y hojas de higuera *R. communis* sobre la ganancia de peso en rata albina *Rattus norvegicus* machos y hembras.

C.- Evaluar por medio de estudios histopatológicos en hígado de pollos y ratas alimentados con polvo de higuera posibles alteraciones.

#### 4. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó de marzo a julio de 1991 en el Bioterio de Biología de la Universidad Autónoma Chapingo para evaluar la actividad del polvo de higuerilla (tallos y hojas) y ver los efectos detrimentales sobre la ganancia de peso en dos especies diferentes de animales como son pollo y rata.

Se formaron dos grupos experimentales:

##### EXPERIMENTO I. Pollo *Gallus domesticus*.

###### 1.- Material Biológico:

Se usaron 48 pollos *G. domesticus* de 34 días de nacidos con un peso promedio de 526 gramos.

Colecta y secado de la higuerilla: La colecta se realizó en los alrededores de la Universidad Autónoma Chapingo, la identificación de la planta fue hecha por el personal del Herbario de la Preparatoria Agrícola de la propia Universidad. El secado de la planta se efectuó a medio ambiente haciendo manojos de la planta y colgada dentro de una bodega por espacio de 15 días.

## 2.- Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones para cada dosis, la unidad experimental fue de tres pollos para cada grupo.

## 3.- Tratamientos:

Fueron tres dosis de polvo de higuierilla 0.1%, 1 % y 10% además del grupo control.

## 4.- Dieta:

Las dietas experimentales se suministraron a libre acceso a todos los tratamientos.

- A. Alimento balanceado solo como control.
- B. Alimento balanceado mezclado con 0.1 % de polvo de higuierilla.
- C. Alimento balanceado mezclado con 1 % de polvo de higuierilla.
- D. Alimento balanceado mezclado con 10 % de polvo de higuierilla.

La forma de preparación de la dieta para los tratamientos fue la siguiente:

Al tratamiento A usado como control se le suministró sólo alimento balanceado de la marca "Unión". En los tratamientos B, C y D, se suministró alimento balanceado de la misma marca mezclándole su porcentaje correspondiente de la planta *R. communis* (tallos y hojas) deshidratados y molidos, el polvo de la planta y el alimento se mezclaron en una bolsa de plástico para homogeneizar los componentes.

#### 5.- Toma de datos:

Los pollos se pesaron los días lunes, miércoles y viernes a las 12 horas, durante seis semanas, obteniéndose 20 registros del peso de cada pollo, para pesar se utilizó una balanza marca "OHAUS" con capacidad de 0.1 a 2,610 gramos.

#### 6.- Necropsia.

Al finalizar el experimento, se sacrificaron tres pollos, de cada tratamiento y se les practicó la necropsia y se realizaron los exámenes macroscópicos de hígado y riñón, se fijaron en formol al 10 % para hacer un estudio posmortem y ser examinados en el Laboratorio de Histopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. (ver anexo 1).

#### 7.- Análisis Estadístico.

El análisis de la variable ganancia de peso se hizo mediante Análisis de Varianza de acuerdo a la metodología de (Steel y Torrie, 1984) y con ayuda del paquete computacional SAS (Statistical Analysis System).

Dado que posterior al análisis de varianza se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una prueba de comparación múltiple y las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1984).

Además se practicó análisis de regresión lineal simple de peso sobre el tiempo para las diferentes concentraciones de higuierilla 0.1 %, 1 % y 10 %.



## EXPERIMENTO II. Rata albina *Rattus norvegicus*.

### 1.- Material Biológico:

Se usaron 48 ratas recién destetadas (35-40 días de nacidas), 24 machos y 24 hembras con peso de aproximadamente 92 y 88 gramos respectivamente.

Colecta y secado de la híguerilla: El procedimiento se mencionó anteriormente.

### 2.- Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 2 x 2, los factores fueron: sexo (macho y hembra) y dosis de híguerilla 1 % para machos y hembras además del control 0 %. Se emplearon cuatro repeticiones para cada tratamiento, la unidad experimental fue un grupo de tres ratas.

### 3.- Tratamientos:

Los tratamiento de polvo de híguerilla fueron del 1 % adicionado a la dieta, además del testigo 0 % y sexos machos y hembras.

### 4.- Dieta:

Las dietas experimentales se suministraron a libre acceso a todos los tratamientos.

A. Alimento balanceado solo como control en 12 ratas macho.

B. Alimento balanceado + 1 % de higuierilla en 12 ratas macho.

C. Alimento balanceado solo como testigo en 12 ratas hembra.

D. Alimento balanceado + 1 % de higuierilla en 12 ratas hembra.

La forma de preparación de la dieta para los tratamientos fue la siguiente:

A los tratamientos A y C sin polvo de higuierilla se les suministró alimento balanceado de la marca "Nutricubos Purina" molido y vuelto a peletizar.

Tratamientos B y D, en estos experimentos se les suministró a las ratas alimento balanceado de la misma marca "Nutricubos Purina".

Los "pellets" originales se trituraron hasta reducirlos a polvo, se pesaron 990 gramos se incorporó 10 gramos de la higuierilla, se hidrató la mezcla con un litro de agua para hacerla pasta, se retacó un tubo galvanizado de 25 cm. de largo y 1.3 cm. de diámetro y con un émbolo de madera de 30 cm. se empujó hacia afuera, se obtuvieron las porciones de la mezcla, las cuales se introdujeron en una estufa con temperatura a 80°C, para deshidratarlos por 12 horas. Posteriormente se fragmentaron a un tamaño de 3-5 cm.

##### 5.- Toma de Datos.

Las ratas se pesaron lunes, miércoles y viernes a las 12 horas durante seis semanas hasta completar 20 muestras de peso de cada rata, para pesar se utilizó una balanza de marca "OHAUS" con capacidad de 0.1 a 2,610 gramos.

## 6.- Necropsia:

Al finalizar el experimento, se sacrificaron dos ratas por cada tratamiento, por medio de una sobre exposición de vapor de éter dietílico (Poole, 1989), se realizaron los exámenes macroscópicos de hígado y riñón, se fijaron en formol al 10 % para hacer un estudio posmortem y ser examinados en el Laboratorio de Histopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. (ver anexo 1).

## 7.- Análisis Estadístico

El análisis de la variable ganancia de peso se hizo mediante el Análisis de Varianza de acuerdo a la metodología de (Steel y Torrie, 1984) y con ayuda del paquete computacional SAS (Statistical Analysis System)

Dado que posterior al análisis de varianza se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una prueba de comparación múltiple y las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1984).

Además se realizó un análisis de regresión lineal simple de los pesos sobre tiempo para los niveles (1 y 0 %) de dosis de higuera y para los sexos.

## 5. RESULTADOS

### EXPERIMENTO I. *Gallus domesticus*.

En el cuadro 1 y gráfica 1 se presentan los valores de los resultados promedio y desviación estándar de la edad y peso obtenidos durante el desarrollo del experimento, donde el peso final de pollos del tratamiento al 10 % de polvo de higuierilla fue menor significativamente ( $P < 0.05$ ) respecto a los tratamientos de 1 %, 0.1 % y testigo.

En el cuadro 2 se observan los resultados de los análisis de varianza del incremento de peso y edad de los pollos alimentados con polvo de higuierilla con dosis de 0.1 %, 1 % y 10 % y de acuerdo a dicho análisis la probabilidad estimada de error para las primeras seis lecturas o sea del primero al 13 día de tratamiento (exceptuando un caso) no hubo diferencias significativas entre las medias de peso correspondientes, indicando que no hay efecto alguno en los tratamientos.

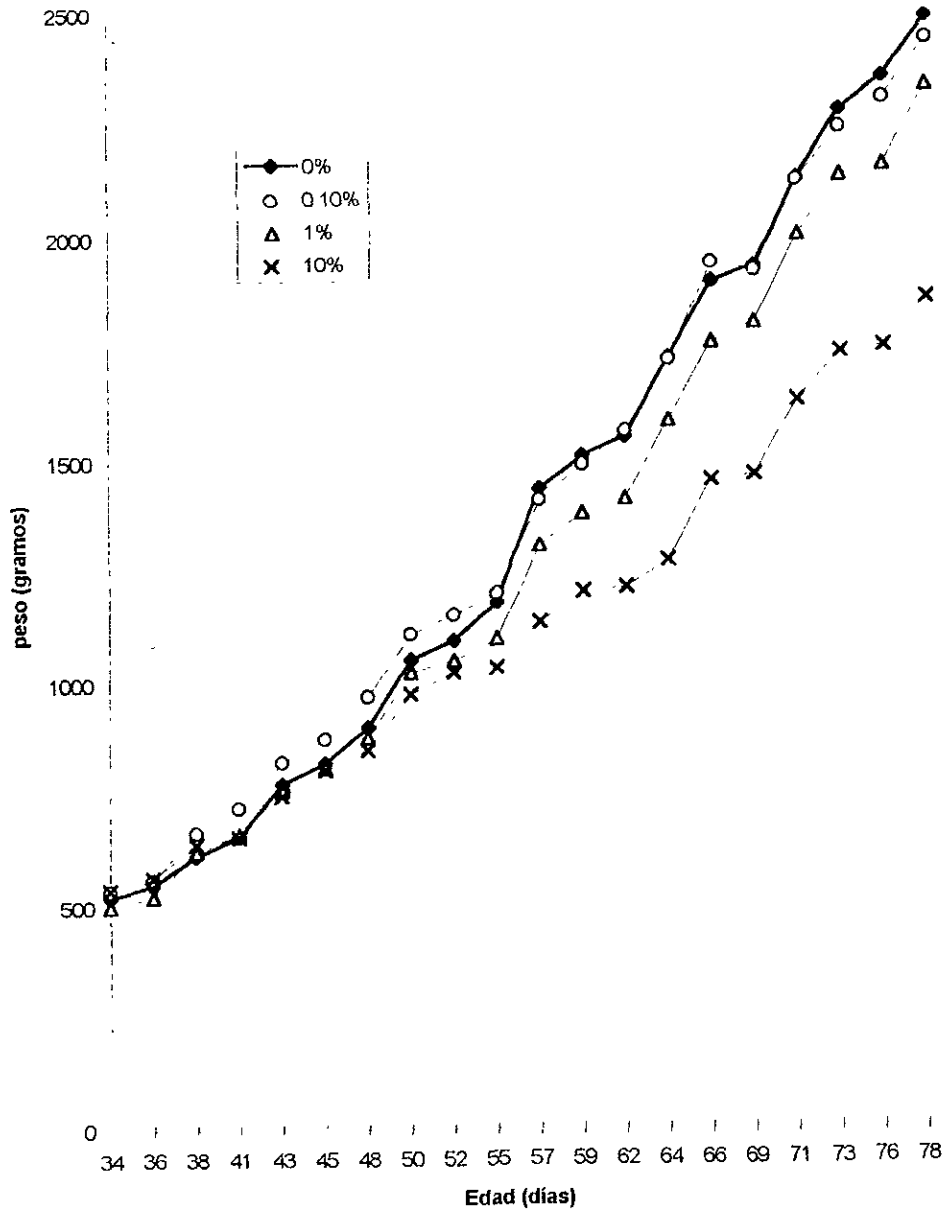
Mientras que a partir de los 14 a 18 días de tratamiento (exceptuando un caso ) hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) indicando que hay efecto sobre el peso de pollos alimentados con higuierilla al 10 %.

