

108  
24



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

## SUSTITUCION PARCIAL DEL ALIMENTO CONCENTRADO POR HIDROPONIA DE TRIGO DURANTE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO, DESARROLLO Y FINALIZACION EN CERDOS

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### T E S I S

Que para obtener el título de:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P r e s e n t a :

**Ana Isabel Hernández Hernández**

Asesores: M.V.Z. Joaquín Becerril Angeles  
M.V.Z. Francisco Castrejón Pineda  
M.V.Z. Alejandro Mendoza Arias





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 está 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.

## I N D I C E

	Pág.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	i
RESUMEN	ii
INTRODUCCION	1
MATERIAL Y METODOS	5
RESULTADOS	13
DISCUSION	22
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA	30
ANEXO	32

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<i>Cuadro</i>	<i>Pág.</i>
1 Composición del alimento balanceado para cerdos utilizado en la Granja Experimental Porcina Zapotitlán durante el experimento.	6
2 Análisis Químico Proximal de hidroponia de trigo de diferentes días de germinación (8,10 y 12) base húmeda (%).	7
3 Cantidad de hidroponia de trigo y alimento concentrado ofrecidos en cada etapa dependiendo del porcentaje de sustitución y consumo.	9
4 Respuesta de los cerdos a la sustitución parcial del alimento concentrado por hidroponia de trigo durante la etapa de crecimiento.	14
5 Relación del costo por concepto de alimento concentrado e hidroponia de trigo en la etapa de crecimiento.	15
6 Respuesta de los cerdos a la sustitución parcial del alimento concentrado por hidroponia de trigo durante la etapa de desarrollo.	17
7 Relación del costo por concepto de alimento concentrado e hidroponia de trigo en la etapa de desarrollo.	18
8 Respuesta de los cerdos a la sustitución parcial del alimento concentrado por hidroponia de trigo durante la etapa de finalización.	20
9 Relación del costo por concepto de alimento concentrado e hidroponia de trigo en la etapa de finalización.	21
10 Insumos para la producción de hidroponia de trigo.	27
11 Costo por kg de alimento concentrado.	28
<i>Figura No. 1</i> Ganancia de peso en cada uno de los tratamientos, durante todo el periodo.	24

## RESUMEN

HERNANDEZ HERNANDEZ ANA ISABEL. Sustitución parcial del alimento concentrado por hidroponia de trigo durante las etapas de crecimiento, desarrollo y finalización en cerdos. Asesores: Joaquín Becerril A., Francisco Castrejón P. y Alejandro Mendoza A.

La presente investigación se realizó para medir el efecto de la hidroponia de trigo en alimentación de cerdos en engorda, eficiencia alimenticia y costos por alimentación. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. El tratamiento 1 fue el testigo con 100% de concentrado, balanceado para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cerdos en las etapas de crecimiento, desarrollo y finalización. En el tratamiento 2 se sustituyó el 7% del consumo de alimento concentrado, por hidroponia de trigo de 8 días de germinación y en el tratamiento 3 se sustituyó el 14% del consumo de alimento por germinado hidropónico de la misma edad. El concentrado se proporcionó después del germinado; al grupo testigo se le suministró el alimento concentrado a libre acceso. Los resultados en la etapa de crecimiento fueron: ganancia de peso (409, 393, 385 g/animal/día), eficiencia alimenticia (0.363, 0.324, 0.385 g GP / kg MS /animal/día), costo por consumo de alimento (\$643.28, \$722.71, \$671.80), costo por kg de aumento de peso (\$1571.60, \$ 1885.39, 1681.28) En la etapa de desarrollo: ganancia de peso (734, 840, 496 g/animal/día), eficiencia alimenticia (0.358, 0.300, 0.261 g GP/kg MS /animal/día), costo por consumo de alimento (\$1159.20, \$1373.94, \$1410.18), costo por kg de aumento de peso (\$1630.24, \$2217.29, \$2912.49). En finalización: ganancia de peso (807, 650, 518 g/animal/día), eficiencia alimenticia (0.245, 0.231, 0.232 g GP/kg MS/animal/día), costo por consumo de alimento (\$1354.32, \$1717.57, \$1688.47), costo por kg de aumento de peso (\$2328.36, \$2678.41, \$3238.54). Concluyéndose que el uso de hidroponia de trigo no afectó de manera significativa ( $p > .05$ ) la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia en comparación con el tratamiento testigo 100% concentrado. El costo por kg de aumento de peso fue menor en el testigo para las tres etapas (diferencia no significativa) en relación al alimento con germinado. El costo por consumo de alimento fue menor ( $p < .05$ ) en el tratamiento todo concentrado en relación al alimento con germinado, esto es debido al elevado costo de insumos (rastrajo de maíz) que influyó sobre el costo por kg de germinado por lo que se recomienda seguir estudiando el uso de germinado.

## INTRODUCCION

La porcicultura en nuestro país tiene la necesidad de buscar alternativas de alimentación para disminuir los costos de producción, ya que el 80% de éstos corresponden a este factor (8,13,16).

Principalmente por la limitada producción de granos se origina cierta competencia en la utilización de éstos por los animales y el hombre, que induce al incremento del precio de las materias primas para la industria alimentaria porcina y avícola, fundamentalmente el costo de sorgo, soya y maíz incrementan el precio de los productos y subproductos de cerdos y aves (3,10).

En lo que se refiere a la alimentación de cerdos se han realizado investigaciones para utilizar fuentes de alimentos apetecibles y de menor costo (10). Como productos y subproductos agrícolas e industriales, como son: la planta de yuca (Manihot utilissima Pohl), alga espirulina (Spirulina maxima), lirio acuático (Eichornia crassipes) y plátano (Musa sapientum), principalmente, los cuales dependiendo de su disponibilidad en el lugar de producción permitirán optimizar esos recursos no convencionales en la nutrición del cerdo y abatir costos (3,10).

Las condiciones del cerdo como un eficiente transformador de forrajes de buena calidad en carne, su característica de ser omnívoro y ser una de las especies más productivas, hacen que se considere ideal para la utilización de germinados como fuente de nutrientes (14).

Las investigaciones realizadas sobre la utilización de germinados en la alimentación y producción de carne de cerdo se contradicen y se han efectuado sin utilizar rastrojo de maíz como sustrato (4,12,14).

Es por ello que se planteó la necesidad de medir si en la producción de carne de cerdo el germinado de trigo, por sus características nutritivas es una fuente alterna de alimentación que permita sustituir parcialmente el concentrado y disminuir los costos de producción.

## Revisión de Literatura

Las ventajas de producir forrajes de cereales por métodos hidropónicos son varias, el forraje es limpio comparado con el forraje del mismo tipo cuando se cultiva bajo el sistema tradicional; no hay contaminación de parásitos, la producción es diaria y se puede controlar, su valor nutritivo es uniforme, asegurando la calidad bromatológica, al ser forraje verde es palatable, fácil de suministrar entero, picado o mezclado con el resto de la ración (9).

