

*SUSTITUCION PARCIAL DE BASE PROTEICA COMERCIAL POR HA  
RINA DE SEMILLA DE ALGODON EN ALIMENTACION DE CERDCS  
EN PERIODO DE CRECIMIENTO*

*POR:*

*PATRICIO G. JEREZ P.*

*T E S I S*

*Presentada a la consideración del Honorable TRIBUNAL  
EXAMINADOR, como requisito parcial para obtener el Tí  
tulo de:*

*INGENIERO AGRONOMO*

*WALTER ESPINOZA AGUILAR*

*ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA*

*MANAGUA, NICARAGUA, C. A.*

*1 9 6 7*

*SUSTITUCION PARCIAL DE BASE PROTEICA COMERCIAL POR HA  
RINA DE SEMILLA DE ALGODON EN ALIMENTACION DE CERDCOS  
EN PERIODO DE CRECIMIENTO*

*POR:*

*PATRICIO G. JEREZ P.*

*T E S I S*

*Presentada a la consideración del Honorable TRIBUNAL  
EXAMINADOR, como requisito parcial para obtener el Tí  
tulo de:*

*INGENIERO AGRONOMO*

*ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA*

*MANAGUA, NICARAGUA, C. A.*

*1 9 6 7*

*Aprobada:*



*Fecha:*

19/1/68

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

#### IV

#### A G R A D E C I M I E N T O

*El autor expresa su sincero agradecimiento al doctor Juan L. Eguaras, ingeniero César Estrada R. y al ingeniero Humberto Tapia por sus valiosos consejos, así -- también a sus compañeros y a todos los -- que contribuyeron de una u otra forma en la realización del presente trabajo.*

## I N D I C E

	<i>Página</i>
<i>INDICE DE CUADROS.....</i>	<i>VI</i>
<i>INDICE DE GRAFICAS.....</i>	<i>VII</i>
<i>INTRODUCCION.....</i>	<i>1</i>
<i>OBJETIVOS.....</i>	<i>3</i>
<i>LITERATURA REVISADA.....</i>	<i>4</i>
<i>A.- Maíz.....</i>	<i>5</i>
<i>B.- Sorgo.....</i>	<i>5</i>
<i>C.- Semilla de algodón.....</i>	<i>7</i>
<i>MATERIALES Y METODOS.....</i>	<i>13</i>
<i>RESULTADOS.....</i>	<i>18</i>
<i>DISCUSION.....</i>	<i>22</i>
<i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>24</i>
<i>RESUMEN.....</i>	<i>25</i>
<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	<i>38</i>
<i>APENDICE.....</i>	<i>41</i>

## I N D I C E D E C U A D R O S

<u>CUADRO</u>		<u>PAGINA</u>
Nº 1	<i>Pesos semanales de los cerdos del lote Nº 1 (en libras)....</i>	27
Nº 2	<i>Pesos semanales de los cerdos del lote Nº 2 (en libras)....</i>	28
Nº 3	<i>Pesos semanales de los cerdos del lote Nº 3 (en libras)....</i>	29
Nº 4	<i>Pesos semanales de los cerdos del lote Nº 4 (en libras)....</i>	30
Nº 5	<i>Peso promedio semanal y peso promedio total ganado por cerdo, y cantidad de alimento consumido por lote.....</i>	31
Nº 6	<i>Aumento promedio semanal por cerdo en libras.....</i>	32
Nº 7	<i>Relación entre el peso vivo ganado y cantidad de alimento consumido.....</i>	33
Nº 8	<i>Evaluación Económica comparativa.....</i>	34

VII

INDICE DE GRAFICAS

<u>GRAFICA</u>		<u>PAGINA</u>
Nº 1	Crecimiento de los cerdos en los diferentes lotes.....	35
Nº 2	Crecimiento de los cerdos alimentados con diferentes raciones.....	36
Nº 3	Conversión alimenticia.....	37

## I N T R O D U C C I O N

*En la explotación porcina el rubro alimentación representa alrededor del 80% del costo total de producción. Por lo tanto, para realizarla con éxito, se requiere un plan de alimentación bien concebido y eficiente.*

*Las investigaciones en el campo de la nutrición, tanto en humanos como en animales, han avanzado extraordinariamente en los últimos años. Constantemente se están investigando todas aquellas fuentes locales de nutrientes que pueden ser usadas en la explotación pecuaria. La escasez de productos de origen animal y la poca variedad de productos vegetales de que se dispone en cantidades industriales, en ciertas áreas de los trópicos, constituyen los principales factores limitantes para la elaboración de raciones balanceadas para la alimentación de cerdos.*

*Para llevar a cabo un programa de explotación porcina intensivo, es necesario suministrar raciones de alta calidad y equilibradas debidamente. Esto significa que para una explotación eficiente y rentable deben satisfacerse con exactitud las necesidades nutritivas del cerdo de glúcidos, lípidos, prótidos, vitaminas y minerales.*

*En los países industrialmente desarrollados y con diversidad de cultivos, son varios los subproductos derivados de productos agrícolas que pueden usarse en la alimentación de cerdos.*

La harina de semilla de algodón, es una fuente excelente de proteína, aunque su uso en la alimentación de cerdos está condicionada por la cantidad de gossipol que contenga.

El gossipol es una sustancia tóxica a la cual el cerdo es muy susceptible. La harina de semilla de algodón además de ser fuente de proteína, es un elemento de bajo costo en nuestro país, lo cual hace beneficioso su uso.

La importancia de este trabajo radica en saber si la harina de semilla de algodón producida en Nicaragua, puede sustituir parcialmente el suplemento proteínico comercial en la alimentación de cerdos en crecimiento. El presente trabajo tiene también importancia económica, ya que si la harina de algodón puede sustituir el suplemento proteínico los costos de producción bajarían considerablemente.

Este experimento se realizó con cuatro lotes de cerdos. Se les suministró una ración diferente a cada lote, en los cuáles estaba incluida la harina de semilla de algodón a excepción de la ración suministrada al lote N° 1 que se usó como testigo. Las raciones se les suministraron en dos tiempos, uno por la mañana y otro por la tarde.

Este trabajo se realizó en la granja -- porcina "Gallo Solo", situada en el departamento de León, en el período de tiempo comprendido entre el 14 de Enero y el 25 de Febrero de 1967.

O B J E T I V O S

*Los objetivos del experimento fueron los siguientes:*

- 1º Determinar si la harina de semilla de algodón producida en Nicaragua, puede sustituir a la base proteíca comercial en la alimentación de los cerdos en crecimiento.*
- 2º Observar si la harina de algodón causa algún efecto tóxico en el organismo del cerdo.*
- 3º Determinar posibles diferencias económicas entre las raciones usadas.*

### LITERATURA REVISADA

La industria porcina se adapta a las condiciones más --  
variadas del medio ambiente y explotación y transforma gran  
cantidad de productos agrícolas en alimentos de extraordinar  
rio valor para el abastecimiento humano (5). En muchas na-  
ciones constituye el eje de la industria productora de car-  
ne (15).