Para las lecturas posteriores o sea de los días de tratamiento 21 y hasta los 44 las diferencias fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ) indicando que hay efecto detrimental sobre el peso de pollos alimentados con higuierilla al 10 %.

El cuadro 3 indica la comparación de medias de los tres tratamientos en cada día de toma de lectura, mediante la prueba de Tukey para juzgar la significancia de las diferencias de los pesos de los pollos correspondientes a los tratamientos 0.1 %, 1 %, 10 % y 0 % como control. Se observa que en las primeras dos lecturas las medias asociadas a los tratamientos son estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ). En las lecturas hechas de los 9 y hasta los 18 días de tratamiento las medias mostraron una tendencia de ajuste en donde la media superior fue la del 0 % pero no difirió significativamente de las medias de 1 % y 0.1 %, pero sí fueron estas medias superiores estadísticamente ( $P < 0.05$ ) que la media correspondiente al 10 %. A partir del día 23 de tratamiento 0.1 y 1 % de polvo de higuierilla y testigo se asocian a medias que son estadísticamente similares entre ellas, pero diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ) con respecto a la media de 10 %. Este tratamiento presentó efectos negativos en el incremento de peso de los pollos.

Cuadro 1. Variación, edad y peso en gramos de pollo alimentados con dieta mezclada con polvo de *Ricinus communis* (0.1%, 1 % y 10 %) y control en 20 muestreos.

| Días de tratamiento | Testigo<br>0% | Tratamientos |            |            |
|---------------------|---------------|--------------|------------|------------|
|                     |               | 0.1 %        | 1 %        | 10 %       |
| 0                   | 524 ± 60      | 536 ± 47     | 503 ± 14   | 539 ± 34   |
| 2                   | 547 ± 28      | 560 ± 43     | 522 ± 29   | 566 ± 16   |
| 4                   | 613 ± 53      | 665 ± 46     | 624 ± 30   | 641 ± 8    |
| 7                   | 658 ± 38      | 721 ± 35     | 662 ± 14   | 656 ± 12   |
| 9                   | 776 ± 57      | 824 ± 41     | 760 ± 17   | 749 ± 15   |
| 11                  | 820 ± 59      | 875 ± 59     | 811 ± 36   | 805 ± 21   |
| 14                  | 901 ± 68      | 968 ± 62     | 878 ± 15   | 850 ± 17   |
| 16                  | 1051 ± 82     | 1108 ± 58    | 1023 ± 25  | 974 ± 31   |
| 18                  | 1093 ± 84     | 1150 ± 41    | 1048 ± 8   | 1023 ± 42  |
| 21                  | 1178 ± 85     | 1198 ± 74    | 1097 ± 15  | 1031 ± 48  |
| 23                  | 1430 ± 142    | 1405 ± 81    | 1305 ± 31  | 1132 ± 76  |
| 25                  | 1504 ± 118    | 1484 ± 84    | 1375 ± 27  | 1000 ± 59  |
| 28                  | 1547 ± 109    | 1559 ± 87    | 1406 ± 11  | 1209 ± 55  |
| 30                  | 1722 ± 118    | 1719 ± 85    | 1581 ± 29  | 1267 ± 54  |
| 32                  | 1891 ± 129    | 1932 ± 109   | 1756 ± 25  | 1448 ± 77  |
| 35                  | 1923 ± 98     | 1913 ± 108   | 1799 ± 60  | 1460 ± 107 |
| 37                  | 2119 ± 120    | 2115 ± 126   | 2115 ± 74  | 1625 ± 125 |
| 39                  | 2270 ± 116    | 2231 ± 109   | 2125 ± 87  | 1732 ± 112 |
| 42                  | 2341 ± 118    | 2293 ± 98    | 2145 ± 93  | 1742 ± 123 |
| 44                  | 2473 ± 123    | 2425 ± 80    | 2320 ± 158 | 1847 ± 123 |



**Gráfica 1. Curva de crecimiento de pollos a diferentes concentraciones de polvo de higuera (0.1 %, 1 % y 10 %) y control.**

Cuadro 2. Resultados de los Análisis de Varianza del incremento de peso y días de tratamiento en pollos alimentados con *R. communis*.

| Días de tratam. | FC    | PR> F     | CV   |
|-----------------|-------|-----------|------|
| 0               | ----- | -----     | 7.4  |
| 2               | 0.05  | 0.9851 NS | 5.4  |
| 4               | 2.36  | 0.1226 NS | 6.3  |
| 7               | 3.37  | 0.0549 NS | 4.5  |
| 9               | 5.88  | 0.0104 *  | 5.7  |
| 11              | 1.42  | 0.2863 NS | 6.1  |
| 14              | 4.27  | 0.0288 *  | 6.9  |
| 16              | 5.41  | 0.0138 *  | 6.7  |
| 18              | 3.38  | 0.0543 NS | 6.5  |
| 21              | 7.53  | 0.0043 ** | 8.0  |
| 23              | 11.10 | 0.0009 ** | 11.0 |
| 25              | 10.09 | 0.0003 ** | 10.3 |
| 28              | 22.12 | 0.0001 ** | 11.2 |
| 30              | 28.30 | 0.0001 ** | 12.9 |
| 32              | 23.85 | 0.0001 ** | 12.1 |
| 35              | 18.12 | 0.0001 ** | 11.9 |
| 37              | 16.16 | 0.0002 ** | 11.8 |
| 39              | 20.24 | 0.0001 ** | 11.1 |
| 42              | 27.86 | 0.0001 ** | 12.1 |
| 44              | 19.27 | 0.0001 ** | 12.3 |

FC = F Calculada

PR > F = Probabilidad estimada de error tipo I

CV = Coeficiente de Variación

NS = No Significativo

\* = Significativo  $P < 0.05$

\*\* = Altamente Significativo  $P < 0.01$ .



Cuadro 3. Incrementos acumulativos de peso por días de tratamiento en pollos con polvo de higuierilla 0.1%, 1%, 10 % y control.

| Días de tratamiento | 0%       | 0.1%     | 1%       | 10%      |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| 0                   | -----    | -----    | -----    | -----    |
| 2                   | 23.5 a   | 23.7 a   | 18.7 a   | 26.3 a   |
| 4                   | 87.1 a   | 128.9 a  | 120.6 a  | 101.3 a  |
| 7                   | 134.5 a  | 184.5 a  | 158.2 ab | 116.8 a  |
| 9                   | 251.9 ab | 287.0 a  | 256.8 ab | 209.7 b  |
| 11                  | 296.7 a  | 338.1 a  | 308.1 a  | 265.3 a  |
| 14                  | 377.3 ab | 431.9 a  | 374.2 ab | 310.2 b  |
| 16                  | 527.6 ab | 571.5 a  | 519.5 ab | 434.6 b  |
| 18                  | 569.5 ab | 613.9 a  | 545.1 ab | 483.1 b  |
| 21                  | 671.6 a  | 661.8 a  | 593.5 ab | 491.3 b  |
| 23                  | 906.6 a  | 868.2 a  | 801.6 a  | 592.9 b  |
| 25                  | 980.1 a  | 947.7 a  | 871.3 a  | 660.6 b  |
| 28                  | 1022.8 a | 1022.9 a | 903.0 a  | 669.4 b  |
| 30                  | 1198.1 a | 1157.0 a | 1077.4 a | 727.5 b  |
| 32                  | 1367.1 a | 1395.9 a | 1253.2 a | 900.9 b  |
| 35                  | 1399.6 a | 1376.8 a | 1295.5 a | 920.3 b  |
| 37                  | 1605.6 a | 1578.7 a | 1487.9 a | 1085.9 b |
| 39                  | 1746.7 a | 1694.2 a | 1622.1 a | 1192.3 b |
| 42                  | 1816.8 a | 1756.9 a | 1641.8 a | 1203.0 b |
| 44                  | 1949.0 a | 1888.2 a | 1817.0 a | 1308.0 b |

Valores marcados con la misma letra son estadísticamente iguales.

En el cuadro 4 se observan los resultados de las ecuaciones de regresión del peso (Y) sobre los días de edad (X) las ecuaciones de regresión y los coeficientes de determinación entre estas variables. Los cálculos se hicieron para cada uno de los cuatro tratamientos estudiados. Se puede ver que la ecuación de regresión correspondientes al testigo (0 %) muestra la ganancia de peso más alto 46.1 gramos/día.

Seguido por el tratamiento de 0.1 % de polvo de higuierilla con una ganancia de 44.1 gramos/día y enseguida el tratamiento con 1 % de polvo de higuierilla con 41.8 gramos/día.

Se observa que la menor ganancia de peso fue del tratamiento con 10 % de polvo de higuierilla con un valor de 29.6 gramos/día.

Estos resultados nos indican que existe una relación positiva entre el peso y edad y que las ganancias en peso son mayores a medida que se reduce la dosis de higuierilla.

Es conveniente indicar que se obtuvieron altos coeficientes de determinación entre la variable dependiente peso de los pollos, con respecto a la variable independiente edad.

Esto no solo indica la asociación entre estas dos variables, sino que además implica la existencia de altos coeficientes de determinación lo que muestra la bondad de los resultados propuestos.