Existen diversas formas de producción de germinado, en algunos todos los factores son controlables : temperatura, luz, humedad, nutriendos, si se cuenta con las instalaciones adecuadas, tales como camiones adaptados con charolas donde se lleva a cabo la germinación (9). Se producen también en módulos que dependiendo de la capacidad requerida, se pueden construir o adquirir y están dotados por sistemas autointegrados ensamblados y listos para su uso inmediato teniendo la opción de equipo y accesorios (8). La principal desventaja de estos es el elevado costo inicial y de mantenimiento (9). En México se están utilizando preferentemente instalaciones rústicas o sin condiciones ambientales controladas, cuya producción de germinado es variable (8 a 12 kg por m<sup>2</sup>) se utiliza la semilla sola, con solución nutritiva; o estos materiales y algún sustrato para mantenimiento de la humedad necesaria (9).

Uno de los sustratos utilizados es rastrojo de maíz molido, sin embargo, la poca información existente en México referente al uso de germinados con sustrato en la alimentación de animales domésticos, específicamente el cerdo, dificulta evaluar su productividad y determinar de una forma más eficaz la utilización del germinado.

Algunos investigadores han medido el valor nutritivo de granos germinados sin sustrato (13). Recientes investigaciones encontraron menores ganancias de peso en cerdos alimentados con maíz germinado que con maíz entero (12). No obstante, diferentes resultados, al parecer dependen de la especie de cereal utilizado.

ya que otros estudios señalan que no se manifestaron diferencias significativas (  $p < .05$  ) en cerdos alimentados con cebada germinada o intacta. Schimdt et al., citados por Leitch en Peer y Leeson citan resultados similares en cerdos alimentados con cebada germinada o intacta (12).

Peer y Leeson (12), utilizaron cuatro diferentes dietas con cebada entera, germinada y molida, constituyendo la cebada el 30% de la dieta, encontrando que los cerdos alimentados con la dieta basal y germinado ganaron significativamente menos que con la dieta basal y cebada molida, esto se explica por la pérdida de materia seca durante la germinación, y menor cantidad de energía consumida en los animales. También Bostock, citado por Peer y Leeson (12), encontró que en los cerdos alimentados con germinado de maíz se obtenían iguales resultados.

Peer y Leeson (12) concluyen que el problema del uso de germinados frescos es que algunas semillas germinadas y sin germinar no las utiliza el cerdo. Cerdos alimentados con germinado y grupos testigo ganaron pesos equivalentes en investigaciones en las cuales la dieta base fue dada a libre acceso. De cualquier manera cerdos alimentados con germinado tuvieron menor peso que los grupos testigo en los cuales la dieta base fue dada a un nivel específico.

Otros trabajos acerca del valor nutritivo del grano germinado se contradicen ya que algunos investigadores encontraron mejoras en la ganadería (12).

Un trabajo de investigación sobre el valor nutritivo del germinado de trigo variedad Gaines, proporcionado a cerdos y aves, en el que se utilizaron 40 cerdos destetados con cuatro dietas diferentes conteniendo 0 y 50 % de trigo germinado y el resto de granos sin germinar, respectivamente, señaló que la ganancia diaria no se afectó por consumo de trigo germinado o en varias combinaciones con trigo intacto; sin embargo la conversión alimenticia disminuyó cuando se aumentó la cantidad de germinado de trigo en la ración, (3.68, 3.83, 3.95 y 3.99 kg de alimento por kg de ganancia para los grupos 0, 33.3, 66.6 y 100%, respectivamente) (2).

En una investigación realizada por la Universidad Autónoma Metropolitana, se estudió el valor nutritivo y el efecto sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia y reducción en los costos de alimentación en cerdos durante la etapa de desarrollo. (el experimento duró aproximadamente 16 días), al sustituir 20% del concentrado normal por germinado de cebada de siete días y melaza, se obtuvieron en el grupo experimental 151 g más de ganancia diaria que el grupo testigo, la conversión fue de 5.3 kg, la eficiencia alimenticia fue de 186 y 193 g para los grupos experimental y testigo respectivamente, los costos de alimentación fueron menores para el grupo experimental (\$90.88 durante todo el período), (4).

### Hipótesis

El uso de germinado de trigo en hidroponia con sustrato de rastrojo de maíz, como sustituto de una parte del concentrado proporcionado a cerdos en las etapas de crecimiento, desarrollo y finalización, produce cambios en los costos de alimentación, y modifica la ganancia de peso y eficiencia alimenticia al compararlo con un testigo.

### Objetivo

Determinar el efecto de la sustitución parcial (7 y 14%) del consumo de concentrado por germinado de trigo en hidroponia, sobre la ganancia de peso, eficiencia alimenticia y costos por concepto de alimentación en las etapas de crecimiento, desarrollo y finalización en cerdos.

## MATERIAL Y METODOS.

### Localización

El trabajo se realizó en la Granja Experimental Porcina Zapotitlán perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, situada en el km 21.5 de la carretera México-Tulyehualco a  $19^{\circ}18'$  latitud norte y a  $92.2^{\circ}30'$  latitud oeste, a una altura de 2242 metros sobre el nivel del mar con una presión de 588 mm Hg, esta región presenta un clima Cw, templado con lluvias en verano según la clasificación de Koepen (16).

La prueba de alimentación se realizó entre junio y septiembre de 1988 y consistió en la sustitución parcial del concentrado por hidroponia de trigo, en un periodo de 120 días que abarcó las etapas de crecimiento ( 60 días ), desarrollo ( 30 días ) y finalización ( 30 días ) de cerdos para abasto.

### Características de los animales y diseño experimental

Se utilizaron un total de 150 animales con un peso inicial promedio de 20 kg, integrados por cerdos híbridos y puros de las razas: Yorkshire, Landrace, Hampshire y Duroc; distribuidos completamente al azar en un diseño experimental aleatorio con tres tratamientos, y tres repeticiones.

De acuerdo al manejo de la granja y disponibilidad de animales se integró cada semana una repetición de todos los tratamientos, a excepción de la última repetición la cual se integró dos semanas después.

### Tratamientos

Como un tratamiento se utilizó una ración testigo para satisfacer las necesidades de los cerdos que indica el Consejo Nacional de Ciencia) ( 11 ) en cada una de las etapas.

CUADRO 1

COMPOSICION DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA CERDOS  
UTILIZADO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL PORCINA ZAPOTITLAN  
DURANTE EL EXPERIMENTO

INGREDIENTE	Crecimiento (kg)	Desarrollo (kg)	Finalización (kg)
Sorgo	357.5	388.2	417.7
Maíz	340.0	380.0	410.0
P. Soya	210.0	165.0	120.0
Lipo 60	60.0	40.0	25.0
sal	3.0	3.0	3.0
Fosfato	24.0	18.0	18.0
Lisina	1.0	1.3	1.8
AlnoX	0.5	0.5	0.5
Pmz. Vits. <sup>1/</sup>	2.5	2.5	2.5
Colina 25%	1.0	1.0	1.0
Pmz. Min. <sup>2/</sup>	0.5	0.5	0.5

ANALISIS CALCULADO

M.S.	90.00	88.87	88.40
P.C.	18.10	15.72	15.16
E.E.		2.55	2.47
cen.		8.72	5.63
F.C.	4.78	5.85	5.10
E.L.N.		58.03	60.04
T.N.D.		72.11	72.85
E.D.	3252.00	3179.14	3209.80

<sup>1/</sup>Composición de la Premezcla vitamínica por kg de alimento para las tres etapas experimentales: Vitamina A 2500 U.I.; Vitamina D<sub>3</sub> 250 U.I.; Vitamina E 10 U.I.; Riboflavina 0.003g; Vitamina B<sub>12</sub> 0.01mg; Niacina 0.014g; Pantotenato de calcio 0.01g; BHT-Antioxidante 0.04g; Microrrastreador azul 0.0005g; Acemite de trigo cbp 2.5g.

