

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Suplementación de Enzimas Biocatalizadoras de Proteína, en una Ración para Cerdos desde el Destete, hasta el Peso de Mercado.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

EDUARDO DELGADILLO GUERRERO

GUADALAJARA, JALISCO. 1974

A MIS PADRES :

AGAPITA Y FORTINO.

CON LA ESPERANZA DE  
HABER CORRESPONDIDO  
A SUS SACRIFICIOS.

A MIS HERMANOS:

POR SU CONSTANTE

AYUDA MORAL.

JOSE

YOLANDA

GUADALUPE

SUSANA

ARTURO

ALEXANDRO

GABRIELA.

A MIS TIOS :

CON AGRADECIMIENTO Y GRATITUD.

ALFREDO Y AVELINA

FELIX Y JOSEFINA

ESTEBAN Y RITA

NAZARIO Y MARTHA

JOSE Y JUVENTINA

TOMAS Y SUSANA.

A MI DIRECTOR DE TESIS:  
ING. ALFONSO MUNOZ ORTEGA.

A MIS ASESORES TECNICOS:  
ING. JUAN PULIDO RODRIGUEZ.  
ING. ELENO FELIX FREGOSO.

A MIS MAESTROS:  
POR HABERME HECHO PAR  
TICIPE DE SUS CONOCIMIENTOS.

A MIS COMPANEROS:  
AMIGOS QUE HAN HECHO DE  
MI VIDA EN LAS AULAS UNA  
EPOCA INOLVIDABLE.

A MI ESCUELA:  
A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

A TODAS LAS PERSONAS QUE EN UNA  
FORMA U OTRA, COLABORARON PARA QUE  
FUERA POSIBLE LLEVAR A SU FIN ESTE  
TRABAJO.

# I N D I C E

	PAG.
I.- I N T R O D U C C I O N	1
II.- O B J E T I V O	3
III.- L I T E R A T U R A R E V I S A D A	4
III. I.- Componentes de la Ración.	4
a) Sorgo	4
b) Maíz	7
c) Garbanzo	12
d) Concentrado comercial	14
e) Enzimas.	15
III. II.- Efectos de Suplementación de Enzimas	17
IV.- M A T E R I A L Y M E T O D O S .	35
V.- R E S U L T A D O S E X P E R I M E N T A L E S	44
VI.- D I S C U S I O N	45
VII.- C O N C L U S I O N	46
VIII.- R E S U M E N	47
IX.- B I B L I O G R A F I A .	48

## I N D I C E   D E   C U A D R O S

No.	PAG.
1.- Análisis bromatológico del sorgo.	6
2.- Análisis bromatológico del maíz.	11
3.- Análisis bromatológico del garbanzo.	14
4.- Análisis bromatológico del concentrado comercial.	15
5.- Análisis bromatológico del producto enzimático comercial.	16
6.- Actividades de la carbohidrasa de homogenados, de intestino delgado de un cerdo recién nacido y de mucosa de la parte anterior del yeyuno de un cerdo adulto.	20
7.- Substancia seca total de algunos órganos expresada en % del peso total del cuerpo (según datos de Walker, 1958).	22
8.- Cambios proporcionales de la edad en la cantidad de alimento ingerido y contenido de carbohidratos hidrolizados por las enzimas digestivas, por cerdo y por-hora (cada variante está expresada en relación a 100 y a la edad de una semana).	22
9.- Digestibilidad de los carbohidratos dados por el tubo digestivo (Cunningham, 1959).	26
10.- Distribución de razas.	35
11.- Ración suministrada al lote I	36
12.- Ración suministrada al lote II	36
13.- Primera pesada.	37
14.- Segunda pesada.	38
15.- Tercera pesada.	38
16.- Cuarta pesada.	38
17.- Quinta pesada.	39

No.	PAG.
18.- Sexta pesada.	39
19.- Séptima pesada.	40
20.- Octava pesada.	40
21.- Resultados del experimento.	41
22.- Costo por Kg. de alimento (Lote I )	41
23.- Costo por Kg. de alimento (Lote II)	42
24.- Método de STUDENT (evaluación de resultados).	43

## I.- INTRODUCCION

En los tiempos actuales, son muchos las interrogantes que se le plantean al hombre, refiriéndome principalmente a encontrar soluciones adecuadas a los problemas básicos que estamos viviendo, contándose primordialmente entre ellos; el hambre y la desnutrición que afecta principalmente al núcleo de población (o habitantes) de más bajos recursos económicos, incluyendo entre éstos al sector campesino.