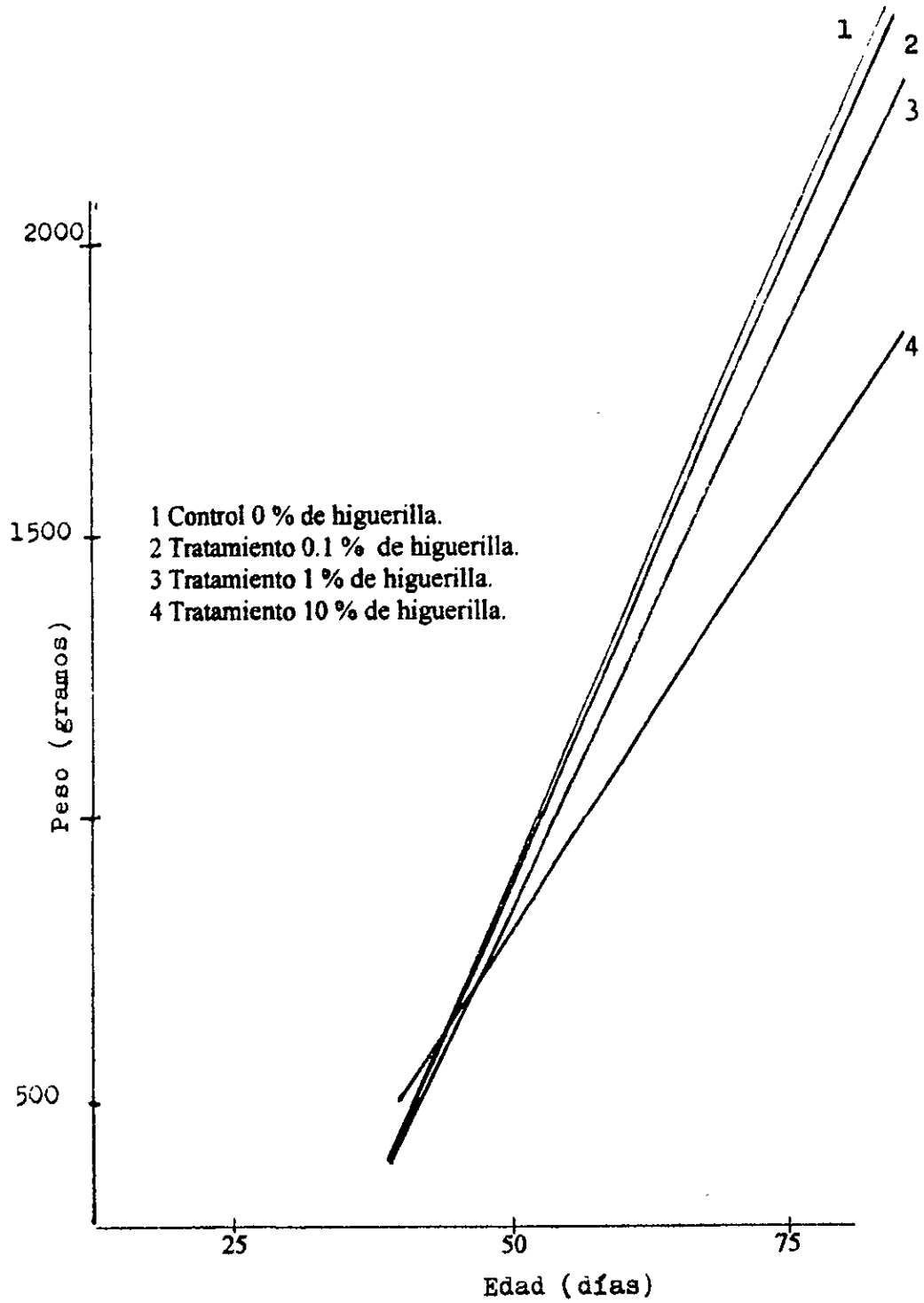
En la gráfica 2 se puede observar las líneas de regresión para pollos alimentados con polvo de higuierilla 0.1 %, 1 % 10 % y 0 % como control. Se observa que las mayores pendientes 0 % y 0.1 % parecidas, pero no muy

diferente a la pendiente con 1%, el efecto negativo mostrado por una menor pendiente se observa en pollos tratados con el 10 % de dicho polvo significativamente.

Los estudios histopatológicos en pollos tratados con 10 % de polvo de la planta *R. communis* señalan alteraciones leves en los conductos biliares, causando hepatotoxicosis proliferación e hiperplasia discreta. Para los tratamientos 1 % y 0.1 de higuera se observa disociación hepatocelular en cortes de hígado aunque pueden ser sugestivos de hepatotoxicosis, no pueden ser atribuidos a una causa específica. En cuanto a los cortes histológicos de los testigos no se observan alteraciones específicas de intoxicación.

Cuadro 4. Resultados de ecuación de regresión y coeficiente de determinación, del peso observado (Y) sobre los días de edad (X) en pollos para los tratamientos 0.1 %, 1 % y 10 % de polvo de higuierilla y 0 % como control.

| Tratamientos<br>% | Ecuación de<br>regresión | Peso a los<br>78 días de edad | Coefficiente de<br>determinación |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 0                 | $Y = -1210.3 + 46.1 X$   | 2473.2                        | 0.9834                           |
| 0.1               | $Y = -1083.9 + 44.1 X$   | 2425.2                        | 0.9867                           |
| 1                 | $Y = -1050.5 + 41.9 X$   | 2320.8                        | 0.9806                           |
| 10                | $Y = -532.4 + 29.6 X$    | 1847.9                        | 0.9827                           |



Gráfica 2. Relación del efecto de la higuierilla con dosis de 0.1 %, 1 %, 10 % y 0 % como control, y la ganancia de peso por medio de Análisis de Regresión Lineal.

## EXPERIMENTO II. *Rattus norvegicus*.

En el cuadro 5 se presenta la variación de edad y ganancia de peso de los valores promedio y desviación estándar, observándose durante el desarrollo del experimento que, para el tratamiento 1 % y 0 % como testigo, y sexos: macho y hembra, el incremento de peso son similares en cuanto a los primeros cinco muestreos o sea de los 0 a los 9 días de tratamiento.

De los 11 a 44 días de tratamiento, las macho alimentados con 1 % de higuierilla presentan mayor peso, respecto a las hembras con el mismo tratamiento. Siendo mayor el peso de machos del grupo control.

La comparación entre organismos del mismo sexo y tratamientos diferentes 0 % y 1% de higuierilla, el mayor peso corresponde al control 0 %

En la gráfica 3 se observa el comportamiento de las ratas macho con tratamiento al 1 % de higuierilla y 0 % como control, se nota claramente el incremento de peso en dicho control y un decremento de peso en el tratamiento con 1 % de higuierilla.

En la gráfica 4 se observa el comportamiento de las ratas hembra que con tratamiento al 1 % de higuierilla presentan menor peso respecto al control 0 %.

En el cuadro 6 se observan los resultados de los análisis de varianza del incremento de peso y edad de las ratas alimentadas con polvo de higuierilla a una dosis de 1 % y 0 % como control: de 0 a 9 días de tratamiento no existe diferencia significativa entre tratamientos dosis 1 % de higuierilla y 0 % como control, ó sexo macho y hembra e interacción dosis-sexo.

De los 14 a 18 días de tratamiento con dosis 1 % de higuera y 0 % como control existe una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), en tanto que la comparación entre sexos también existe diferencia significativa, no existiendo diferencia entre tratamiento e interacción dosis por sexo.

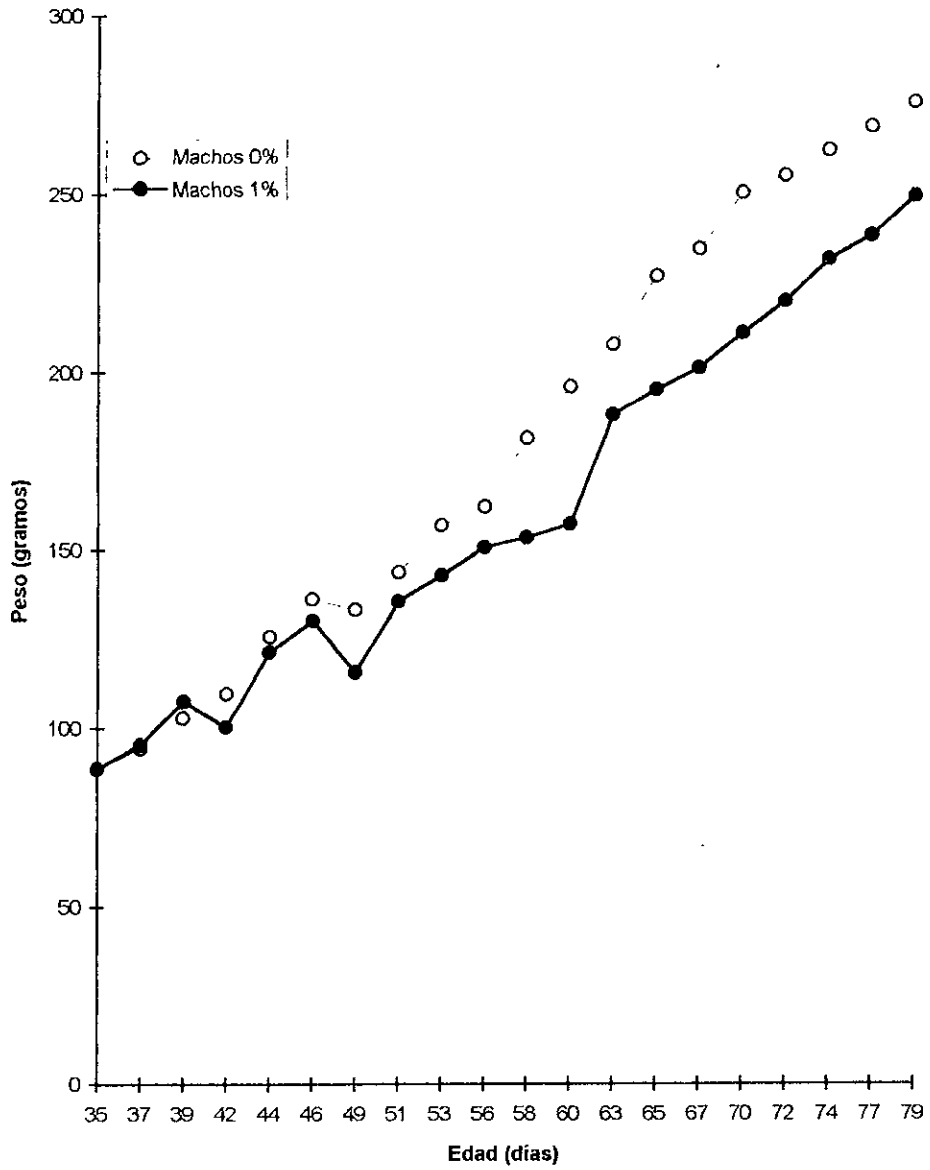
De los 21 a los 35 días de tratamiento existe una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) en cuanto a dosis 1 % respecto al testigo, al igual que para sexos y de 35 a los 44 días de tratamiento se vuelve nuevamente con una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