<sup>2/</sup>Composición de la Premezcla mineral por kg de alimento para las etapas de crecimiento y desarrollo: Cu 0.006g; Mn 0.03g; Zn 0.1g; Fe 0.1g; I 0.0003g; Se 0.00024g; CaCO<sub>3</sub> 0.7834g.

Composición de la Premezcla mineral por kg de alimento para la etapa de finalización: Cu 0.003g; Mn 0.015g; Zn 0.05g; Fe 0.05g; I 0.00015g; Se 0.012g; CaCO<sub>3</sub> 0.36985g.

Ración elaborada en la Granja Avícola y Bioterio de la Fac. de Med. Vet. y Zoot.

**CUADRO 2**  
**ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE HIDROPONIA DE TRIGO**  
**DE DIFERENTES DÍAS DE GERMINACIÓN (8, 10 Y 12)**  
**BASE HUMEDA (%)**

NUTRIMENTO	8	10	12
Materia Seca <sup>®</sup> %	27.10	25.23	15.47
Humedad <sup>®</sup> %	72.90	73.76	84.52
Proteína Cruda <sup>®</sup> (N x 6.25)%	2.54	2.72	1.86
Extracto Etéreo <sup>®</sup> %	1.42	1.26	0.70
Cenizas <sup>®</sup> %	2.25	2.29	1.44
Fibra Cruda <sup>®</sup> %	6.65	6.42	4.07
Elementos Libres de Nitrógeno <sup>®</sup> %	14.03	13.53	7.59
T.N.D. % (Aprox.) Base Seca	18.72	18.97	10.40
E.D. Kcal/Kg Aprox.	853.88	834.88	457.60
Calcio %	0.980	0.480	0.600
Fósforo	0.320	0.647	0.597

<sup>®</sup>A.Q.P. realizado en Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos del Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica de la Fac. de Med. Vet. y Zoot. de la U.N.A.M., de acuerdo a las técnicas de la A.O.A.C. (1).

Los ingredientes utilizados en la ración así como su porcentaje de inclusión y composición próxima se presentan en el cuadro 1.

En otro tratamiento se sustituyó el 7% del alimento concentrado, en cada una de las etapas por germinado de trigo en hidroponia. El Análisis Químico Próximo y el aporte de Energía Digestible, Ca y P en los germinados se muestran en el cuadro 2.

En el tercer tratamiento se sustituyó el 14% del alimento concentrado, en cada una de las etapas por germinado de trigo en hidroponia.

La cantidad de alimento se proporcionó de acuerdo al registro de consumo de alimento de la granja, para cada etapa.

La sustitución se realizó en base a materia seca, el 7 y 14% del consumo de concentrado por hidroponia de trigo se ajustó de acuerdo al contenido de humedad del germinado ( Cuadro 3 ), para proporcionar la cantidad adecuada en base húmeda.

#### Metodología para la obtención del germinado

Al establecer la producción del germinado de trigo por hidroponia, se realizaron exámenes bromatológicos para determinar su composición nutritiva, a los 8, 10 y 12 días después de la siembra. De acuerdo a los resultados de los análisis proximales (Cuadro 3) y el rendimiento de principios nutritivos se determinó que el día óptimo de cosecha fue a los 8 días, con esa edad se utilizó el germinado durante todo el experimento.

El germinado de trigo se obtuvo mediante germinadores rústicos de piso, de aproximadamente  $12.3m^2$  de superficie, se utilizaron 8 germinadores con una superficie total de  $98.32m^2$ . Los germinadores constan de una estructura ( arcos de varilla cada 2 metros ), que delimitan una melga con 3% de pendiente con plástico térmico negro como piso, sobre el que se colocó la semilla con el agregado. Tela de alambre para gallinero por los extremos, todo esto cubierto por plástico transparente. La siembra se realizó haciendo algunas modificaciones a la metodología de Sánchez y Escalante (15), se utilizó rastrojo de maíz molido y semilla de trigo (1.5 y 2  $kg/m^2$  peso seco respectivamente ), los cuales

CUADRO 3

CANTIDAD DE HIDROPONIA DE TRIGO Y ALIMENTO CONCENTRADO  
OFRECIDOS EN CADA ETAPA DEPENDIENDO DEL  
PORCENTAJE DE SUSTITUCION Y CONSUMO

Consumo	Concentrado	Hidroponia	Hidroponia Base
kg/cerdo	kg	M. S. kg/cerdo	Húmeda kg/cerdo
7% DE SUSTITUCION			
1.5	1.396	0.104	0.388
2.0	1.86	0.140	0.510
2.5	2.32	0.174	0.648
3.0	2.79	0.209	0.777
3.5	3.25	0.244	0.907
14 % DE SUSTITUCION			
1.5	0.723	0.209	0.777
2.0	0.963	0.280	1.037
2.5	1.210	0.348	1.290
3.0	1.450	0.418	1.550
3.5	1.690	0.488	1.810

\* Datos de consumo obtenidos a partir de los registros de producción de la Granja Experimental Porcina Zapotitlán.

inicialmente se humedecieron en agua con cal a razón de 15 g por cada 20 litros de agua, por un lapso de 24 horas, (después de acuerdo a la experiencia en el desarrollo del estudio, durante el período de adaptación, se determinó que el tiempo óptimo para un mejor ablandamiento de la cutícula y mayor germinación era de 48 horas).

El procedimiento de mejor rendimiento consistió en extender una cama de rastrojo humedecido con 1 cm de espesor aproximadamente, sobre ésta se sembró la semilla previamente remojada a la que se le desechó el agua con cal, la semilla se sembró al voleo, de acuerdo a la cantidad requerida diariamente según el tratamiento, etapa del cerdo y número de animales. Inmediatamente después se cubrió con otra capa de rastrojo de maíz molido y humedecido siendo el grosor aproximado de esta cubierta de 1 cm. Finalmente se procedió a regar, tratando de evitar que se dispersara cama-semilla-cubierta, y así homogeneizar la humedad. Posteriormente el riego se efectuó una vez al día, a las 9 am aproximadamente procurando que la humedad fuera igual en cada uno de los germinadores.

La producción promedio obtenida fue  $12 \text{ kg/m}^2$  aproximadamente.

#### Manejo de la alimentación

En la ración testigo la alimentación consistió en proporcionar a libre acceso el alimento concentrado que elabora la Granja Experimental Avícola y Bioterio de la Fac. de Med. Vet. y Zoot. de la U.N.A.M. (Cuadro 1).