El cerdo siempre se ha considerado como el animal --  
que posee las mejores disposiciones para producir carne y -  
grasa, por su gran poder digestivo y la mejor asimilación de  
los alimentos, comparado con otras especies domésticas; tambi  
én tiene la mayor capacidad para aprovechar las proteínas  
crudas y para ingerir considerables cantidades de alimentos  
líquidos que son asimilados y digeridos con mucha facilidad  
(7).

Como consecuencia de su excepcional aptitud para el en--  
gorde, el cerdo es, de todas las especies de matadero, el -  
que proporciona un rendimiento más elevado en canal, el ---  
cuál sobrepasa el 80% (1).

Este animal rinde generosamente en  
relación con los cuidados que han de tenersele y, alguna que  
otra vez, se da bastante bien aunque se le deje que se críe  
por sí solo. Sin embargo, al igual que la mayoría de los --  
animales domésticos, responde favorablemente a los cuidados  
y a la alimentación (15).

La cría del cerdo sigue en importancia económica, a la del ganado bovino, si se le considera desde el punto de vista de la producción cárnica. Con relación al tiempo, la cría del cerdo supera netamente toda otra explotación ganadera por lo prolífera y por la rapidez de desarrollo (14).

Para reducir los costos de producción, sin detrimento de la eficacia del alimento, se recomienda que los criaderos utilicen como alimentos para sus cerdos los productos o subproductos de su hacienda o aquellos disponibles en las proximidades que pueda conseguir a bajo costo (1).

El éxito económico de la explotación depende esencialmente de que utilice los alimentos más baratos a su alcance, siempre a condición de suministrar una dieta balanceada (1).

EL MAÍZ EN LA ALIMENTACION DEL CERDO: El maíz es el grano que se ocupa en primer lugar entre los que se le dan a los cerdos. Es muy rico en almidones y grasas y pobre en proteínas y minerales, especialmente en calcio (12).

Este grano no debe suministrarse en cantidades mayores del 40% de la ración total. Si se da en mayor cantidad produce un tocino falto de consistencia y aceitoso. Se ha comprobado que al alimentar cerdos con sólo maíz no se obtienen buenos resultados, especialmente en los cerdos en crecimiento (7).

EL SORGO EN LA ALIMENTACION DEL CERDO: El sorgo para grano tiene un valor nutritivo aproximadamente del 90% del maíz, pu

diendo variar del 85% al 95% según la clase de sorgo usado -- (4).

La mayor parte de las variedades de sorgo poseen mayor riqueza en proteína que el maíz, pero son menos ricos que éste en grasa y las proteínas no son de buena calidad (13).

El sorgo parece ser tan apetitoso como el maíz y puede constituir parte, o todo, el grano de la ración (3).

El maíz puede ser sustituido por el sorgo en el engorde de cerdos en forma total, ya que produce aumentos de peso similares o mayores, dando al -- mismo tiempo más ganancias económicas (16).

Cuando se le asocia un buen suplemento protéico el grano de sorgo es excelente para la alimentación de los cerdos (13).

Los canales de los cerdos alimentados con sorgo son bien firmes (13).

LA PROTEINA EN LA VIDA: Las proteínas son tan importantes -- que algunos autores consideran que la vida no puede existir -- sin proteínas (1).

El valor biológico de las proteínas depende de los aminoácidos que entran en su composición, siendo de mayor valor las proteínas de origen animal que las de origen vegetal. Puede elevarse el valor biológico de las proteínas -- que contiene un alimento suplantándolas con las de otro, por ejemplo, las proteínas de origen vegetal pueden suplantarse -- ampliamente con las de origen animal (7).

Hole, Haines y Asociados, (9) han informado el efecto an tagónico que el nivel de proteínas de la ración ejerce en la aparición de síntomas propios de los resultados tóxicos del gosipol.

Son indispensables para la alimentación de los cerdos cuando menos diez de los veintitres amino-ácidos conocidos, - los cuales son: metionina, lisina, histidina, triptófano, ar- ginina, treonina, valina, fenilalamina, leucina e isoleucina (7).

HARINA DE SEMILLA DE ALGODON: La harina de semilla de algo- dón es un subproducto industrial que proviene de semillas de algodón desengrasadas por medio de disolventes o por medio de calor (17).

Esta harina es rica en proteínas de buena calidad, pero es pobre en lisina y triptófano. Este es un alimento -- que se emplea en raciones porcinas, pero la cantidad se res-- tringe ordinariamente del 9 al 10% de la ración total, debido al peligro de envenenamiento por gosipol (4).

El gosipol es un pigmento amarillo que se encuentra en las glándulas internas de la semilla de algodón y posiblemente, según Gallup (8), en todas las partes de la planta. Es insoluble en el éter de pe tróleo y en agua, disolviéndose fácilmente en disolventes or- gánicos. El gosipol se puede extraer por medio de solventes orgánicos como éter etílico, cloroformo, ligroína, etc (18).

Estudios realizados en la estación de Florida, Estados - Unidos, señalan que los cerdos muertos por intoxicación de go

sipol mostraron los siguientes síntomas: cantidades excesivas de líquidos en las cavidades pleurales y peritoneales, reblandecimiento y aumento de tamaño del corazón, congestión y edemá pulmonar y congestión generalizada de otros órganos, tales como el hígado, bazo y los ganglios linfáticos (4). Se ha observado que la toxicidad del gosipol para el cerdo se encuentra en relación con la cantidad y calidad de la proteína en la dieta de este animal (2).

Earle y Stevenson (6), sometieron tres lotes de cerdos de un peso promedio de 34.56 libras a la alimentación con harina de semilla de algodón de tres diferentes calidades. Se agregó a la dieta de los animales suficiente gosipol para suministrar 0.015% de gosipol libre, un nivel que fué encontrado como tóxico en dietas que contenían el 18% de proteína. Los animales alimentados con harina de buena calidad con un alto nivel de proteína, ganaron más peso, resultaron más económicos en la utilización del alimento y fueron los que más tiempo vivieron.

Los alimentos con harina combinada (pobre y rica) tuvieron una ganancia de peso intermedio así como en la utilización del alimento y en el tiempo que vivieron.

Los alimentados con harina de baja calidad fueron los que menores ganancias de peso presentaron, resultaron antieconómicos en la utilización del alimento y fueron los que primero murieron por la toxicidad del gosipol (6).

En experimentos hechos en Estados Unidos se observó que la harina de algodón, desengrasada con disolventes, de bajo contenido de gossipol libre, fué inferior a la de soja desengrasada también con disolventes, en una ración por lo demás equilibrada. Los cerdos fueron llevados del destete al sacrificio. Los que recibieron harina de algodón ganaron un promedio de 0.54 kg. diarios y consumieron 182 kg. de alimento por 45 kg. de ganancia, mientras que la ración de soja las cifras respectivas fueron 0.64 kg. y 165 kg. (3).

En Florida, Estados Unidos, se ha demostrado que las harinas de semilla de algodón pobres en gossipol (menos del 0.04% de gossipol libre) utilizadas como único suplemento dietético, carecen de peligro en la alimentación del cerdo. También se ha demostrado con cerdos estabulados en crecimiento, que una mezcla a partes iguales de harina de semilla de algodón pobre en gossipol y harina de soja es superior a la soja sola (4).