En cuanto a sexo macho y hembra el comportamiento de las ratas fue: de los 11 a 16 días de tratamiento la diferencia es significativa ( $P < 0.05$ ) y de los 18 a los 44 días de tratamiento la diferencia es altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

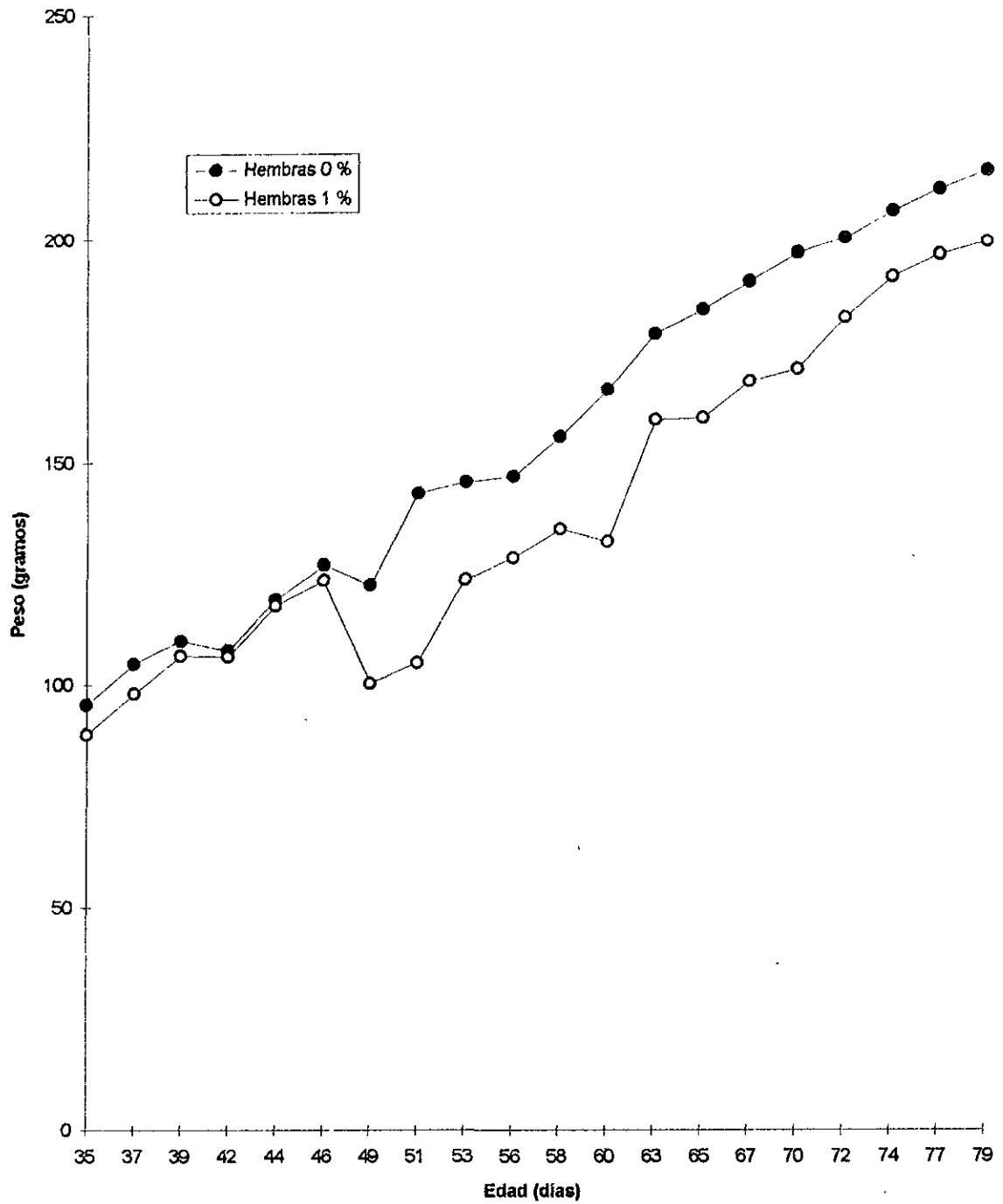
Cuadro 5. Incremento de peso en gramos de rata macho y hembra alimentadas con 1 % de polvo de higuera y control.

| Días de Tratamiento | Machos control | Machos con 1 % | Hembras control | Hembras con 1 % |
|---------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0                   | 88.6 ± 23.3    | 88.8 ± 20.3    | 95.5 ± 38.4     | 88.8 ± 48.6     |
| 2                   | 94.4 ± 24.2    | 95.5 ± 22.8    | 104.7 ± 35.8    | 98.0 ± 37.5     |
| 4                   | 102.9 ± 21.6   | 107.5 ± 20.8   | 109.9 ± 36.6    | 106.5 ± 35.8    |
| 7                   | 109.7 ± 21.7   | 100.4 ± 14.7   | 107.6 ± 40.8    | 106.3 ± 38.2    |
| 9                   | 125.5 ± 23.4   | 121.3 ± 14.1   | 119.1 ± 36.0    | 117.7 ± 28.6    |
| 11                  | 136.0 ± 22.6   | 130.0 ± 13.5   | 126.8 ± 24.3    | 123.4 ± 26.5    |
| 14                  | 133.0 ± 20.1   | 115.6 ± 16.7   | 122.3 ± 23.1    | 100.1 ± 18.7    |
| 16                  | 143.5 ± 21.8   | 135.4 ± 26.2   | 142.8 ± 31.8    | 104.8 ± 21.9    |
| 18                  | 156.7 ± 21.6   | 142.6 ± 19.1   | 145.2 ± 24.8    | 123.5 ± 23.2    |
| 21                  | 162.0 ± 21.7   | 150.5 ± 17.5   | 146.5 ± 24.5    | 128.2 ± 20.2    |
| 23                  | 181.2 ± 20.4   | 153.2 ± 20.4   | 155.3 ± 24.6    | 134.6 ± 20.1    |
| 25                  | 195.7 ± 25.2   | 157.0 ± 16.6   | 165.8 ± 25.7    | 131.8 ± 21.3    |
| 28                  | 207.4 ± 14.0   | 187.7 ± 21.3   | 178.3 ± 31.2    | 159.1 ± 25.5    |
| 30                  | 226.6 ± 15.2   | 194.7 ± 24.7   | 183.7 ± 32.4    | 159.5 ± 17.3    |
| 32                  | 234.1 ± 14.4   | 200.9 ± 13.9   | 189.9 ± 29.1    | 167.6 ± 14.5    |
| 35                  | 249.9 ± 15.1   | 210.6 ± 16.8   | 196.3 ± 32.8    | 170.3 ± 12.0    |
| 37                  | 254.6 ± 14.3   | 219.3 ± 11.5   | 199.6 ± 32.6    | 181.8 ± 15.7    |
| 39                  | 261.7 ± 12.0   | 231.1 ± 15.1   | 205.6 ± 28.1    | 190.8 ± 11.2    |
| 42                  | 268.0 ± 13.7   | 237.7 ± 15.3   | 210.4 ± 27.5    | 195.8 ± 12.3    |
| 44                  | 274.9 ± 12.9   | 248.7 ± 13.1   | 214.5 ± 27.3    | 198.6 ± 13.5    |





**Gráfica 3. Curva de crecimiento en rata macho bajo tratamiento 1 % de higerilla y control.**



**Gráfica 4. Curva de crecimiento en rata hembra bajo tratamiento 1 % de higuera y control.**

Cuadro 6. Resultados de los análisis de varianza del incremento de peso, días de tratamiento y sexo macho y hembras de rata *R. norvegicus* alimentadas con polvo de higuera al 1 % y control.

| FUENTES DE VARIACIÓN | DIAS DE TRATAMIENTO | FC   | PR(Fc)    | CV    |
|----------------------|---------------------|------|-----------|-------|
| Dosis                |                     | 0.00 | 0.000     |       |
| Sexo                 | 0                   | 0.00 | 0.000     | 30.7  |
| Dosis x Sexo         |                     | 0.00 | 0.000     |       |
| Dosis                |                     | 0.10 | 0.7560 NS |       |
| Sexo                 | 2                   | 4.10 | 0.0675 NS | 30.7  |
| Dosis x Sexo         |                     | 0.07 | 0.7935 NS |       |
| Dosis                |                     | 2.62 | 0.1314 NS |       |
| Sexo                 | 4                   | 0.03 | 0.8576 NS | 27.4  |
| Dosis x Sexo         |                     | 0.05 | 0.8335 NS |       |
| Dosis                |                     | 0.18 | 0.6767 NS |       |
| Sexo                 | 7                   | 0.10 | 0.7565 NS | 30.8  |
| Dosis x Sexo         |                     | 2.45 | 0.1435 NS |       |
| Dosis                |                     | 0.01 | 0.9128 NS |       |
| Sexo                 | 9                   | 4.11 | 0.0654 NS | 27.15 |
| Dosis x Sexo         |                     | 1.42 | 0.2557 NS |       |
| Dosis                |                     | 0.10 | 0.7602 NS |       |
| Sexo                 | 11                  | 6.23 | 0.0281 *  | 23.40 |
| Dosis x Sexo         |                     | 1.11 | 0.3131 NS |       |
| Dosis                |                     | 5.86 | 0.0323 *  |       |
| Sexo                 | 14                  | 5.87 | 0.0321 *  | 29.7  |
| Dosis x Sexo         |                     | 0.02 | 0.8787 NS |       |
| Dosis                |                     | 7.91 | 0.0157 *  |       |
| Sexo                 | 16                  | 7.29 | 0.0193 *  | 34.24 |
| Dosis x Sexo         |                     | 2.65 | 0.1292 NS |       |
| Dosis                |                     | 6.00 | 0.0306 *  |       |
| Sexo                 | 18                  | 9.79 | 0.0087 ** | 23.13 |
| Dosis x Sexo         |                     | 0.00 | 0.9623 NS |       |