A los grupos tratados el germinado de trigo se les desmenuzó diariamente. Los animales fueron adaptados a su consumo una semana antes de iniciar los tratamientos, a cada corral se le proporcionó la cantidad requerida de acuerdo al tratamiento y número de animales. Dos a tres horas después se les agregó el concentrado dependiendo de la rapidez con que consumieron el germinado. A partir de la segunda semana se optó por retirar los comederos para controlar la cantidad de alimento, se suministró el alimento en el piso permitiendo que los cerdos comieran a un mismo tiempo.

Los grupos testigo tuvieron el alimento concentrado a libre acceso.

La cantidad de germinado y concentrado se aumentó de acuerdo a la etapa. Como se indicó anteriormente la cantidad de concentrado y germinado administrado a los animales se calculó de acuerdo al consumo indicado en los registros de producción de la granja (Cuadro 3).

#### Parámetros evaluados

Se determinó la ganancia de peso, consumo de concentrado, consumo de hidroponia, eficiencia alimenticia y costo por concepto de alimentación en cada etapa de producción.

Los animales fueron pesados al inicio del experimento, y a los 120, 150 y 180 días de edad, en la mañana antes de la ingestión de alimentos. Por diferencia se determinó la ganancia de peso por etapa.

Para los grupos testigo al finalizar cada etapa, el consumo se determinó por la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado. En los grupos tratados se determinó pesando la cantidad requerida de concentrado y de hidroponia por corral, de acuerdo a la etapa, ya que en éstos no existió rechazo de alimento.

La eficiencia alimenticia se determinó por etapa como el cociente entre los kg de peso ganados y los kg de alimento concentrado o alimento concentrado más germinado consumidos en esa etapa.

El costo por concepto de alimentación se calculó multiplicando el costo por kg de alimento (concentrado y germinado) por la cantidad de cada uno promedio consumido, en cada etapa y tratamiento o grupo testigo.

## Análisis Estadístico

Se empleó un análisis de varianza con el siguiente modelo:

$$V_{ij} = M + T_i + \sum t_{ij}$$

donde:

$$i = 3$$

$$j = 3$$

$V$  = variable aleatoria

$M$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\sum t_{ij}$  = error aleatorio de la  $j$ -ésima repetición  
en el  $i$ -ésimo tratamiento.

Cuando se presentó diferencia significativa entre tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (7, 18).

## RESULTADOS

### Etapa de crecimiento

Los resultados obtenidos para los parámetros de ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, costo por consumo de alimento y costo por kg de aumento de peso se muestran en los cuadros 4 y 5. Sin que se observara diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los parámetros estudiados, se puede señalar que el grupo testigo (tratamiento 1) tuvo una ganancia de peso ligeramente mayor (16 y 11 g) en relación a los grupos con 7 y 14% de sustitución, respectivamente.

En el consumo de alimento en base a materia seca (alimento concentrado para el grupo testigo y alimento concentrado más hidroponía de trigo para los grupos en tratamiento), se encontró que el grupo testigo consumió 75 g menos que el grupo con 7% de germinado y 104 g más que el grupo con 14% de sustitución con germinado.

El grupo con 14% de germinado mostró mejor eficiencia alimenticia siendo ésta 61 g mayor con respecto al grupo con 7% de sustitución, y 22 g más con respecto al grupo testigo.

Para el análisis económico se utilizó el costo de hidroponía en base a kg de materia seca (M.S.) entre el costo de kg de hidroponía producidos en M.S., en cada una de las etapas.

El costo por concepto de consumo de alimento en el caso del grupo con 7% de germinado fue de \$79.43 pesos más respecto al grupo testigo y \$28.52 pesos mayor respecto al grupo con el 14% de sustitución.

En el costo por kg de aumento de peso, el grupo con 7% de sustitución presentó mayor costo, ( \$204.11 pesos más ) respecto al grupo con 14% de germinado y \$313.79 pesos más respecto al grupo testigo.

CUADRO 4

RESPUESTA DE LOS CERDOS A LA SUSTITUCION PARCIAL DEL  
ALIMENTO CONCENTRADO POR HIDROPONIA DE TRIGO  
DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO

C O N C E P T O	% DE SUSTITUCION DE HIDROPONIA DE TRIGO		
	0	7	14
Ganancia de peso kg/animal/día (A)	0.409	0.393	0.398
Consumo de alimento kg M.S./animal/día (B)	1.142	1.217	1.038
Consumo de concentrado kg M.S./animal/día	1.142	1.172	0.948
Consumo de Hidroponia kg M.S./animal/día	-----	0.0448	0.0898
Eficiencia Alimenticia <sup>1</sup> (A) / (B)	0.363	0.324	0.385

<sup>1</sup> kg de peso ganados/kg de alimento consumido.

Análisis no significativo (  $\alpha = .05$  ).

CUADRO 5

RELACION DEL COSTO POR CONCEPTO DE ALIMENTO CONCENTRADO  
E HIDROPONIA DE TRIGO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO

CONCEPTO	% DE SUSTITUCION DE HIDROPONIA DE TRIGO		
	0	7	14
Costo por kg de concentrado (\$)	563.30	563.30	563.30
Costo por kg de hidroponia B.H. (\$)	-----	363.36	363.36
Costo por kg de hidroponia kg M.S. (\$)	-----	1420.11	1420.11
Costo por consumo <sup>m</sup> de alimento ( \$/animal/día )	643.28	722.71	671.80
Costo por kg de aumento de peso <sup>m</sup> ( \$/animal/día )	1571.60	1865.39	1661.28

<sup>m</sup> Análisis no significativo (  $\alpha = .05$  ).

## Etapa de desarrollo

Los resultados obtenidos para los parámetros de ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, costo por concepto de consumo de alimento y costo por kg de aumento de peso se muestran en los cuadros 6 y 7. Sin que se observara diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los parámetros estudiados, se puede señalar que en la ganancia de peso de esta etapa se encontró que el grupo testigo tuvo una mayor ganancia (94 g) en comparación con el grupo con 7% de germinado y 238 g más respecto al grupo con 14% de sustitución.

Respecto al consumo de alimento, considerando el alimento concentrado para el grupo testigo y alimento concentrado más hidropónia de trigo en base a materia seca, en los grupos tratados, el grupo con 7% de germinado consumió 96 g más con respecto al grupo testigo y 217 g más que el tratamiento con 14% de germinado.

El grupo testigo manifestó una eficiencia alimenticia de 56 g más con respecto al grupo con 7% de germinado y 95 g más en relación al grupo con 14% de sustitución.

Respecto al costo por consumo de alimento se encontró una diferencia de \$214.74 pesos más, entre el tratamiento con 7% de germinado y el grupo testigo, y de \$250.98 pesos más entre el grupo con 14% de sustitución y el grupo testigo.

En el costo por kg de aumento de peso, se encontró una diferencia de \$1282.25 entre el tratamiento con 14% de germinado y el grupo testigo. El tratamiento con 7% de sustitución mostró un costo de \$567.05 pesos más en relación al grupo testigo.