En esta misma estación de Florida se demostró que en cerdos en régimen de pastoreo, durante la gestación y lactancia han sido igualmente valiosos la harina de algodón pobre en gossipol y la harina de soja (4).

Hale y sus colaboradores (9), han utilizado harina de algodón en raciones para cerdos en proporciones distintas y equivalentes a porcentajes que varían desde 0.0013 hasta el 0.028.

Ellos demostraron que a un nivel de 0.015 por ciento de gossipol libre ya se notan sínto

mas de toxicidad, los que no son evidentes cuando el gossipol se encuentra a un nivel de 0.10 por ciento (9).

Bronham y sus colaboradores (2), presentan datos concernientes a la sustitución de harina de semilla de ajonjolí por harina de semilla de algodón en raciones simplificadas para engorde de cerdos. Se formaron cinco grupos de cuatro cerdos cada uno, las raciones fueron suministradas "ad libitum".

La harina de algodón reemplazó a la de ajonjolí en proporciones de 0, 5, 10, 15 y 20% de la dieta basal.

El quinto lote de cerdos se suprimió a la décima semana por presentar marcados síntomas de intoxicación.

Las diferencias observadas en los cuatro lotes no fueron estadísticamente significativas, siendo el aumento de peso y la eficiencia de conversión del alimento bastante satisfactorios en todos los grupos. Los resultados obtenidos demuestran que es posible sustituir la harina de ajonjolí por harina de algodón hasta en un 15% (2).

Hintz y Heitman en California (10), hicieron tres pruebas de alimentación con un total de 120 cerdos y una prueba con 24 ratas, con el propósito de evaluar la suplementación de raciones de cebada y harina de algodón.

Adiciones de riboflavina, ácido pantoténico y vitami-

na B<sub>12</sub> a raciones que contenían harina de alfalfa no aumentó la tasa de ganancia o la eficiencia de conversión de los cerdos en la prueba N<sup>o</sup> 1. En la prueba N<sup>o</sup> 2, adiciones de riboflavina, niacina y ácido pantoténico o vitamina B<sub>12</sub> a todas las raciones vegetales (que no contenían harina de alfalfa) aumentó la tasa de ganancias de los cerdos en el período de crecimiento, pero no hubo tal efecto en el período final y cuando se realizaron todas las raciones.

En la prueba N<sup>o</sup> 1 sustituyendo harina de frijol soja o harina de frijol soya más carne y hueso por harina de semilla de algodón, no aumentó la respuesta a las raciones alimenticias de cerdos que contenían el 16% de proteína cruda (en base a la materia seca). En las pruebas 2 y 3 agregando lisina a las raciones de cebada y harina de algodón conteniendo niveles menores de proteína, aumentaron las tasas de ganancias y aparentemente mejoró la eficiencia alimenticia. Una respuesta similar se obtuvo con ratas en la prueba N<sup>o</sup> 4.

Ninguna de las características del canal fueron influenciadas por la adición de lisina excepto, el contenido proteico que fué aumentado y el contenido graso decayó en nuestras tomadas del lomo. Una adición de metionina en la prueba N<sup>o</sup> 3 no aumentó la tasa de ganancia, la eficiencia de conversión o las características del canal (10).

Jarquín y sus colaboradores (11), en estudios realizados para determinar si cocinando la harina de semilla de algodón y añadiendo calcio y

hierro protegían al cerdo contra la toxicidad del gossipol -- que daba como resultado unas bajas ganancias de peso, baja eficiencia de conversión y una alta tasa de mortalidad. Sin embargo eliminaron completamente estos efectos, la adición -- del 1% de Ca (OH)<sub>2</sub> y 0.1% de Fe SO<sub>4</sub>, 7H<sub>2</sub>O. En la determina--- ción de suero proteínas, albumina, globulina y concentraciones de urea dieron los mismos resultados en los diferentes tratamientos, pero la hemoglobina y los hematocritos fueron bajos en animales alimentados con harina de semilla de algodón. El peso del hígado bajó en animales alimentados con harina de semilla de algodón cruda o cocida, pero los alimentados con harina cruda fueron más ricos en grasa.

Estudios his-  
topatológicos demostraron que los cerdos alimentados con ha-  
rina de semilla de algodón sin la adición de calcio y hierro  
dieron como resultado una dilatación en las aurículas y ven-  
trículos. Estas lesiones, de un tipo degenerado, resultaron  
de insuficiencias cardíacas y de edemas en el pulmón, esto -  
es probablemente muscular, desde que no se observaron anormal  
idades en las válvulas (11).

A conclusiones similares llegó -  
Cunha (4), al decir que el empleo de sulfato de hierro en --  
concentraciones de 0.25 por ciento de la ración, contrarres-  
ta a veces los efectos de la intoxicación por gossipol en cerdos (4).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la granja porcina "Gallo Solo", situada en el departamento de León, durante el período de tiempo comprendido entre el 14 de Enero y el 24 de Febrero de 1967.

Para este experimento se tomaron 20 cerditos recién destetados, de dos meses aproximadamente de edad y un peso promedio de 43.55 libras. El grupo de cerdos se componía de 11 machos castrados y 9 hembras. Todos los cerdos eran de una raza resultante de un cruce de machos Duroc Jersey por hembras Hi-Lean. La raza o línea Hi-Lean es un híbrido proveniente de cruces de cerdos Hampshire, Yorkshire y Landrace. Todos los progenitores fueron importados de los Estados Unidos de América.

La base protéica comercial empleada durante el desarrollo del experimento fué la que normalmente se usa en la granja donde se realizó este trabajo. Este es un suplemento protéico llamado "Pig-Balancer Medicated M - 56".

El análisis aproximado de nutrientes es:

Proteína bruta	40.0%
Grasa bruta	2.5%
Fibra bruta	1.0%

Calcio	3.5%
Fósforo	1.0%
Iodo	0.0004%
NaCl	2.25%

Contiene además ácido arsánico 0.045%, Penicilina --- (Procaínica) 21.6 gm/Ton. y Estreptomina a razón de 108 gm. por tonelada.

Este suplemento no contiene harina de semilla de algodón lo que es muy conveniente ya que no producirá ninguna alteración en la determinación del valor protéico de la harina de semilla de algodón producida en Nicaragua por la -- Aceitera Corona.

El análisis de nutrientes de esta harina es:

Proteína libre	41.0%
Estracto de Nitrógeno	28.1%
Grasa	6.0%
Fibra bruta	10.7%
Materia seca	92.9%
Minerales	6.5%

Las paredes de las porquerizas donde se realizó este experimento son de malla de alambre y el piso al igual que los comederos y bebederos son de concreto. El techo es de zinc y cubría solamente la mitad de la porqueriza, lo que es muy conveniente para el aprovechamiento de la luz solar por los cerdos.

Al comienzo del experimento se tenían 25 cerditos, los cuales se tuvieron en observación durante una semana dándoles el mismo tipo de alimentación; todos estaban en buenas condiciones de salud. Al comenzar la segunda semana se separaron en cuatro lotes comprendiendo cada uno de 5 cerditos en período de crecimiento (20 cerditos). La separación se hizo completamente al azar.