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

|              |    |       |           |       |
|--------------|----|-------|-----------|-------|
| Dosis        |    | 3.55  | 0.0838 NS |       |
| Sexo         | 21 | 10.77 | 0.0006 ** | 23.46 |
| Dosis x Sexo |    | 0.02  | 0.9007 NS |       |
| Dosis        |    | 10.94 | 0.0062 ** |       |
| Sexo         | 23 | 16.13 | 0.0017 ** | 19.47 |
| Dosis x sexo |    | 1.25  | 0.2859 NS |       |
| Dosis        |    | 23.79 | 0.0004 ** |       |
| Sexo         | 25 | 20.83 | 0.0007 ** | 18.78 |
| Dosis x Sexo |    | 0.73  | 0.4088 NS |       |
| Dosis        |    | 8.03  | 0.0151 *  |       |
| Sexo         | 28 | 32.08 | 0.0001 ** | 12.30 |
| Dosis x Sexo |    | 0.43  | 0.5247 NS |       |
| Dosis        |    | 14.21 | 0.0027 ** |       |
| Sexo         | 30 | 41.77 | 0.0001 ** | 13.03 |
| Dosis x Sexo |    | 1.24  | 0.2879 NS |       |
| Dosis        |    | 11.99 | 0.0047 ** |       |
| Sexo         | 32 | 35.61 | 0.0001 ** | 13.12 |
| Dosis x Sexo |    | 1.62  | 0.2275 NS |       |
| Dosis        |    | 16.58 | 0.0015 ** |       |
| Sexo         | 35 | 48.64 | 0.0001 ** | 12.40 |
| Dosis x Sexo |    | 1.97  | 0.1861 NS |       |
| Dosis        |    | 9.20  | 0.0104 *  |       |
| Sexo         | 37 | 41.82 | 0.0001 ** | 12.43 |
| Dosis x Sexo |    | 2.53  | 0.1379 NS |       |
| Dosis        |    | 5.35  | 0.0393 *  |       |
| Sexo         | 39 | 38.02 | 0.0001 ** | 12.69 |
| Dosis x Sexo |    | 1.85  | 0.1991 NS |       |
| Dosis        |    | 5.55  | 0.0363 *  |       |
| Sexo         | 42 | 42.55 | 0.0001 ** | 11.84 |
| Dosis x Sexo |    | 1.93  | 0.1901 NS |       |
| Dosis        |    | 5.24  | 0.0410 *  |       |
| Sexo         | 44 | 56.75 | 0.0001 ** | 10.83 |
| Dosis x Sexo |    | 1.23  | 0.2897 NS |       |

NS=No significativo  $P>0.05$ , \*=Significativo  $P<0.05$ , \*\*=Altamente significativo  $P<0.01$   
FC=F calculada. PR(fc)=Probabilidad de respuesta. CV=Coficiente de variación.

En el cuadro 7 se observan las comparaciones de medias de los pesos de ratas bajo el efecto de la higuierilla con dosis de 1 % y 0 % como control y sexo macho y hembra.

No hay diferencia significativa de pesos entre 1 % y 0 % de higuierilla desde el inicio hasta el día 11. Después de esta fecha o sea de los 14 días se observa diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) hasta el día 44 de tratamiento. Se nota que los sexos se comportan de acuerdo a su naturaleza, es decir los machos son mayores que las hembras.

Cuadro 7. Valores de comparación de medias del incremento de peso por días de tratamiento de polvo de higuerrilla al 1 % y control y sexo (macho y hembra).

| Días de tratamiento | Sexo macho/hembra | Control   | Dosis de 1 % |
|---------------------|-------------------|-----------|--------------|
| 0                   | Macho             | 0.0000    | 0.0000       |
|                     | Hembra            | 0.0000    | 0.0000       |
|                     |                   | 0.0000    | 0.0000       |
| 2                   | Macho             | 5.7750    | 6.6500       |
|                     | Hembra            | 9.2000    | 9.2750       |
|                     | M + H             | 7.4875 A  | 7.9625 A     |
| 4                   | Macho             | 14.2750   | 18.6500      |
|                     | Hembra            | 14.3500   | 17.7000      |
|                     | M + H             | 14.3125 A | 18.1750 A    |
| 7                   | Macho             | 21.0750   | 11.5750      |
|                     | Hembra            | 12.1000   | 17.5250      |
|                     | M + H             | 16.5875 A | 14.5500 A    |
| 9                   | Macho             | 36.9000   | 32.4250      |
|                     | Hembra            | 23.5750   | 28.9750      |
|                     | M + H             | 30.2375 A | 30.7000 A    |
| 11                  | Macho             | 47.3750   | 41.2000      |
|                     | Hembra            | 31.3250   | 34.6750      |
|                     | M + H             | 39.3500 A | 37.9375 A    |
| 14                  | Macho             | 44.3500   | 26.8000      |
|                     | Hembra            | 26.7750   | 11.3500      |
|                     | M + H             | 35.5625 A | 19.0750 B    |
| 16                  | Macho             | 54.8750   | 46.5250      |
|                     | Hembra            | 47.3250   | 16.0000      |
|                     | M + H             | 51.1000 A | 31.2625 B    |
| 18                  | Macho             | 68.0500   | 53.7250      |
|                     | Hembra            | 49.6750   | 34.7750      |
|                     | M + H             | 58.8625 A | 44.2500 B    |

|    |        |            |            |
|----|--------|------------|------------|
| 21 | Macho  | 73.4000    | 60.1750    |
|    | Hembra | 51.0000    | 39.4500    |
|    | M + H  | 62.2000 A  | 49.8125 B  |
| 23 | Macho  | 92.6000    | 64.3250    |
|    | Hembra | 59.8000    | 45.8000    |
|    | M + H  | 76.2000 A  | 55.0625 B  |
| 25 | Macho  | 107.0250   | 68.1750    |
|    | Hembra | 70.3000    | 43.0500    |
|    | M + H  | 88.6625 A  | 55.6125 B  |
| 28 | Macho  | 118.8000   | 98.9000    |
|    | Hembra | 82.7500    | 70.3250    |
|    | M + H  | 100.7750 A | 84.6125 B  |
| 30 | Macho  | 137.9500   | 105.9000   |
|    | Hembra | 88.2250    | 70.7750    |
|    | M + H  | 133.0875 A | 88.3375 B  |
| 32 | Macho  | 145.5000   | 112.0500   |
|    | Hembra | 94.3500    | 78.8750    |
|    | M + H  | 119.9250 A | 95.4625 B  |
| 35 | Macho  | 161.3000   | 121.7750   |
|    | Hembra | 100.8250   | 81.5500    |
|    | M + H  | 131.0625 A | 101.6625 B |
| 37 | Macho  | 165.9250   | 130.4500   |
|    | Hembra | 104.1000   | 93.0250    |
|    | M + H  | 135.0125 A | 111.7375 B |
| 39 | Macho  | 173.0250   | 142.3000   |
|    | Hembra | 110.0500   | 102.0750   |
|    | M + H  | 141.5375 A | 122.1875 B |
| 42 | Macho  | 179.3750   | 148.8750   |
|    | Hembra | 114.9250   | 107.0500   |
|    | M + H  | 147.1500 A | 127.9626 B |
| 44 | Macho  | 186.3000   | 159.8500   |
|    | Hembra | 119.0250   | 109.8250   |
|    | M + H  | 152.6625 A | 134.8375 B |

---

Valores marcados con la misma letra y misma fila son estadísticamente iguales  $P > 0.05$

En el cuadro 8 se observan las ecuaciones de regresión del peso de las ratas (Y) sobre los días de edad (X). Las ecuaciones de regresión y los coeficientes de determinación entre estas variables. Los cálculos se hicieron para cada uno de los cuatro tratamientos estudiados 1 % de higuierilla y 0 % como control y sexo: macho y hembra.

Se puede ver que la ecuación de regresión correspondiente al testigo 0 % macho muestra la ganancia de peso más alto con 4.57 gramos/día, seguido por el tratamiento macho 1 % de higuierilla con ganancia de 3.65 gramos/día y en seguida el testigo 0 % hembra con ganancia de 2.82 gramos/día, se observa que la menor pendiente fue la del tratamiento con 1 % de polvo de higuierilla con una ganancia de 2.27 gramos/día de peso.

Estos resultados nos indican que existe una relación edad y sexo en la ganancia de peso, siendo mayor en los machos independientemente del tratamiento.

Se obtuvieron altos coeficientes de determinación indicando la bondad de los resultados propuestos.