**CUADRO 8**  
**RESPUESTA DE LOS CERDOS A LA SUSTITUCION PARCIAL DEL**  
**ALIMENTO CONCENTRADO POR HIDROPONIA DE TRIGO**  
**DURANTE LA ETAPA DE DESARROLLO**

C O N C E P T O	% DE SUSTITUCION DE HIDROPONIA DE TRIGO		
	0	7	14
Ganancia de peso kg/animal/día (A)	0.734	0.640	0.499
Consumo de alimento kg M.S./animal/día (B)	2.057	2.153	1.939
Consumo de concentrado kg M.S./animal/día	2.057	1.971	1.571
Consumo de hidroponia kg M.S./animal/día	-----	0.182	0.365
Eficiencia alimenticia <sup>1</sup> (A) / (B)	0.356	0.300	0.261

<sup>1</sup>kg de peso ganados/kg de alimento consumido.

Análisis no significativo (  $\alpha = .05$  ).

CUADRO 7

RELACION DEL COSTO POR CONCEPTO DE ALIMENTO CONCENTRADO  
E HIDROPONIA DE TRIGO EN LA ETAPA DE DESARROLLO

CONCEPTO	% DE SUSTITUCION DE HIDROPONIA DE TRIGO		
	0	7	14
Costo por kg de concentrado (\$)	563.45	563.45	563.45
Costo por kg de hidroponia B.H. (\$)	-----	383.36	383.36
Costo por kg de hidroponia kg M.S. (\$)	-----	1420.11	1420.11
Costo por consumo <sup>m</sup> de alimento (\$/animal/día)	1159.20	1373.94	1410.18
Costo por kg de <sup>m</sup> aumento de peso (\$/animal/día)	1630.24	2217.29	2912.49

<sup>m</sup> Análisis no significativo (  $\alpha = .05$  ).

## Etapa de finalización

Los resultados de ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, costo por consumo de alimento y costo por kg de aumento de peso se muestran en los cuadros 8 y 9. Sin que se observara diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los parámetros estudiados.

En la ganancia de peso el tratamiento con 7% de germinado manifestó una diferencia de 43 g más respecto al grupo testigo y comparado éste último con el tratamiento con 14% de sustitución se encontró que el grupo testigo ganó 89 g más.

Respecto al consumo de alimento en base a materia seca se registró una diferencia de 203 g más de consumo en el tratamiento con 7% de germinado en comparación con el grupo testigo, y 204 g menos en el tratamiento con 14% de sustitución con respecto al testigo.

El grupo testigo tuvo una eficiencia alimenticia de 14 g más comparada con el tratamiento con 7% de sustitución y 13 g más que el grupo con 14% de germinado.

En relación al costo por consumo de alimento se encontró una diferencia altamente significativa, ( $p < .01$ ) el grupo con 14% de sustitución manifestó \$314.15 pesos más en relación al grupo testigo.

Entre el grupo testigo y el tratado con el 7% de sustitución la diferencia fué de \$363.25 pesos más para este grupo, los grupos con 7 y 14% de sustitución no presentaron diferencias significativas ( $p > .05$ ).

En el costo por kg de aumento de peso, el tratamiento con 14% de germinado mostró una diferencia de \$912.18 pesos más respecto al grupo testigo, y el tratamiento con 7% de sustitución sólo manifestó una diferencia de \$353.05 pesos más respecto al grupo testigo.

**CUADRO 8**  
**RESPUESTA DE LOS CERDOS A LA SUSTITUCION PARCIAL DEL**  
**ALIMENTO CONCENTRADO POR HIDROPONIA DE TRIGO**  
**DURANTE LA ETAPA DE FINALIZACION**

C O N C E P T O	% DE SUSTITUCION DE HIDROPONIA DE TRIGO		
	0	7	14
Ganancia de peso kg/animal/día (A)	0.607	0.650	0.518
Consumo de alimento kg M. S./animal/día (B)	2.437	2.730	2.233
Consumo de concentrado kg M. S./animal/día	2.437	2.496	1.742
Consumo de hidroponia kg M. S./animal/día	-----	0.234	0.491
Eficiencia Alimenticia <sup>1</sup> (A) / (B)	0.245	0.231	0.232

<sup>1</sup>kg de peso ganados/kg de alimento consumido.

Análisis no significativo (  $\alpha = .05$  ).

**CUADRO 9**  
**RELACION DEL COSTO POR CONCEPTO DE ALIMENTO CONCENTRADO**  
**E HIDROPONIA DE TRIGO EN LA ETAPA DE FINALIZACION**

C O N C E P T O	% DE SUSTITUCION DE HIDROPONIA DE TRIGO		
	0	7	14
Costo por kg de concentrado	555.66	555.66	555.66
Costo por kg de hidroponia B.H. (\$)	-----	383.36	383.36
Costo por kg de hidroponia kg N.S. (\$)	-----	1420.11	1420.11
Costo por consumo <sup>M</sup> de alimento (\$/animal/día)	1354.32 <sup>a</sup>	1717.57 <sup>b</sup>	1668.47 <sup>b</sup>
Costo por kg de aumento de peso (\$/animal/día)	2325.36	2679.41	3238.54

<sup>a,b</sup> Literales distintas por hilera indican diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p < .01$ ).

<sup>M</sup> Análisis no significativo ( $\alpha = .05$ ).

## DISCUSION

En los resultados obtenidos durante la etapa de crecimiento (Cuadro 4 y 5), en lo referente a la ganancia de peso sin diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre los grupos testigo y las unidades experimentales con hidroponia de trigo. Este comportamiento fue similar al reportado por Bull y Petersen (2), quienes indican que la ganancia de peso diaria no se afectó al proporcionar dietas donde el germinado fue la principal fuente de grano.

En otras investigaciones al utilizar germinado de cebada (12), se reportan ganancias de peso inferiores en cerdos en crecimiento con distinto nivel de germinado en la ración, comparados con otros grupos en la misma etapa que consumían una ración balanceada (testigo).

En forma general la ganancia de peso de los grupos con germinado y grupos testigo fue inferior a la que señalan diversos investigadores siendo ésta de 600 g (11.17). Esta ganancia de peso inferior probablemente se debe a que la semilla al germinar pierde materia seca determinando esto que los cerdos consuman menos cantidad de energía, como fue señalado por Peer y Leeson (12). O bien a que este tipo de germinado por presentar un elevado contenido de fibra (debido al rastrojo), disminuye el contenido de energía digestible de la ración y afecta la ganancia de peso sobre todo en esta etapa (5).

Otro factor importante es que los cerdos en tratamiento se alimentaron con una cantidad restringida de alimento y los grupos testigo dispusieron del alimento concentrado a libre acceso. Peer y Leeson (12) reportaron que cerdos alimentados con germinado de cebada y grupos control ganaron pesos equivalentes en estudios en los cuales la dieta base fue proporcionada a libre acceso.

La cantidad de alimento consumido por los grupos en tratamiento fue inferior a la indicada para esta etapa (11.17), de 1.6 y 1.5 kg respectivamente, aún en los grupos testigo, pudiendo ser ésta la principal causa de la menor ganancia de peso.

La razón es inherente principalmente la disponibilidad de alimento en la granja.