En el primer día del experimento se obtuvo el peso inicial de cada cerdito, a partir de ese día a cada lote se le suministró una ración diferente. Las raciones suministradas estaban compuestas de harina de semilla de algodón, maíz amarillo, sorgo rojo y base protéica comercial, a excepción de la correspondiente al primer lote -- que no tenía harina de algodón.

La cantidad de alimento que se les daba era la misma para todos los lotes. El alimento era pesado antes de suministrárseles a los cerdos con lo cual se llevaba un registro del alimento consumido diario por lote.

Las raciones que se les dió a cada uno de los lotes tenía la composición siguiente:

RACION Nº 1

Maíz amarillo.....	40%
Sorgo rojo.....	40%
Base protéica.....	20%

RACION Nº 2

Maíz amarillo.....	80%
Base protéica.....	10%
Harina de algodón.....	10%

RACION Nº 3

Sorgo rojo.....	80%
Base protéica.....	10%
Harina de algodón.....	10%

RACION Nº 4

Maíz amarillo.....	40%
Sorgo rojo.....	40%
Base protéica.....	10%
Harina de algodón.....	10%

El maíz amarillo y el sorgo rojo usado en el experimento son los que se producen comercialmente en Nicaragua. Estos granos fueron molidos y mezclados con la base protéica y la harina de algodón en las proporciones antes mencionadas.

A todos los cerdos se les dió los mismos cuidados de -- sanidad, higiene y manejo para evitar cualquier error que -- por estas causas se pudieran suscitar en el análisis de los datos obtenidos.

Durante el experimento se llevaron registros de alimento consumido por lote, el promedio de ganancia de -- peso individual por semana, así como el factor de conversión por lote semanal.

Cuando se inició este trabajo el costo de -- los ingredientes usados era aproximadamente el siguiente:

Maíz amarillo.....	¢ 26.00 qq
Sorgo rojo.....	¢ 20.00 qq
Base protéica.....	¢ 27.40 qq
Harina de algodón.....	¢ 22.00 qq

El precio de las raciones era el siguiente:

Ración Nº 1.....	¢ 23.90 qq
Ración Nº 2.....	¢ 25.70 qq
Ración Nº 3.....	¢ 20.90 qq
Ración Nº 4.....	¢ 23.30 qq

Al final del experimento los datos obtenidos se sometieron -- al análisis estadístico de coovarianza.

R E S U L T A D O S

Durante el desarrollo del experimento se tomaron semanalmente los pesos de todos los cerdos en los diferentes lotes; - estos pesos se presentan en los cuadros 1, 2, 3 y 4. Como --- puede observarse, los pesos son muy similares al iniciarse el experimento.

En el cuadro N<sup>o</sup> 5 se representan los pesos semanales promedio, peso total promedio por cerdo al final del experimento y la cantidad semanal y total de alimento consumido -- por lote. El peso inicial varió desde 42.0 lbs. para los cerdos del lote N<sup>o</sup> 1 hasta 44.8 lbs. para los del lote N<sup>o</sup> 3; la - amplitud de variación fue de 2.8 lbs. entre lotes. Aquí se ob-serva que los cerdos del lote N<sup>o</sup> 2 a los que se les suplió la ración a base de maíz, base proteica y harina de algodón en un 10% a pesar de tener uno de los pesos iniciales mayores (44.4 lbs.) fue el que menos peso vivo total (72.5 lbs.) obtuvo al - final del experimento. Asimismo, la ganancia del peso vivo -- promedio fue el menor (30.8 lbs.). Los cerdos de los lotes 1 y 3 fueron los que mayor peso vivo promedio total obtuvieron - con 80.2 y 80.6 lbs. respectivamente.

Los aumentos semanales pro-medio por cerdo se presentan en el cuadro N<sup>o</sup> 6. En este puede verse que a partir de la tercera semana, los cerdos del lote - N<sup>o</sup> 2 empezaron a acusar menores ganancias de peso, a diferen--cia de los cerdos del lote N<sup>o</sup> 4 que fueron los que mayores ga-

nancias habían alcanzado. En este lote N<sup>o</sup> 4 se suministró una ración que contenía maíz, sorgo, base proteica y harina de semilla de algodón. En este mismo cuadro notamos que los cerdos del lote N<sup>o</sup> 1 que no consumieron harina de semilla de algodón, hicieron la mayor ganancia promedio semanal de peso con 6.3 lbs. y los cerdos que menores ganancias de peso promedio por semana hicieron fueron los del lote N<sup>o</sup> 2 con 5.13 lbs.

Los datos correspondientes a la relación entre el peso vivo ganado y el alimento consumido se presentan en el cuadro N<sup>o</sup> 7. Los cerdos del lote N<sup>o</sup> 1, que consumieron maíz, sorgo y suplemento proteico, fueron los que consiguieron mayores ganancias totales de peso con 38.2 lbs. y los de menor ganancia fueron los del lote N<sup>o</sup> 2 con 30.8 lbs. Con respecto a la eficiencia de conversión, los del lote N<sup>o</sup> 1 fueron los mejores con una eficiencia de conversión, los del lote N<sup>o</sup> 1 fueron los mejores con una eficiencia de 3.52, luego los del lote N<sup>o</sup> 4 que tuvieron resultados similares a los cerdos del lote N<sup>o</sup> 3 alimentados con sorgo, base proteica y harina de algodón; estos tuvieron 3.70 y 3.75 respectivamente. El lote que tuvo menor eficiencia fue el lote N<sup>o</sup> 2 con 4.36.

La evaluación económica comparativa de las cuatro raciones suplidas se presenta en el cuadro N<sup>o</sup> 8. En este cuadro puede observarse que la ración más económica fue la administrada a los cerdos del lote N<sup>o</sup> 1. Esta ración es a base de sorgo, maíz y base proteica; la ración

a base de maíz, harina de semilla de algodón y base proteica -  
suplida a los cerdos del lote N<sup>o</sup> 2 fue la que produjo menores  
ganancias. En esta evaluación económica hay que hacer notar  
que estos costos son los que corresponden a los meses en que  
se hizo el presente experimento.

En la gráfica 1 observamos el  
crecimiento de los cerdos en los diferentes lotes con respec-  
to a las semanas. Los cerdos del lote N<sup>o</sup> 2 fueron los que en  
la primera semana tenían mayor peso, sin embargo al finalizar  
el experimento fueron los que menor peso alcanzaron. También  
vemos que los cerdos del Lote N<sup>o</sup> 1 fueron los que mayor peso  
alcanzaron al finalizar el experimento.

En la gráfica 2 observam  
mos el crecimiento de los cerdos en los diferentes lotes con  
respecto al alimento consumido; en esta gráfica se observan -  
los resultados similares a los de la gráfica N<sup>o</sup> 1.

En la gráfi-  
ca N<sup>o</sup> 3 se presentan los factores de conversión logrados por  
los cerdos de los diferentes lotes y observamos que a todo lo  
largo del experimento el mejor factor de conversión lo presentó  
el lote N<sup>o</sup> 4 en la tercera semana y el lote que peor efi--  
ciencia presentó fué el N<sup>o</sup> 3 en la primera semana.

El lote con  
mejor factor de conversión promedio fue el N<sup>o</sup> 1, cuya ración  
no contenía harina de semilla de algodón.