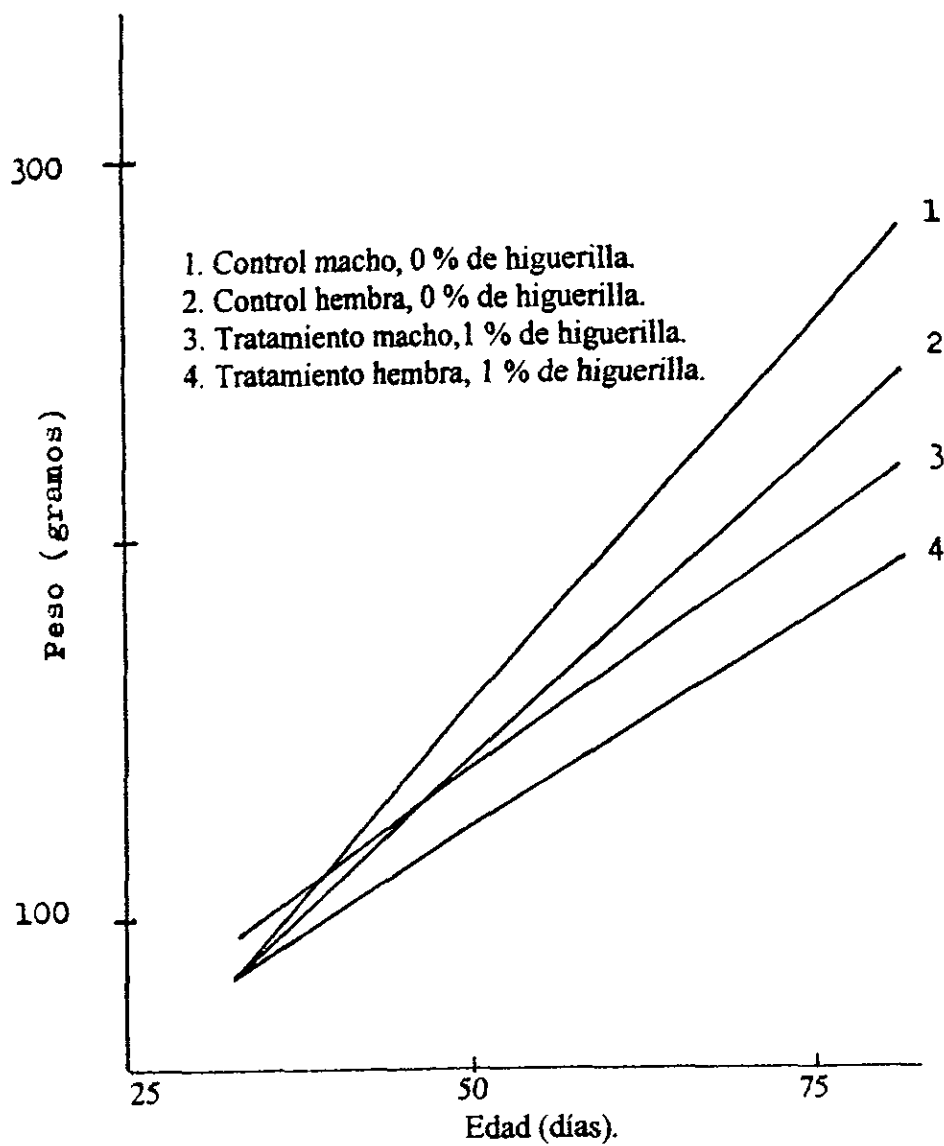
En la gráfica 5 se observan las líneas de regresión para el tratamiento 1 % de higuierilla y 0 % como control, además sexo macho y hembra. Las pendientes son diferentes para cada uno de los casos, siendo la más alta la de machos 0 % y la más baja hembras con 1 % de higuierilla.

Para las ratas tratadas con de polvo de higuierilla al 1 % en macho y hembra, los estudios histopatológicos muestran la presencia de vacuolas intracitoplasmáticas en zonas periportales, sugestivo de esteatosis hepática focal discreta, datos no concluyentes de intoxicación. Para los testigos macho y hembra no se presentan alteraciones en hígado.



Cuadro 8. Resultados de ecuación de regresión y coeficiente de determinación del peso en gramos observado (Y), sobre los días de edad (X) para el tratamiento 1 % de higuierilla y 0 % como control, en rata *R. norvegicus* macho y hembra.

| Tratamientos<br>% | Ecuación de<br>regresión | Peso a los 44<br>días de tratam. | Coefficiente de<br>determinación |
|-------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Machos 0          | $Y = -79.3 + 4.57 X$     | 274.9 g                          | 0.9845                           |
| Machos 1          | $Y = -47.3 + 3.65 X$     | 248.7 g                          | 0.9732                           |
| Hembras 0         | $Y = - 4.8 + 2.82 X$     | 214.5 g                          | 0.9862                           |
| Hembras 1         | $Y = - 1.5 + 2.27 X$     | 198.8 g                          | 0.9231                           |



Gráfica 5. Relación del efecto de la higuerrilla con dosis de 1 % y 0 % como control en macho y hembra de rata en la ganancia de peso por medio del Análisis de Regresión Lineal.

## 6. DISCUSION

### EXPERIMENTO I. Pollos *Gallus domesticus*.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento I, los pollos que resultaron menos afectados en el peso fueron los tratamientos de 1 % y 0.1 % con polvo de higuierilla, con ganancias de peso diario 41.9 y 44.1 gramos/día respectivamente, similares a los del grupo control 46.1 gramos/día.

La reducción en ganancia de peso 29.6 gramos /día con tratamiento al 10 % de polvo de higuierilla pudo deberse a :

A.- Schanker, (1971) citado por Almeida (1987) y el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, menciona que el tubo gastrointestinal es una de las vías importantes de absorción de los compuestos y por ello es determinante de la toxicidad de una sustancia. Esta pudo traducirse entonces en mayor absorción de toxina y por tanto una baja de peso para pollos que consumen dosis altas de polvo de higuierilla.

B.- Que la mayor dosis de polvo de higuierilla 10 % pudo haber cambiado la palatabilidad (sabor, consistencia, textura, etc.) del alimento, disminuyendo el consumo, traduciéndose en un menor peso a medida que aumenta la proporción de dicho polvo.

En cuanto a dosis 0.1 % de polvo de higuierilla prácticamente no presenta diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) respecto al control. Mientras que

para 1 % presenta claramente un efecto detrimental en peso a lo largo del experimento, aunque el detrimento en peso fue consistente, esta disminución en peso no es significativa ( $P > 0.05$ ).

C.- Los estudios histopatológicos practicados a pollos confirman los resultados que a dosis altas 10 % de polvo de higuierilla hay efectos degenerativos en células hepáticas e hiperplasia discreta en conductos biliares resultados que indican una hepatotoxicosis discreta. En cuanto a dosis bajas 1 y 0.1 % los resultados indican solo disociación hepatocelular moderada esto indica ligeros cambios a nivel celular, los resultados histopatológicos en testigo no muestran cambios en células del hígado.

## EXPERIMENTO II. Rata *Rattus norvegicus*.

Los resultados en este experimento nos muestra que las hembras presentan un menor peso respecto a los machos, independientemente del tratamiento, pero si se hace la comparación entre ratas del mismo sexo y tratamientos diferentes 1 % y 0 % observamos que para los machos control 0 % de polvo de higuierilla se obtuvo que los menos afectados de peso equivalente a 4.57 gramos diarios y en machos con 1 % de polvo de higuierilla se observó una menor ganancia de peso equivalente a 3.65 gramos de peso diario en promedio, al igual si hacemos la comparación entre ratas hembras, las que resultaron menos afectadas de peso fueron las control con 0 % de polvo de higuierilla con peso equivalente a 2.82 gramos, mientras que las ratas hembras que consumieron 1 % de polvo de higuierilla presentaron menor ganancia de peso equivalente a 2.27 gramos diarios aproximadamente.

De los resultados anteriores se traduce que las reducciones de peso pudieron haber sido por las siguientes causas:

A.- Si se comparan los pesos de machos y hembras éstos serán distintos ya que los machos presentan en estado natural mayor peso alcanzando de 300 a 400 gramos en adultos, respecto a las hembras con menor peso de 250 a 300 gramos en adultos.

B.- Si la comparación la hacemos entre ratas del mismo sexo pero tratamientos diferentes podemos observar que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) de peso pudiendo deberse a una mayor absorción de toxinas de la higuierilla, como es sugerido por (Schanker, 1971) citado por Almeida (1987) y el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, que es una de las vías importantes de absorción de los compuestos y ser determinante de la toxicidad de una o varias sustancias, manifestándose en una baja de peso de las ratas.

C.- Que el polvo de higuierilla alteró la palatabilidad (sabor, consistencia, textura, etc.) del alimento, dejando de consumir alimento traduciéndose en un menor peso, mientras que las ratas consumieron solo alimento obtuvieron los pesos más altos debido a que la palatabilidad fué la deseada.

D.- Los estudios histopatológicos practicados a los cortes de hígado de rata macho y hembra demuestra que la dosis de 1 % de polvo de higuierilla causa hepatotoxicosis discreta y otras alteraciones leves.

La presente investigación se realizó para estudiar la posible toxicidad de la planta *R. communis* ya que como se mencionó anteriormente esta planta resultó prometedora en cuanto a control de insectos plaga de granos almacenados (maíz y frijol) como se observa en los resultados hay efecto

detrimental en peso de pollo y rata con polvo de higuierilla en altas concentraciones (10 %).

Las evaluaciones llevadas a cabo en el presente trabajo se realizaron solo con hojas y tallos de la higuierilla y en ninguno de los casos pollos (con tratamientos 10 %, 1 % y 0.1 %) y ratas (con tratamiento 1 %) mostraron intoxicaciones severas y mucho menos muertes.

En estudios realizados por Aguilera (1991) indican que tratamientos de polvo de higuierilla en granos almacenados con un porcentaje de 1 % es suficiente para obtener un buen control de insectos, por lo tanto se deberán usar dosis bajas para no perjudicar demasiado a los animales domésticos y al hombre mismo.

Los granos deberán ser lavados después de tratados y antes de su consumo para eliminar la posible toxicidad de polvo de higuierilla para el hombre y los animales domésticos.

## 7. CONCLUSIONES

### EXPERIMENTO I. Pollo *Gallus domesticus*.

1.- La dosis de 10 % de polvo de higuera ocasionó decremento en el peso de pollos en desarrollo. Los estudios histopatológicos confirman una hepatotoxicosis ligera.

2.- Para las dosis de 1 % y 0,1 % de polvo de higuera, aunque hubo diferencia en los pesos de pollo respecto al testigo, se puede afirmar que las diferencias no son significativas ( $P > 0.05$ ). Los estudios histopatológicos muestran solo cambios ligeros en células de hígado.

### EXPERIMENTO II. Rata *Rattus norvegicus*.

1.- La dosis de 1 % de polvo de higuera ocasionó decremento en el peso de rata en desarrollo, independientemente del sexo. Los estudios histopatológicos muestran cambios degenerativos ligeros en células hepáticas, por lo tanto esta dosis no deberá recomendarse como un método de control de plagas en granos almacenados.

## 8. RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos en la presente investigación se pueden indicar las siguientes recomendaciones:

A.- El uso de *R. communis* será en concentraciones por debajo de 1 %.

B.- Se debe utilizar para el control de plagas el tallo y las hojas.

C.- Se puede recomendar haciendo énfasis en su conocida toxicidad.