Al comparar la eficiencia alimenticia se encontró que fue menor respecto a la que se menciona en la literatura (11, 17), tanto en el grupo testigo como para el grupo con 7% de inclusión, no obstante fue ligeramente superior en el tratamiento con 14% de inclusión de hidroponia de trigo de acuerdo a lo reportado por Shimada (17).

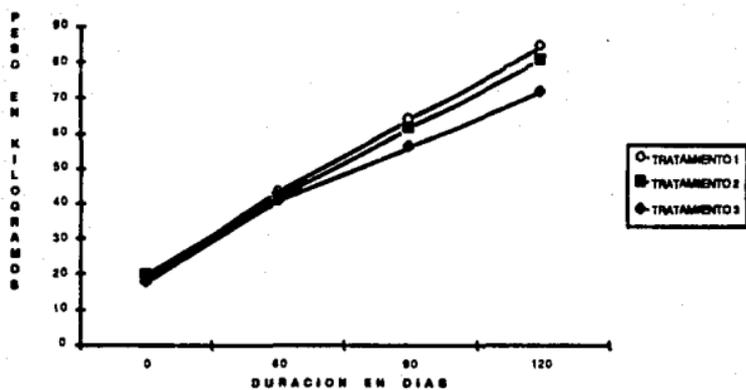
Por lo anterior se recomienda estudiar niveles superiores de inclusión ya que pudiera ser que con mayor cantidad de germinado se obtuviera similar eficiencia alimenticia a un costo de producción más rentable.

En la etapa de desarrollo (Cuadros 6 y 7), la ganancia de peso manifestó un ligero aumento en los grupos testigo en relación a lo indicado en los cuadros de necesidades de nutrimentos (11, 17), esto se podría deber al libre consumo de concentrado por parte de los grupos testigo y que se limitó el alimento a los grupos en tratamiento, ya que al proporcionar al animal todo el alimento que desee permite maximizar la ganancia de peso (17). El consumo de alimento respecto a lo recomendado por la literatura (11,17) estuvo dentro de las cantidades que se señalan para esta etapa, por lo que el consumo no afectó directamente la ganancia de peso, sin embargo, la cantidad de fibra del germinado y algunos cambios de alimento que se presentaron dentro de la granja, por falta de materia prima, probablemente fueron determinantes y afectaron la ganancia de peso.

La eficiencia alimenticia para los grupos testigo fue similar a la señalada por la literatura (11, 17), de 350g y 318g respectivamente y ligeramente inferior en los grupos en tratamiento, 300 y 281 g consumo M.S./ kg de ganancia, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> respectivamente.

En la figura 1 se pueden observar los cambios en ganancia de peso de los tratamientos. Con el tratamiento testigo los cerdos ganaron peso más rápidamente.

FIGURA 1



En esta etapa utilizando germinado de cebada, Burgos, Gómez y Gutiérrez (4), reportaron ganancias de peso superiores a las recomendadas por el N.R.C., y consumos de alimento igualmente mayores. La eficiencia alimenticia de aquellos grupos experimental y testigo, fue significativamente inferior (186 y 193 g consumo/ganancia) a la registrada en esta investigación.

En la etapa de finalización (Cuadro 8 y 9), los grupos con 7 y 14% de inclusión de germinado de trigo, presentaron ganancias de peso de 660 y 518 g; en el grupo testigo se reportó una ganancia diaria de 518 g, los tres grupos estuvieron por abajo de lo recomendado por la literatura de 800 g (11,17). Esta menor ganancia posiblemente se deba a que el consumo para los grupos con 7 y 14% de inclusión y el grupo testigo (2.730, 2.233 y 2.437 kg respectivamente) fue inferior a los 3.0 a 3.3 kg indicados para esta etapa (11,17).

Cunha señala que varios investigadores reportaron que el uso de alimentos con alto contenido de fibra durante las etapas de crecimiento-finalización en cerdos, redujeron la productividad. Sin embargo se produjeron con mayor cantidad de carne y menor cantidad de grasa. Indica también que la restricción del consumo de alimento durante el período de finalización incrementó la calidad de la canal por reducción en la deposición de grasa durante esta etapa (8).

En esta investigación, la eficiencia alimenticia en el grupo testigo fue de 245 g y la de la de los grupos con 7 y 14 % de germinado fue de 231 y 232 g respectivamente, esto comparado a lo reportado por Shimada (242 g) indica que probablemente el menor consumo de alimento aunado a la menor cantidad de energía digestible, debida al alto contenido de fibra del germinado, determinaron solo una reducción pequeña y no significativa en la producción de carne de cerdo (17).

En el análisis económico es evidente que el costo por consumo de alimento por animal es menor en todas las etapas para los grupos testigo (Cuadros 5,7,9), esto también fue evidente en los grupos con 7 y 14% de sustitución al considerar el costo por

kilogramo de aumento de peso siempre fue mayor en los grupos con germinado (Cuadros 5,7,9), esto es debido a que la inversión inicial para la producción de germinado de trigo es alta, el costo del germinado aunque menor que el costo del concentrado no fue suficiente para disminuir costos de producción, además por las condiciones de estudio el costo del rastrojo de maíz fue excesivo (Cuadro 10). O bien a que como se mencionó anteriormente se requirió comprar alimento comercial y eso incrementó los costos por alimento concentrado con la variación que se presenta en el cuadro 11.

Definitivamente el costo de producción por kilogramo de germinado puede disminuirse al amortizarse en mayor plazo los insumos y en regiones donde el rastrojo de maíz o la mano de obra sean menores que las existentes en México, D.F.

Otros estudios de utilización de germinado en cerdos no utilizan agregado, dado que el rastrojo de maíz posee un contenido elevado en fibra y esto disminuye la composición nutritiva comparado con otros estudios (9). Por lo que sería recomendable realizar otros trabajos donde el germinado sea producido sin utilizar agregado.

**CUADRO 10**  
**INSUMOS PARA LA PRODUCCION**  
**DE HIDROPONIA DE TRIGO**

Semilla	\$ 771,045.00	1542.09 kg, durante todo el periodo.
Rastrojo de maíz	\$1,480,000.00	387 pacas (\$4000.00 <sup>c</sup> /u).
Cal	\$ 600.00	3 kg, durante todo el periodo.
Mano de <sup>1</sup> obra	\$ 842,400.00	
Plástico <sup>2</sup>	\$ 465,000.00	Transparente (50 metros) Negro (50 metros).
Varilla <sup>3</sup>	\$ 14.73	15 varillas.
Tela de <sup>4</sup> alambre	\$ 10.71	25 metros.
	<u>\$3,547,707.44</u>	

<sup>1</sup>Salario mínimo vigente 1-Ene-89  
 \$840.00 (8 horas)  
 tiempo invertido 4 horas

<sup>3</sup>Depreciación diaria  
 VRAC= 14.73

<sup>2</sup>Depreciación plástico  
 considerando 1 año de  
 vida útil.

<sup>4</sup>Depreciación diaria  
 VRAC= 10.71

Precios vigentes Feb. 89.