Una vez obtenidos estos resultados se sometieron al análisis estadístico de covarianza en la cual se usó como variable (x) los pesos iniciales y como variables (y) el incremento de peso promedio semanal individual.

Los resultados de este análisis estadístico se presentan en el apéndice A. Se encontró que las raciones suplidas a los lotes 1, 4 y 3 no difieren significativamente entre sí al nivel del 5% de probabilidades; igual sucede con las raciones 2 y 3, que tampoco difieren entre sí al mismo nivel de probabilidades siendo los grupos 1, 4 y 3 mejores y más eficientes que los grupos 2 y 3.

Con respecto a la toxicidad del gosipol podemos decir que no se presentó ningún síntoma de intoxicación a todo lo largo del experimento.

D I S C U S I O N

En el presente estudio se encontró que los cerdos alimentados con raciones que contenían harina de semilla de algodón alcanzaron menor peso durante el período de crecimiento que los cerdos alimentados con raciones que no contenían harina de algodón.

Esta diferencia, aunque no muy marcada, probablemente se debió a que la harina contenía un alto porcentaje de gossipol, que en una u otra forma inhibió una mayor ganancia de peso, así como la eficiencia de conversión, aunque sobre esto no se puede decir nada con certeza por falta de datos que lo confirman. Resultados similares han sido obtenidos por otros investigadores (7,12) quienes han demostrado que el gossipol es en realidad un factor limitante en el uso de la harina de semilla de algodón en la alimentación del cerdo.

Por motivos no determinados se encontró que la ración Nº 2 que tenía como base maíz, base proteica y harina de algodón fue la que menos ganancias de peso y eficiencia de conversión presentó en comparación a la ración Nº 3 que contenía como base sorgo, base proteica y harina de algodón que presentó mayores ganancias de peso y mejor eficiencia de conversión; siendo el maíz un alimento de mejor calidad que el sorgo, es posible que exista mayor compatibilidad sorgo-harina de algodón que maíz-harina de algodón en la alimentación del cerdo.

Se observó que los cerdos consumían más rápidamente las raciones que contenían harina de semilla de algodón que la ración que no la contenía. Con esto se demostró la gran bilidad que tiene la harina de algodón para los cerdos.

A todos los cerdos se les suministró la misma cantidad de alimento para evitar errores, que una diferencia de cantidades traería - como consecuencia.

En general se puede decir que la harina de algodón usada en un 10% como suplemento proteico constituye un buen alimento para cerdos, dando mayores ganancias económicas y ganancias de peso bastante aceptables.

En el porcentaje usado, en este experimento, la harina de semilla de algodón no - causó efectos tóxicos en los cerdos.

Esto nos indica que la harina de algodón puede usarse en los mismos porcentajes sin -- que haya peligro de intoxicación.

C O N C L U S I O N E S

Conforme a los resultados obtenidos en este experimento podemos deducir que:

- 1.- La harina de semilla de algodón producida en Nicaragua -- puede ser usada en alimentación porcina hasta en un 10% -- de la ración total.
- 2.- La base proteica comercial puede ser sustituida parcial-- mente por la harina de semilla de algodón (hasta en un -- 50%).
- 3.- El lote que mayores ganancias económicas dió fue el co--- rrespondiente a la ración N<sup>o</sup> 1, a base de sorgo rojo, -- maíz amarillo y base proteica comercial.
- 4.- El lote que presentó el mejor factor de conversión o efi-- ciencia fue el N<sup>o</sup> 1, cuya ración no contenía harina de se-- milla de algodón y el que menor factor de conversión pre-- sentó fue el lote N<sup>o</sup> 2.
- 5.- En el porcentaje usado de harina de semilla de algodón -- los cerditos en ningún momento presentaron síntomas de -- intoxicación.

R E S U M E N

Con el objeto de darle un mayor aprovechamiento a la harina de semilla de algodón se hizo un experimento con 20 cerdos de la raza DurocJersey cruzados con **cerdas** Hi-Leon, estos fueron cuatro lotes de cinco cerdos cada uno, los cuales fueron alimentados durante el período de crecimiento, con cuatro raciones diferentes a base de maíz, sorgo (40% y 40%), maíz (80%) y sorgo (80%) y maíz y sorgo (40% y 40%) para las raciones -- N<sup>o</sup>s. 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Con base proteica en proporciones del (20%), (10%), (10%), (10%) para las raciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente y con harina de semilla de algodón en -- un 10% para las raciones 2, 3 y 4.

Los cerdos del lote N<sup>o</sup> 1 fueron los que respondieron mejor al tipo de alimentación supli-da. La ración dada a estos cerdos no contenía harina de semilla de algodón y tuvieron un aumento de peso promedio semanal de 6.36 lbs. El lote N<sup>o</sup> 2, que tenía como base maíz, fue el -- que menor respuesta dió a la alimentación y tuvo un aumento de peso promedio semanal de 5.13 lbs.

La eficiencia alimenticia o -- factor de conversión estuvo en relación directa con la respues-ta a la alimentación. Así los cerdos del lote N<sup>o</sup> 1 tuvieron -- una eficiencia de 3.52; los cerdos del lote N<sup>o</sup> 2 que alcanza-- ron el menor peso total (75.2 lbs.) tuvieron un eficiencia de 4.36.

Los cerdos que mayor ganancia de peso presentaron al final del experimento fueron los del lote Nº 1 con una ganancia de peso promedio por cerdo de 38.2 lbs. y el que menores ganancias presentó fueron los del lote Nº 2 con 30.8 lbs.

El análisis estadístico de los resultados mostró que había diferencia significativa entre las diferentes raciones, siendo la 1,4,3, estadísticamente iguales y la 3 y 2 también iguales entre sí, siendo las primeras, mejores que las segundas.

Se concluyó que - la harina de semilla de algodón puede sustituirse parcialmente a la base proteica comercial, hasta en un 10% de la ración total, siendo esta sustitución bastante rentable económicamente y sin presentar síntomas de intoxicación en los cerdos por el gosispol.

C U A D R O   N º   1

PESCS SEMANALES DE LOS CERDOS DEL LOTE N º 1 (EN LIBRAS)

N º Cerdo	Sexo	Peso Inicial	S E M A N A S					
			1	2	3	4	5	6
1	M	46	50	56	63	70	78	82
2	M	41	44	49	54	63	69	75
3	H	40	42	48	57	68	73	80
4	M	42	47	54	62	69	76	81
5	M	41	45	53	65	70	79	83

C U A D R O N º 2

PESOS SEMANALES DE LOS CERDOS DEL LOTE N º 2 (EN LIBRAS)

N º Cerdo	Sexo	Peso Inicial	S E M A N A S					
			1	2	3	4	5	6
9	M	42	44	50	55	58	63	70
10	H	43	45	48	52	58	64	69
14	H	44	46	50	54	55	62	68
15	H	47	54	61	70	80	84	88
16	H	46	49	56	62	70	76	81

C U A D R O N º 3

PESOS SEMANALES DE LOS CERDOS DEL LOTE N º 3 (EN LIBRAS)