D.- Por el riesgo de toxicidad que presenta la planta se proponen los siguientes estudios: ganancia de peso a dosis menores de 1 % a largo plazo, estudios de metabolitos en sangre y orina, mediciones fisiológicas (consumo de alimento, peso corporal y digestibilidad), exámenes posmortem, etc.

E.- Asimismo se recomienda para próximas investigaciones hacer evaluaciones de ganancia de pesos de pollos y ratas alimentadas con granos lavados después de ser tratados con higuera.



## 8. LITERATURA CITADA

- Aguilera, P. M. 1990. Análisis y Perspectivas del Area de Toxicología en la Investigación "Usos de sustancias vegetales y minerales para el combate de plagas en cultivos básicos". Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. México Seminario II (ENT-680) 13 pp.
- Aguilera, P. M. 1991. Validación Semicomercial de Polvos Vegetales y Minerales para el combate de *Sitophilus zeamais*, *Prostephanus truncatus* y *Rhyzopertha dominica*, en el sur y sureste de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Centro de Entomología y Acarología. Montecillo, Edo. de México. México 120 pp.
- Almeida, W. 1987. Toxicología. Métodos prácticos para la detección de residuos de plaguicidas. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Programa de Salud Ambiental. O. M. S.
- Areekul, S. y P. Sinchaisri. 1988. Effects of the plant extracts on the oriental fruit fly II repelency test kasetart. Journal Natural Sciences. 22(1): 56-61.
- Burrows, G. E. y R. J. Tyrl. 1983. Ornamental plants potentially hazardous to cattle. Bovine Practitioner. Oklahoma, U.S.A. (18): 188-197.
- Caro, M. P. 1990. Extractos acuosos al 10 %, para combate de conchuela de frijol *Epilachna varivestis* en Chapingo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de Parasitología. Chapingo Edo. de México. México. 64 pp.

- Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 1985. Nociones básicas de toxicología (Lecturas complementarias) O.M.S. 239 pp.
- Costa, J.J., A.E. Margheritis, O.J. Marsico 1974. Introducción a la terapéutica vegetal. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur Centro Regional de Ayuda Técnica. 306 pp.
- Cruz, D. J. 1990. Extractos de higuera *Ricinus communis* y manzanita *Arctosphylos pugens* para el control de la conchuela del frijol en Chapingo, México. Tesis de Maestría. Chapingo Edo. de Mex. Universidad Autónoma Chapingo. Depto de Parasitología Agrícola 62 pp.
- Cuadra, V. D. 1981. Ariprospectos *Ricinus communis*. Folleto. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coah. México. 4 pp.
- De Ong, E. R. 1956. Chemistry and uses of pesticides. Segunda edición. New York. U. S. A.
- Edwards, J. P.; S. D. Wratten. 1980. Ecology of Insect-Plant interactions studies in Biology. London. Editorial Edward Arnold. 60 pp.
- Farah, M. O.; B. A. Hassan; M. M. Hashim; H. A. Atta. 1987. Phytochemical and pharmacological studies on the leaves of *Ricinus communis*. Egyptian Journal of Veterinary Science 24 (2): 169-179.
- Figueredo, A.; H. Currente; J. Rodríguez; R. Tablada. 1991. Clinical and pathological changes in geese intoxicated with (*Ricinus communis*) cator oil seeds. Revista de Salud Animal. La Habana, Cuba. 13(1): 30-34.
- Forsyth, A. A. 1968. Iniciación a la toxicología vegetal. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 206 pp.

- Gunther, A. F. 1969. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. Tercera edición. México. Editorial Continental. 293 pp.
- Hernández, M. R. 1981. Plantas medicinales. México. Editorial El Arbol S.A. de C.V. 107 pp.
- Heywood, H. V. 1985. Las plantas con flores. España. Editorial Reverté, S. A. 332 pp.
- Lagunes, T. A. 1984. Informe del proyecto cooperativo, empleo de sustancias vegetales contra plagas de maíz como una alternativa al uso de insecticidas en áreas de temporal. CONACYT-CP-UACH-SARH-INIA. Chapingo, Edo. de México. México.
- Lagunes, T. A. y C. H. Rodríguez. 1989. Utilización de extractos acuosos vegetales para el combate de conchuela del frijol *Epilachna varivestis* en el valle central de México. México. Informe técnico. CONACYT. 56 pp.
- Lagunes, T. A. 1990. Toxicología y Manejo de Insecticidas. Documento de trabajo. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. México. 194 pp.
- Matsumura, F. 1980. Toxicology of insecticides. Segunda edición. New York U.S.A. Editorial Plenum Plus. 598 pp.
- Maxwell, G. F. y R. P. Jennings. 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. México. Editorial Limusa. 696 pp.
- Morton, F. J. 1971. Plants poisonous to people. Miami, Florida. U.S.A. Hurricane House. 54 pp.

- Mueke, J. M. 1987. The use of vegetable oils and ash in the protection of cowpea seed *Vigna unguiculata* against *Callosobruchus maculata* East African Agricultural and Forestry Journal. Kenya. 52 (2): 101-105.
- Okoye, J. A.; C. A. Enunwaonye; A. U. Okoire; F. T. Anugwa. 1987. Pathological effects of feeding roasted castor bean *Ricinus communis* to chicks. Nigeria. 16(2): 283-290.
- Olsnes, S. and A. Phil. 1973. Different biological properties of the two continued peptide chains of Ricin a toxic protein inhibiting protein synthesis. Biochemistry. 12(16): 3121-3126.
- Ortiz, Y. 1991. El veneno: Elixir de vida de unos; magia y pasión de otros. Información Científica y Tecnológica. México. 13(182): 57-64.
- Poole, A. G. Leslie 1989. A practical approach to toxicological investigations Cambridge University Press. Cambridge. New York. 188 pp.
- Purushotham, N. P.; V. G. Reghavan; S. M. Rao; J. M. Reddy; M. Mahendar 1985. Studies on the pathology of experimental feeding of castor bean near *Ricinus communis*. Indian Veterinary Journal. 62(2): 116-118.
- Ratera, L.E. 1980. Plantas de la flora Argentina empleadas en medicina popular. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur. 189 pp.
- Restrepo, F.I, 1988. Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México. México D.F. Editorial Andrómeda S.A. 187 pp.
- Román, M. D. 1990. Extractos de polvos vegetales con propiedades insecticidas, una alternativa en el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* en granos almacenados. Tesis de Maestría Chapingo. Edo. de México. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. 80 pp.

- Ruberté, M. R. y F. W. Martin. 1975. Hojas comestibles del trópico. Agricultural Research Service Southern Region U.S. Mayagüez Puerto Rico. Published Jointly by Agency for International Development. 245 pp.
- Salas, J. 1985. Protection of maize seeds (*Zea mays*) against attack by *Sitophilus oryzae* through the use of vegetable oils. *Agronomía Tropical* (FONAIAP) Venezuela. 35(4-6): 13-18.
- Salcedo, B. A. 1985. Búsqueda de plantas nativas de Morelos con propiedades tóxicas contra gusano cogollero de maíz *Spodoptera frugiperda* y el mosquito *Culex quinquefasciatus*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Morelos. Edo. de Morelos México. 83 pp.
- Sanchez, S. O. 1978. La flora del valle de México. México. Editorial Herrero S. A. 513 pp.
- Starý F. and Z. Berger. 1995. Poisonous plants. Slovakia. Magna Books 224 pp.
- Steel G. R. y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística principios y procedimientos. Segunda edición. México. Mc. Graw-Hill. 622 pp.
- Swain, T. 1977. Secondary compounds as protective agents. *Ann Rev. Plant Physiol* N-º 28: 479-501.
- Trease, E. G. 1977. Farmacognosia. México. Editorial CECSA. 910 pp.

## ANEXOS

DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA 04510 MEXICO, D.F. 548-40-49 550-52-15 EXT.4956



Ciudad Universitaria, D.F., 12 de febrero de 1992.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

CASO No. \_\_\_\_\_ TESIS No.8 \_\_\_\_\_  
NOMBRE REMITENTE BIOL. JAIME BALLESTEROS L. EXPEDIENTE \_\_\_\_\_  
DIRECCION COLEGIO DE POSGRADUADOS, MONTECILLOS, TEXCOCO, MEX.  
CALLE \_\_\_\_\_ COL. \_\_\_\_\_ COD. POSTAL \_\_\_\_\_

Informe del estudio posmortem, llevado a cabo en un(a) Muestra 6 ratas  
de raza Rattus norvegicus color albinas de 12 semanas edad,  
con No. de identificación 2 test. 4 Expt., propiedad de \_\_\_\_\_  
remitido por Usted el \_\_\_\_\_, con diagnóstico clínico  
presuntivo de ABIERTO.

RESULTADOS DEL ESTUDIO HISTOPATOLOGICO.

I. RATAS ALBINAS (Rattus norvegicus).

1. Testigo 1, macho No. ½.  
Sin alteraciones.

2. Testigo 2, hembra, No. 10

Diagnóstico morfológico: Pleuritis crónica activa con zonas discretas de neumonía intersticial, de origen inespecífico.  
Sin alteraciones en otros órganos.

3. Experimental 1, macho, No. 16.

Sección de hígado:

Cambios degenerativos discretos, sugestivo de degeneración hidrópica.

Presencia de vacuolas intracitoplasmáticas en zonas periportales, sugestivo de esteatosis hepática focal, discreta.

Sin alteraciones en otros órganos.

4. Experimental 2, macho, No. 19.

Sección de hígado:

Cambios degenerativos discretos, sugestivos de degeneración hidrópica.

Sin alteraciones en otros órganos.

5. Experimental 3, hembra, No. 18.

Sección de hígado:

Proliferación de conductos biliares e hiperplasia discreta de algunos de ellos.

Presencia de vacuolas intracitoplasmáticas, sugestivo de esteatosis hepática, discreta.

Sin alteraciones en otros órganos.

6. Experimental 4, hembra, N. 24.

Sección de hígado:

Presencia de vacuolas intracitoplásmicas, sugestivo de esteatosis hepática discreta.

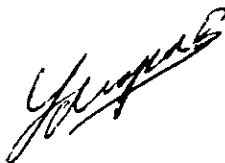
Esteatosis hepática discreta.

Sin alteraciones en otros órganos.