Total de kg de hidroponia  
 producidos en todo el  
 periodo en B.H.: 9252.54

Costo por kg de hidroponia  
 en B.H.: \$383.36

Total de kg de hidroponia  
 producidos en todo el  
 periodo en M.S.: 2498.18

Costo por kg de hidroponia  
 en M.S.: \$1420.11

**CUADRO 11**  
**COSTO POR KG DE ALIMENTO**  
**CONCENTRADO**

	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	PROMEDIO
CRECIMIENTO <sup>1</sup>	508.12	503.12	632.81	621.87	550.62	563.30
DESARROLLO <sup>1</sup>	495.00	500.62	614.41	638.48	568.75	563.45
FINALIZACION <sup>1</sup>	481.87	483.87	673.75	612.73	528.12	555.66

<sup>1</sup>Los costos del alimento concentrado varían de acuerdo a si fue alimento comercial o se produjo en la Granja Experimental Avícola y Bacterio de la Fac de Med. Vet. y Zoot. de la U.N.A.M.

#### CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos bajo las condiciones de la presente investigación se concluye que el uso de hidroponia de trigo en la alimentación de cerdos, no aumentó, pero no modifica la ganancia de peso y eficiencia alimenticia en las etapas de crecimiento y finalización. En la etapa de crecimiento se presentó la tendencia de una mayor eficiencia alimenticia con la utilización del 14% de sustitución de concentrado por germinado.

Por lo que se recomendaría estudiar otros niveles de sustitución, así como no restringir el alimento concentrado, sino utilizar la hidroponia como un alimento complementario y estudiar si el cerdo por si mismo sustituye el alimento concentrado.

Bajo las condiciones del estudio no es posible determinar la rentabilidad del uso del germinado. En cuanto al costo de producción del germinado de trigo, éste fue \$180.00 menos por kg. en relación al del alimento concentrado, pero al analizar el costo por kg de aumento de peso, se observó un aumento significativo en los grupos en tratamiento, debido a una disminución (no significativa) en la ganancia de peso.

El precio del germinado hidropónico de trigo se elevó principalmente por el alto precio del rastrojo de maíz molido, por lo que estos resultados pueden modificarse, o bien, se recomendaría sustituir el rastrojo de maíz por otros productos similares no tan caros, o producir el germinado sin utilizar dicho agregado.

## LITERATURA CITADA

- 1.- A.O.A.C.: Methods of the Association of Analytic Chemist. 12th ed. Association of Official Analytic Chemist, Washington D.C., 1975.
- 2.-Bull, R.C. and Peterson, C.F.: Nutritive value of sprouted wheat for swine and poultry. J. Anim. Sci. 28 : 856 (1969).
- 3.-Bundy, C.E. y Siggins, R.V.: Producción porcina. 10a.ed. CECSA, México, D.F., 1972.
- 4.-Burgos, J.G., Gómez, V.M.G. y Gutiérrez, Z.F.J.: Utilización del germinado de cebada de 7 días en la alimentación de cerdos en la etapa de desarrollo ( 35 a 65 kg ). Modo Avance Agropecuario (1) 21:23. Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, 1983.
- 5.-Compendio de la Industria Porcina. Asociación Americana de la Soya. Boletín de Extensión 1-1065, Julio 1970.
- 6.-Cunha, J.T.: Swine Feeding and Nutrition. Academic Press, Inc. New York, U.S.A., 1977.
- 7.-Daniel, W.W.: Bioestadística. Limusa, México,D.F., 1982.
- 8.-Flores, M.J.A. y Agraz, A.A.: Ganado Porcino Cría, Explotación e Industria . 2a. ed. Limusa, México,D.F., 1979.
- 9.-Less, P. : Ganadería Hidropónica. Agricultura de las Americas. Año 32 No. 10, E.U.A., Octubre, 1983.
- 10.-López, J.: Sustitución del sorgo por una mezcla de harina de raíces, hojas y peciolos de yuca en dietas para marranas durante la gestación y la lactancia. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.,1982.

- 11.-Nutrient Requeriments of Swine. National Academy of Sciences, Washington, D.C., U.S.A., 1979.
- 12.-Peer, D.J. and Leeson, S. : Feeding value of hidroponically sprouted barley for poultry and pigs. Anim. Feed Sci. Tech. **13** : 183-190 (1985).
- 13.-Peer, D.J. and Leeson, S. : Nutrient content of hidroponically sprouted barley for poultry and pigs. Anim. Feed Sci. Tech. **13** : 191-202 (1985).
- 14.-Rodríguez, M. Ma. A. : Efecto de un saborizante en la dieta sobre el incremento de peso en lechones al destete y a las dos semanas siguientes. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1986.
- 15.-Sánchez, C.F. y Escalante, R.E.R.: Hidroponia Principios y Métodos de Cultivo. U.A.CH. 2a. ed. Chapingo Estado de México, 1983.
- 16.-Santibánes, M.E. : Evaluación económica-administrativa de una explotación porcina para 120 vientres dedicada a la docencia. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1981.
- 17.-Shimada, S.A. : Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Consultores en Producción Animal, S.C. México, D.F., 1984.
- 18.-Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. : Principles and Procedures of Stadistics. Second ed. Mc Graw Hill Koga Kusha Tokio, Japan, 1980.

## ANEXO

**ANALISIS ESTADISTICO DE LA GANANCIA  
DE PESO PROMEDIO POR ANIMAL**

**Observaciones durante la etapa de crecimiento:**

	g/animal/día			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	0.433	0.442	0.450	1.227	3	0.409
T <sub>2</sub>	0.445	0.461	0.439	1.185	3	0.393
T <sub>3</sub>	0.450	0.274	0.305	1.104	3	0.368

	S. C.	A. N. A. V. A g.l.	C. M.	F. C.	F
Tratamientos	0	2	0	0	5.14
Error	0.040625	6	0.00677		
Total	0.040625	8	0.00677		

C. V. = 20.57%

**Observaciones durante la etapa de desarrollo:**

	g/animal/día			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	0.652	0.685	0.567	2.204	3	0.734
T <sub>2</sub>	0.790	0.645	0.486	1.921	3	0.640
T <sub>3</sub>	0.645	0.427	0.418	1.491	3	0.496

	S. C.	A. N. A. V. A g.l.	C. M.	F. C.	F
Tratamientos	0.085	2	0.043	1.64	5.14
Error	0.157	6	0.0261		
Total	0.243	8	0.0291		

C. V. = 25.93%

**Observaciones durante la etapa de finalización:**

	g/animal/día			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	0.566	0.627	0.430	1.623	3	0.607
T <sub>2</sub>	0.527	0.404	0.720	1.651	3	0.650
T <sub>3</sub>	0.472	0.542	0.541	1.555	3	0.518

	S. C.	A. N. A. V. A g.l.	C. M.	F. C.	F
Tratamientos	0.026	2	0.013	0.718	5.14
Error	0.109	6	0.0181		
Total	0.135	8	0.0311		

C. V. = 22.72

**ANALISIS ESTADISTICO DE LA EFICIENCIA  
ALIMENTICIA PROMEDIO POR ANIMAL**

**Observaciones durante la etapa de crecimiento:**

g/consumo M.S./kg de ganancia			Total	r	$\bar{x}$	
T <sub>1</sub>	0.309	0.420	0.360	1.089	3	0.363
T <sub>2</sub>	0.300	0.405	0.268	0.973	3	0.324
T <sub>3</sub>	0.348	0.430	0.378	1.156	3	0.385