N º Cerdo	Sexo	Peso Inicial	S E M A N A S					
			1	2	3	4	5	6
17	H	46	47	50	56	67	70	81
18	H	47	51	56	64	72	78	83
19	M	46	47	51	65	71	76	83
21	H	42	45	49	58	67	74	79
22	M	43	45	49	57	65	71	77

C U A D R O N º 4

PESOS SEMANALES DE LOS CERDOS DEL LOTE N º 4 (EN LIBRAS)

N º Cerdo	Sexo	Peso Inicial	S E M A N A S					
			1	2	3	4	5	6
25	M	42	43	49	56	64	71	78
26	H	46	50	54	69	80	84	89
29	M	43	47	56	68	81	79	83
30	M	40	43	50	57	65	70	75
32	M	44	45	52	57	61	67	73

C U A D R O N° 5

PESO PROMEDIO SEMANAL Y PESO PROMEDIO TOTAL GANADOS POR CERDO Y CANTIDAD DE ALI-  
MENTO CONSUMIDO POR LOTE

Semanas	Lote N° 1		Lote N° 2		Lote N° 3		Lote N° 4	
	Peso por semana	alimento consumido	Peso lbs.	Alimento consumido	Peso lbs.	Alimento consumido	Peso lbs.	Alimento consumido
0	42	-----	44.4	-----	44.8	-----	43	-----
1	45.6	85.62	47.6	85.62	47.0	85.62	45.6	85.62
2	52.0	87.50	53.0	87.50	51.0	87.50	52.2	87.50
3	60.2	105.00	58.6	105.00	60.0	105.00	61.4	105.00
4	68.0	123.75	64.2	123.75	68.4	123.75	70.2	123.75
5	75.0	131.12	69.8	131.12	73.8	131.12	74.2	131.12
6	80.2	140.00	75.2	140.00	80.6	140.00	79.0	140.00
Peso Promedio Ganado	38.2	672.99	30.8	672.99	35.8	672.99	36.6	672.99

C U A D R O N º 6

AUMENTO PROMEDIO SEMANAL POR CERDO EN LIBRAS

Lotes	S E M A N A S						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
Lote N º 1	3.6	6.4	8.2	7.8	7.0	5.2	6.36
Lote N º 2	3.2	5.4	5.6	5.6	5.6	5.4	5.15
Lote N º 3	2.2	4.0	9.0	8.4	5.5	6.8	5.96
Lote N º 4	2.6	6.6	9.2	8.8	4.0	4.8	6.0

C U A D R O N º 7

RELACION ENTRE EL PESO VIVO GANADO Y CANTIDAD DE ALIMENTO  
CONSUMIDO

Lotes	Ganancias Promedio total de peso por cerdo en libras.	Consumo de alimento - por cerdo en libras.	Eficiencia de conversión
Lote N º 1	38.2	134.59	3.52
Lote N º 2	30.8	134.59	4.36
Lote N º 3	35.8	134.59	3.75
Lote N º 4	36.6	134.59	3.70

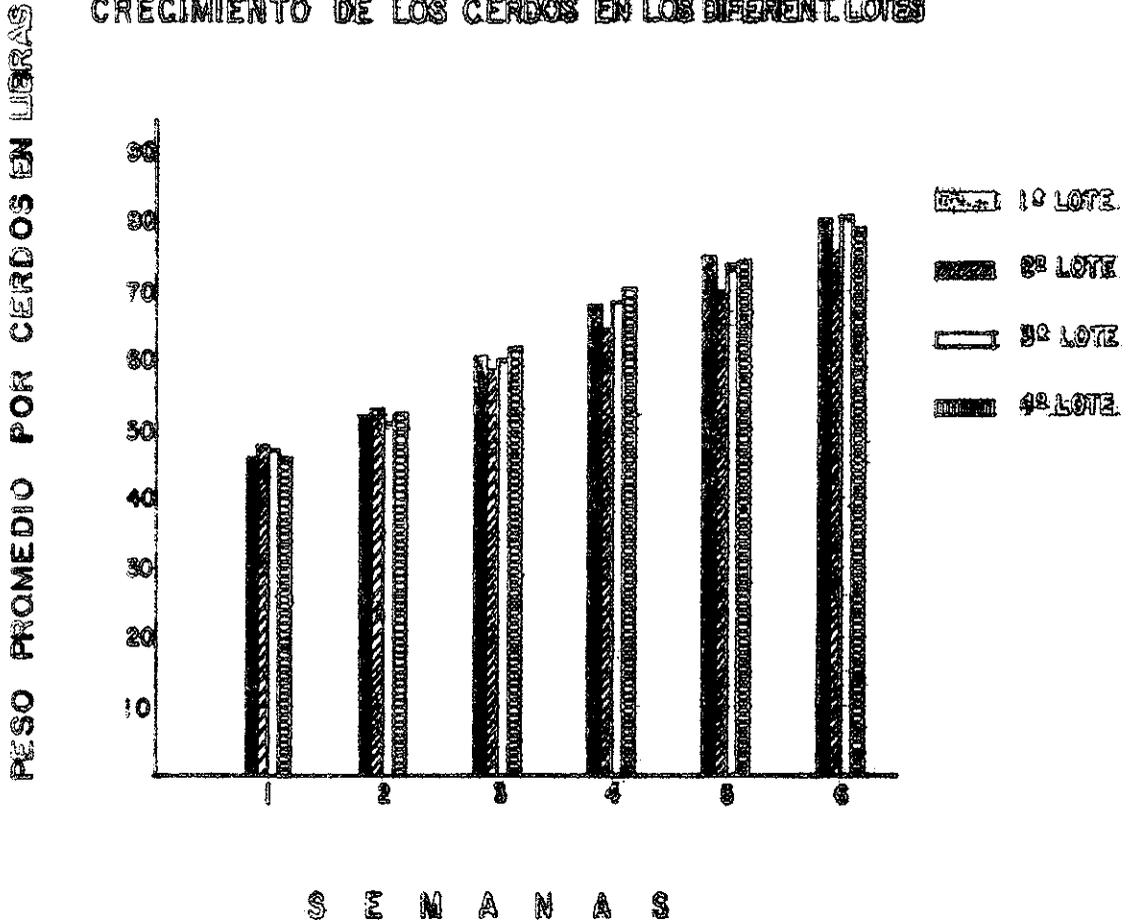
C U A D R O N° 8

EVALUACION ECONOMICA COMPARATIVA

	<u>Lote N° 1</u>		<u>Lote N° 2</u>		<u>Lote N° 3</u>		<u>Lote N° 4</u>	
Valor de la ración	₡ 23.90		₡ 25.70		₡ 20.90		₡ 23.30	
	Ganancia total de peso(lb)	Alimento consumido.						
	151	672.99	154	672.99	179	672.99	183	672.99
Valor Correspondiente	₡ 439.30	₡ 160.84	₡ 354.20	₡ 172.95	₡ 411.70	₡ 140.65	₡ 420.90	₡ 156.80
Diferencia (Ganada)	₡ 278.46		₡ 181.25		₡ 271.05		₡ 264.10	