COMENTARIO:

En general no se aprecian lesiones significativas aen las secciones de tejido que se describen en el texto. Los cambios observados en las secciones de hígado son muy discretos y aunque sugestivos de heptotoxicosis no son concluyentes de intoxicación y no pueden ser atribuidos a una causa específica como el consumo de dietas experimentales.

A T E N T A M E N T E



MVZ. JOAQUIN CHAPA BEZANILLA

els\*



DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA 04510 MEXICO, D.F. 548-40-49 550-52-15 EXT.4956



Ciudad Universitaria, D.F., 12 de Febrero de 1992.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

CASO No.            TESIS No. 8  
NOMBRE REMITENTE BIOL. JAIME BALLESTEROS EXPEDIENTE             
DIRECCION COLEGIO DE POSGRADUADOS MONTECILLOS TEXCOCO, MEX.  
           CALLE            COL.            COD. POSTAL             
Informe del estudio posmortem, llevado a cabo en un(a) Pollos de engorda  
de raza            color            de            edad,  
con No. de identificación 3 Test. 9 Exp., propiedad de             
remitido por Usted el           , con diagnóstico clínico  
presuntivo de ABIERTO.

RESULTADOS DEL ESTUDIO HISTOPATOLOGICO.

II. Pollos de engorda.

1. Testigo 1

Sin alteraciones.

2. Testigo 2

Congestión vascular generalizada en todos los órganos.

Proventrículo:

Necrosis focal en zona glandular de la submucosa.

Sección de hígado:

Disociación de células de cordones hepáticos.

Degeneración y necrosis de células hepáticas en zonas focales con infiltrado linfocitario.

Presencia de vacuolas en células hepáticas, sugestivo de esteatosis hepática discreta.

Engrosamiento moderado de la cápsula hepática.

Sección de bazo:

Necrosis y depleción linfoide.

Atrofia.

Encéfalo:

Zonas focales con hemorragia en cerebro.

COMENTARIO: Los cambios observados a la necropsia y las alteraciones histopatológicas, son compatible con el síndrome ascítico de las aves.

3. Testigo 3

Cambios degenerativos sugestivos de degeneración hidrópica.  
Sin alteraciones en otros órganos.

4. Lote Experimental EA, número 1.

Sección de hígado:

Disociación hepatocelular moderada.

Proliferación e hiperplasia discretas de conductos biliares.

Sección de riñón:

Dilatación de la cápsula glomerular.

Cambios degenerativos moderados de células de los túbulos colectores.

Sugestivo de hepatotoxicosis discreta o leve.

Otros órganos sin alteraciones.

5. Lote Experimental EA. Número 2.

Sección de hígado:

Cambios degenerativos, sugestivos de degeneración hidrópica de células hepáticas.

Sugestivo de hepatotoxicosis discreta o leve.

Sin alteraciones en otros órganos.

6. Lote Experimental EA. Número 3.

Sin alteraciones.

7. Lote Experimental EB, Número 1.

Sin alteraciones.

8. Lote Experimental EB, Número 2.

Sin alteraciones.

9. Lote Experimental EB, Número 3.

Sin alteraciones.

10. Lote Experimental EC, Número 1.

Sección de hígado:

Cambios degenerativos, sugestivo de degeneración hidrópica de células hepáticas.

Proliferación e hiperplasia discreta de conductos biliares.

Sugestivo de hepatotoxicosis discreta o leve.

Sin alteraciones en otros órganos.

11. Lote Experimental EC. Número 2.

Sección de hígado:

Proliferación discreta de conductos biliares.

Cambios degenerativos moderados con vacuolización, sugestivo de esteatosis hepática.

Sección de riñón:

Necrosis focal de túbulos colectores.

Sugestivo de hepatotoxicación discreta o leve.

Sin alteraciones en otros órganos.

12. Lote Experimental EC, número 3.

Sección de hígado:

Proliferación de conductos biliares e hiperplasia discreta de algunos de ellos.

Vacuolización de células hepáticas, sugestivo de esteatosis hepática discreta.

Sugestivo de hepatotoxicosis discreta o leve.

Sin alteraciones en otros órganos.

COMENTARIO:

En general no se aprecian lesiones significativas en las secciones de tejido que se describen en el texto. Los cambios observados en las secciones de hígado y riñón principalmente son muy discretas y aunque pueden ser sugestivos de hepatotoxicosis, no pueden ser atribuidos a una causa específica, como el consumo de las dietas experimentales, ni concluyentes de intoxicación.

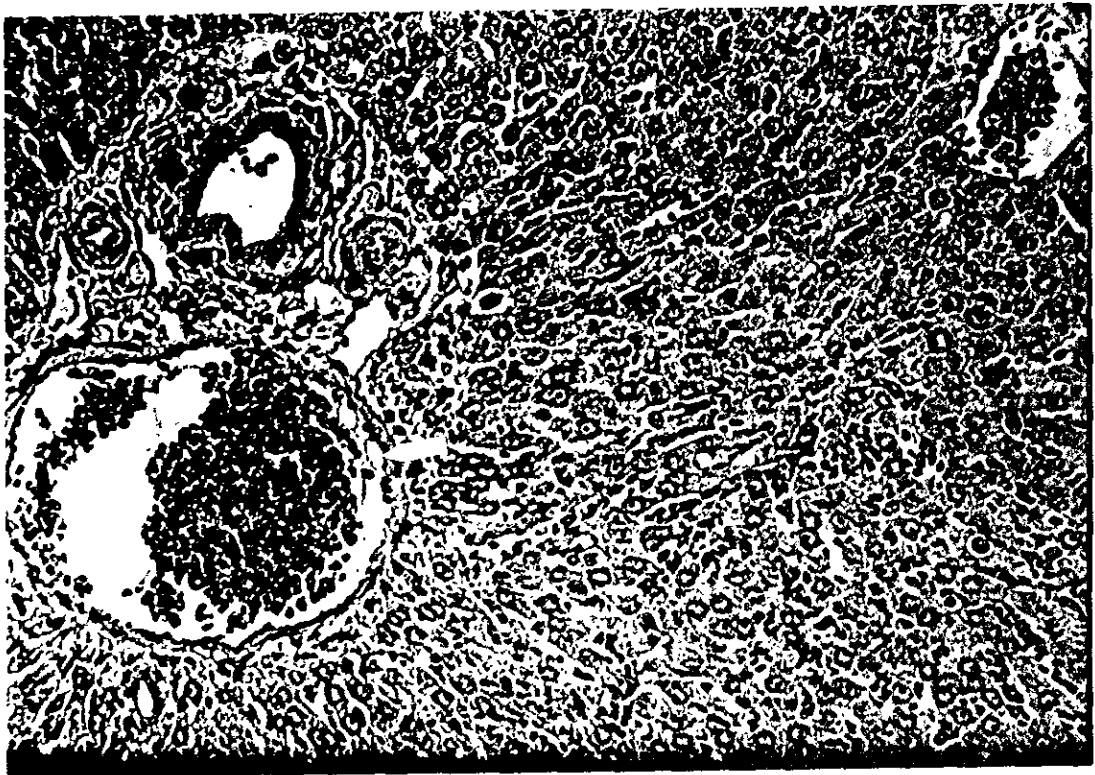
A T E N T A M E N T E.



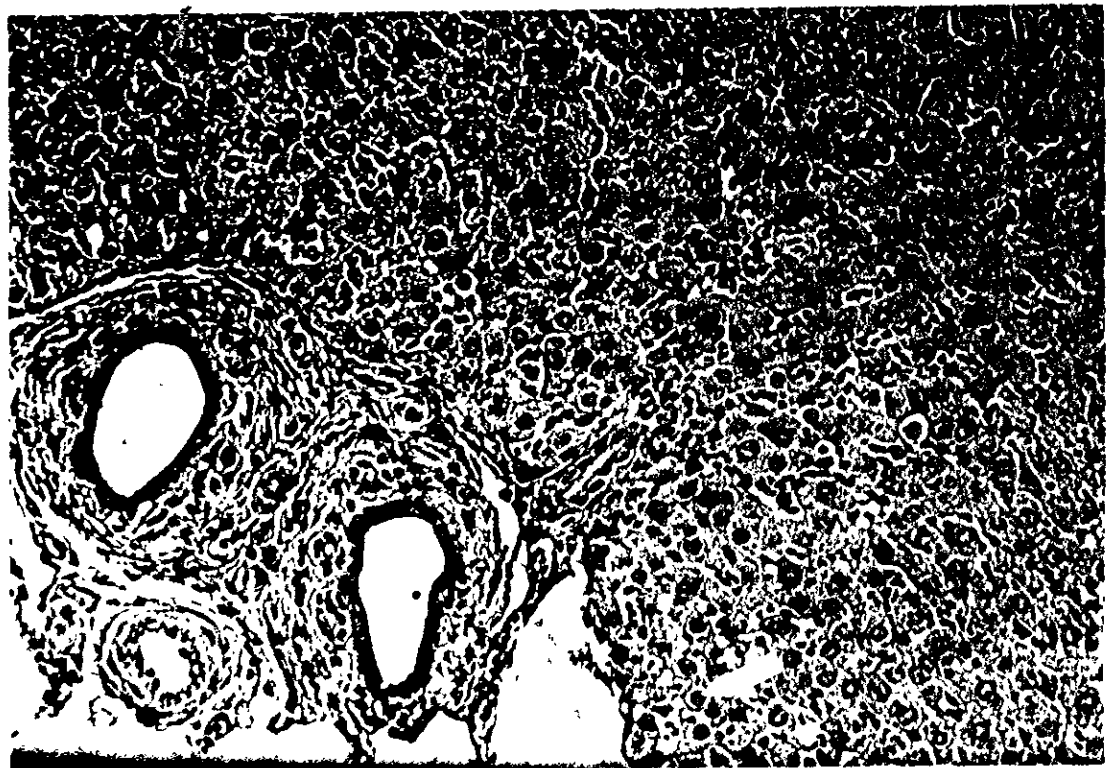
MVZ. JOAQUIN CHAPA BEZANILLA

els\*

F  
i  
g  
u  
r  
a  
  
A



F  
i  
g  
u  
r  
a  
  
B



Cortes de hígado de pollo (40 X). En A control, se observa vena porta y conductos biliares normales. En B, tratamiento al 10 % de *R. communis* se observan núcleos pignóticos vacuolizados, fibrosis y degeneración tisular, síntoma de lesión discreta.