	S. C.	A. N. A. V. A. g. l.		C. M.	F. C.	F
Tratamientos	0.005	2	0.0025		0.708	5.14
Error	0.0212	6	0.00353			
Total	0.0262	8	0.00603			

C. V. = 16.64%

**Observaciones durante la etapa de desarrollo:**

g/consumo M.S./kg de ganancia			Total	r	$\bar{x}$	
T <sub>1</sub>	0.453	0.299	0.317	1.069	3	0.356
T <sub>2</sub>	0.348	0.323	0.231	0.902	3	0.300
T <sub>3</sub>	0.291	0.192	0.302	0.785	3	0.261

	S. C.	A. N. A. V. A. g. l.		C. M.	F. C.	F
Tratamientos	0.013	2	0.0065		1.274	5.14
Error	0.0306	6	0.0051			
Total	0.0436	8	0.0106			

C. V. = 23.33%

**Observaciones durante la etapa de finalización:**

g/consumo M.S./kg de ganancia			Total	r	$\bar{x}$	
T <sub>1</sub>	0.219	0.300	0.209	0.737	3	0.245
T <sub>2</sub>	0.200	0.233	0.261	0.694	3	0.231
T <sub>3</sub>	0.201	0.251	0.245	0.697	3	0.232

	S. C.	A. N. A. V. A. g. l.		C. M.	F. C.	F
Tratamientos	0	2	0		1.54	5.14
Error	0.00996	6	0.00166			
Total	0.00996	8	0.00166			

C. V. = 17.26%

**ANALISIS ESTADISTICO DEL CONSUMO CONCENTRADO-HIDROPONIA  
PROMEDIO POR ANIMAL POR DIA**

**Observaciones durante la etapa de crecimiento!**

	kg/animal/día			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	1.140	1.05	0.975	3.425	3	1.142
T <sub>2</sub>	1.48	1.150	1.022	3.652	3	1.217
T <sub>3</sub>	1.29	1.02	0.805	3.115	3	1.038

	S.C.	A. N. A. V. A. g.l.	C.M.	F.C.	F
Tratamientos	0.047	2	0.0235	0.423	5.14
Error	0.333	6	0.0555		
Total	0.380	8	0.0790		

C. V. = 28.61%

**Observaciones durante la etapa de desarrollo!**

	kg/animal/día			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	2.10	2.295	1.787	6.172	3	2.057
T <sub>2</sub>	2.27	2.060	2.100	6.45	3	2.153
T <sub>3</sub>	2.210	2.214	1.394	5.808	3	1.935

	S.C.	A. N. A. V. A. g.l.	C.M.	F.C.	F
Tratamientos	0.07	2	0.035	0.345	5.14
Error	0.6059	6	0.1009		
Total	0.6759	8	0.1359		

C. V. = 15.57

**Observaciones durante la etapa de finalización!**

	kg/animal/día			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	2.58	2.675	2.057	7.312	3	2.437
T <sub>2</sub>	2.823	2.818	2.750	8.191	3	2.730
T <sub>3</sub>	2.339	2.158	2.202	6.699	3	2.233

	S.C.	A. N. A. V. A. g.l.	C.M.	F.C.	F
Tratamientos	0.734	2	0.187	4.303	5.14
Error	0.2607	6	0.04345		
Total	0.6347	8	0.23045		

C. V. = 8.45%

**ANALISIS ESTADISTICO DEL COSTO PROMEDIO  
POR KG DE ALIMENTO CONSUMIDO**

**Observaciones durante la etapa de crecimiento:**

	\$			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	788.62	591.46	549.78	1929.86	3	643.28
T <sub>2</sub>	867.85	696.35	603.95	2168.15	3	722.71
T <sub>3</sub>	800.64	705.49	509.28	2015.41	3	671.80

	S. C.	A. N. A. V. A. g. l.	C. M.	F. C.	F
Tratamientos	9714.493	2	4857.24	0.258	5.14
Error	112563.196	6	18760.532		
Total	122277.689	8	23617.772		

C. V. = 20.25%

**Observaciones durante la etapa de desarrollo:**

	\$			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	1183.24	1287.48	1006.88	3477.6	3	1159.2
T <sub>2</sub>	1426.07	1360.62	1395.15	4121.84	3	1373.94
T <sub>3</sub>	1535.1	1612.09	1083.35	4230.54	3	1410.18

	S. C.	A. N. A. V. A. g. l.	C. M.	F. C.	F
Tratamientos	110419.95	2	55209.97	1.59	5.14
Error	207825.18	6	34637.53		
Total	318245.13	8	89847.5		

C. V. = 14.15%

**Observaciones durante la etapa de finalización:**

	\$			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	1433.60	1486.39	1142.99	4062.98	3	1354.32
T <sub>2</sub>	1647.54	1769.36	1735.63	5152.73	3	1717.57
T <sub>3</sub>	1773.4	1615.15	1616.88	5005.43	3	1668.47

	S. C.	A. N. A. V. A. g. l.	C. M.	F. C.	F
Tratamientos	233051.6	2	116525.8	7.53	5.14
Error	92822.85	6	15470.475		
Total	325874.45	8	131996.27		

C. V. = 7.87%

**ANALISIS ESTADISTICO DEL COSTO PROMEDIO  
POR KG DE AUMENTO DE PESO**

**Observaciones durante la etapa de crecimiento:**

	\$			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	1819.45	1335.02	1560.34	4714.81	3	1571.60
T <sub>2</sub>	1948.21	1506.89	2201.08	5656.18	3	1885.39
T <sub>3</sub>	1773.29	1602.89	1665.66	5043.84	3	1681.28

	S.C.	A. N. A. V. A. g. l.			F.C.	F
Tratamientos	152155.39	2	76077.69	1.20	5.14	
Error	379622.151	6	63270.35			
Total	531777.541	8	139348.04			

C. V. = 14.68%

**Observaciones durante la etapa de desarrollo:**

	\$			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	1239.59	1876.28	1774.86	4890.73	3	1630.24
T <sub>2</sub>	1799.88	2106.62	2745.38	6651.88	3	2217.29
T <sub>3</sub>	2376.80	3774.55	2586.12	8737.47	3	2912.49

	S.C.	A. N. A. V. A. g. l.			F.C.	F
Tratamientos	2472082.62	2	1236041.31	4.03	5.14	
Error	1836044.65	6	306007.44			
Total	4308127.27	8	1542048.75			

C. V. = 24.54%

**Observaciones durante la etapa de finalización:**

	\$			Total	r	$\bar{x}$
T <sub>1</sub>	2528.26	1794.78	2656.06	6979.08	3	2326.36
T <sub>2</sub>	3122.09	2508.14	2408.00	8038.23	3	2679.41
T <sub>3</sub>	3753.27	2978.84	2983.53	9715.64	3	3238.54

	S.C.	A. N. A. V. A. g. l.			F.C.	F
Tratamientos	1269362.63	2	634681.31	3.37	5.14	
Error	1128415.91	6	188069.31			
Total	2397778.54	8	822750.62			

C. V. = 15.78%