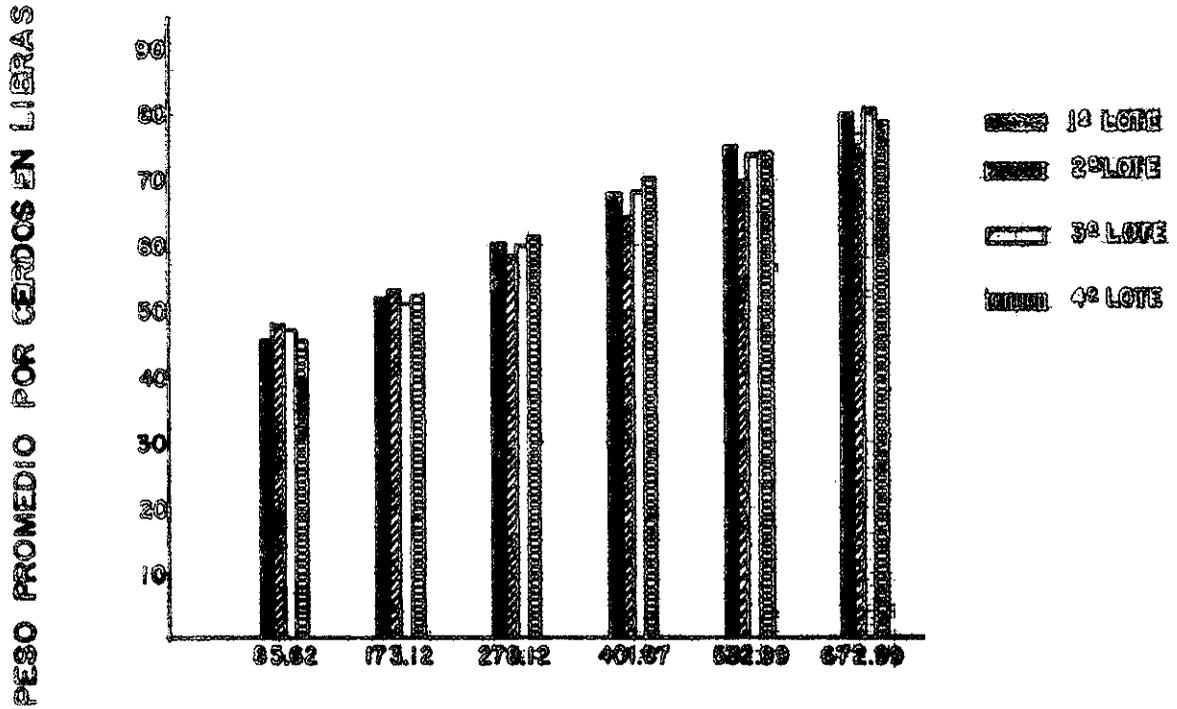
# GRAFICA I

## CRECIMIENTO DE LOS CERDOS EN LOS DIFERENTES LOTES



GRAFICA 2

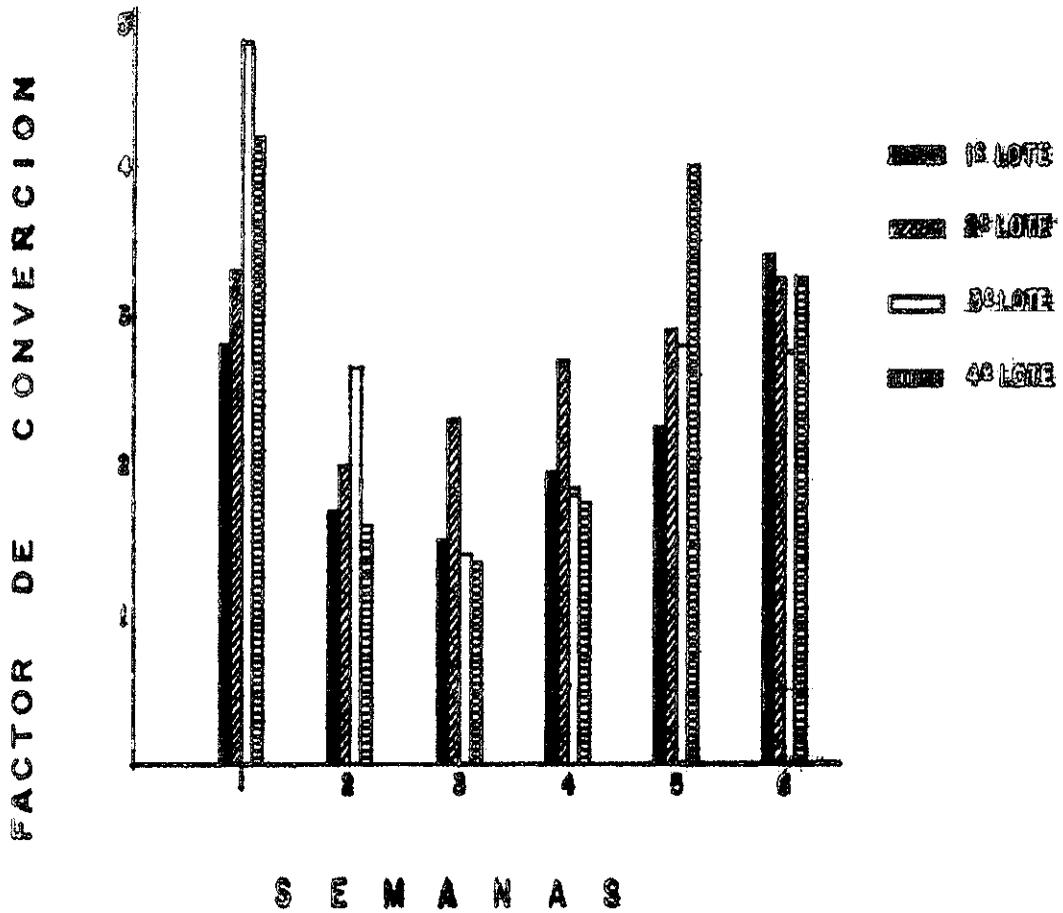
CRECIMIENTO DE LOS CERDOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES REACCIONES



CANTIDAD DE ALIMENTO CONSUMIDO POR SEMANAS

# GRAFICA 3

## CONVERSION ALIMENTICIA



B I B L I O G R A F I A

- 1) ARMAS, HECTOR, et al (1958) *Cría del Cerdo, Recomendaciones para su explotación en Venezuela, 2ª. Edición. Extensión Pecuaria. Publicación Nº 1 Venezuela PP: 12,41,43,3, 71.*
- 2) BRAHAM, J. EDGARD, et al. (1962) *Uso de la Torta de Semilla de algodón en Raciones para cerdos en proceso de crecimiento. Revista turrialba, Costa Rica. Abril - Junio PP: 75-79.*
- 3) CARROL, W.E. Y KRIDER J.L. (1960) *Explotación del cerdo. Traducida por Andrés Suárez y Suárez. España. Editorial Acribia. PP: 320, 365.*
- 4) CUNHA, T.J. (1960) *Alimentación del cerdo. Traducida por Eduardo Zorita Tomillo, Editorial Acribia. Zaragoza España PP: 15-39, 167-170.*
- 5) DIAZ MANTILLA, RAFAEL. (1953) *Ganado Porcino. 1ª Edición. España. Salvat Editores S.A. PP: 217-307.*
- 6) EARLE, INCGENE P. Y STEVENSON, J.W. (1957) *Tolerancia de los cerdos al Gosipol. La Hacienda. Mayo de P: 92*

- 7) ESCAMILLA ARCE, LEOPOLDO (1960) *El cerdo, su Cría y Explotación. 1ª Edición. México. Editorial Continental S. A. PP: 111, 112, 150, 151.*
- 8) GALLUP, W. D. In \_\_\_\_\_ . *El gosipol; Estudio bibliográfico. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Ministerio de Agricultura. España. -- Cuadreno Nº 123.*
- 9) HALE Y HAINES, et al (1962) *Uso de la Torta de Semilla de Algodón en Raciones para cerdos en proceso de Crecimiento. Revista Turrialba. Costa Rica. Abril - Junio. PP: 15-74*
- 10) HINTZ, H.F. and HEITMAN Jr., H. *Amino Acid and Vitamin Supplementation to Barley-Cottonseed Meal Diets for Growin Finishing Swine Journal of Animal Science University of California, Davis Vol. 26 Nº 3 PP: 474-478. Mayo 1967.*
- 11) JARQUIN ROBERTO et al (1966) *Effect of Cooking and Calcium and Iron Supplementation on Gosypol Toxicity in Swine. Journal Agricultural and Food Chemistry. - PP: 275-279 May/June.*
- 12) JUERGENSON, ELWOOD M. Y COOK, G.C. (1966) *Prácticas - aprobadas para la Producción Porcina. Traducida por Ramón Palazón 1ª Edición. Centro Regional de Ayuda - Técnica (AID). Editorial Hnos. Herrero Scrs. S. A. - México. P: 97.*

- 13) MCCRISON, FRANK B. *Compendio de Alimentación del Ganado*. Traducida por J. Luis de la Loma. Unión Tipográfica. Editorial Hispano-Americana México PP: 322, -- 535.
- 14) REVENGA, PIO. (1960) *Cría Lucrativa del Cerdo*. 5ta. Edición. España. Editorial Sintés. PP: 5, 29, 31.
- 15) SCARBOROUGH, C.C. (1965) *Cría del ganado Porcino*, - Traducida por Edsel J. Bixler. Centro Regional de -- Ayuda Técnica (AID) Editorial Limusa. Wiley S. A. México.
- 16) VELAZQUEZ S. JOSE M. (1967) *Evaluación comparativa - entre el Maíz, y el Sorgo en la Alimentación Porcina*. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua, P: 19.
- 17) WINTON, J. (1950) *Structure and Composition of Foods Cereal Nuts Oil Seeds*. Editorial John Wiley E. Sons, Inc. New York. U.S.A. P: 86-87.
- 18) \_\_\_\_\_, *El gosisol: Estudio Bibliográfico*. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómi--cas. Ministerio de Agricultura. España. Cuaderno Nº 123.

APENDICE A

ANALISIS ESTADISTICO DE COOVARIANZA

<u>TRATAMIENTO 1</u>	<u>TRATAMIENTO 2</u>	<u>TRATAMIENTO 3</u>	<u>TRATAMIENTO 4</u>				
<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
46	6.00	42	4.66	46	5.83	42	6.00
41	5.66	43	4.33	47	6.00	46	7.16
40	6.66	44	4.00	46	6.16	43	6.66
42	6.50	47	6.83	42	6.16	40	5.83
<u>41</u>	<u>7.00</u>	<u>46</u>	<u>5.83</u>	<u>43</u>	<u>5.66</u>	<u>44</u>	<u>4.83</u>
210	31.82	222	25.65	224	29.81	215	30.48

Análisis de la variable dependiente (x) pesos iniciales.

$$F.C. = \frac{(210+222+224+215)^2}{20} = \frac{871^2}{20} = \underline{\underline{37.932}}$$

$$S.C. \text{ totales} = 46^2 + 41^2 + 40^2 + \dots + 43^2 + 40^2 + 44^2 - F.C. = \underline{\underline{103}}$$

$$S.C. \text{ raciones} = \frac{210^2 + 222^2 + 224^2 + 215^2}{5} - F.C. = \underline{\underline{25}}$$

$$S.C. \text{ error} = S.C. \text{ totales} - S.C. \text{ raciones} = 103 - 25 = \underline{\underline{78}}$$

Análisis de la variable independiente (y) Incremento promedio - de peso semanal

$$F.C. = \frac{(31.82+25.65+29.81+30.48)^2}{20} = \frac{117.76^2}{20} = \underline{\underline{693.37}}$$

$$S.C. \text{ totales} = 6.00^2 + 5.66^2 + 6.66^2 + \dots + 6.66^2 + 5.83^2 + 4.83^2 -$$
$$F.C. = \underline{\underline{14.13}}$$

$$S.C. \text{ raciones} = \frac{31.82^2 + 25.65^2 + 29.81^2 + 30.48^2}{5} - F.C. = \underline{\underline{4.25}}$$

$$S.C. \text{ errores} = S.C. \text{ totales} - S.C. \text{ raciones} = 14.13 - 4.25 =$$
$$\underline{\underline{9.88}}$$

Análisis de las variables (X y Y)

$$F.C. = \frac{(210+222+224+215)(31.82+25.65+29.81+30.48)}{20} =$$
$$\underline{\underline{5.128.44}}$$

$$S.P. \text{ totales} = (46 \times 6.00) + (41 \times 5.66) + (40 \times 6.66) + \dots + (43 \times 6.66) +$$
$$(40 \times 5.83) + (44 \times 4.83) - F.C. = \underline{\underline{2.22}}$$

$$S.P. \text{ raciones} = \frac{(210 \times 31.82) + (222 \times 25.65) + (224 \times 29.81)}{5}$$
$$+ \frac{(215 \times 30.48)}{5} - F.C. = \underline{\underline{-7.02}}$$

$$S.P. \text{ errores} = S.P. \text{ totales} - S.P. \text{ raciones} = 2.22 - (-7.02)$$
$$= \underline{\underline{9.24}}$$

	G.L.	$Ex^2$	$Exy$	$Ey^2$	$GL^1$	$Y^1$	CM	F.C.
Raciones	3	25	-7.02	4.25	3	6.15	2.05	3.94*
Error	16	78	9.24	9.88	15	7.94	0.52	
Total	19	103	2.22	14.13	18	14.09		

$be = 0.118$

$\bar{x}_{..} = 43.55$

Raciones	$\bar{y}_i$	$\bar{x}_i$	$(\bar{x}_i - \bar{x}_{..})$	$be (x_i - \bar{x}_{..})$	$\bar{y}_c$
I	6.36	42.00	-1.55	-0.1829	6.54
2	5.13	44.4	0.85	0.1003	5.02
3	5.96	44.8	1.25	0.1475	5.82
4	6.09	43.0	-0.55	-0.0649	6.15

$s_{\bar{x}} = 0.339$

$\alpha = 0.05$

	Tratamiento			Promedio ajustado
	2	3	4	Muestra de peso
Rp	3.01	3.16	3.25	1   6.54
Sx	0.339	0.339	0.339	4   6.15
Dms	1.02	1.07	1.10	3   5.82
				2   5.02   *