México encuéntrase entre los más afectados por este problema, debido al índice de población tan elevado (48 millones de habitantes) y con una tasa de crecimiento de las mayores en el mundo; 3.9% (3). Razón por la cuál se deben enfocar los recursos para utilizar los últimos adelantos de la ciencia en el ramo agropecuario y planificar con estas bases los programas de trabajo que nos permitan mejorar producciones en la rama antes citada.

Uno de los campos en que se pueden aplicar estos adelantos es la porcicultura. El cerdo es un animal que ha tenido gran importancia en la dieta del pueblo mexicano a través del tiempo. Por sus características se considera la mejor especie transformadora de energía y proteína bruta en alimentos para el hombre, según Morrison (17). Hasta el 20%.

Entre sus cualidades se cuentan: magnífica prolificidad, precocidad y rápido desarrollo, su poder de adaptación a condiciones muy diversas de alimentación y medios habitacionales de manera que ésto lo hace muy favorable para la obtención de alimentos que están al alcance de nuestro pueblo.

El estado de Jalisco presenta condiciones favorables para su explotación debido principalmente a buenas producciones de granos como el maíz y a condiciones climatológicas

cas propicias.

Con respecto a su nutrición se debe pensar en utilizar más eficientemente los granos usados en las raciones, buscando en este caso probar un producto enzimático comercial y observar si es factible obtener mejor eficiencia alimenticia.



## II.- OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo, es determinar si con el uso de productos enzimáticos suministrados en la ración alimenticia, se puede obtener mayor producción de -- carne en menos tiempo, a menor costo y de mejor calidad.

### III.- LITERATURA REVISADA.

#### I.- COMPONENTES DE LA RACION:

##### a) SORGO.

Es un cultivo que se ha popularizado mucho en los últimos años debido a sus cualidades de adaptación en áreas donde el maíz que tradicionalmente se había sembrado y no cumple con las necesidades para una buena producción. Además la conveniencia de su utilidad en las raciones porcinas ha aumentado el cultivo debido a sus propiedades alimenticias que son análogas a las del maíz. Este último contiene aproximadamente 70% de extracto libre de nitrógeno que en su mayor parte es almidón; las cantidades de fibra del grano de sorgo son bajas, pero es rico en principios nutritivos digestibles totales. Así como también contiene porcentaje más alto de proteína que el maíz; pero sus porcentajes de grasa son más pobres que el grano citado. Las proteínas no son de muy buena calidad. Su contenido en calcio (0.04%) es muy bajo y el porcentaje de vitamina D es nulo.

Inclusive en las variedades de semilla amarilla, el grano de sorgo tiene la misma riqueza en las vitaminas del complejo B que el grano del maíz pero con la diferencia que contiene mucho más Niacina. Estas son las principales características del grano de sorgo según reportes de Morrison (17).

Carroll y Krider (9) mencionan que los granos de sorgo ofrecen muchos puntos de contacto en cuanto a composición química y deficiencias en nutrientes con los granos de cereales, aunque hay grandes diferencias de unas variedades a otras en su valor nutritivo. Los granos de sorgo son tan apetitosos como los del maíz y las canales resultantes de su suministro son bastante firmes. Estadísticamente no se -

ha encontrado diferencia entre la forma de presentación.

Cunha et. al. (11) en los estudios efectuados para el mejoramiento de la porcicultura en las regiones tropicales han encontrado que por sus propiedades afines a las del maíz, pueden ser empleadas en raciones porcinas como único grano en la ración.

Estudios llevados a cabo por Fomento Pecuario en Bogotá, Colombia (2), tuvieron como conclusión de que debido a su pobre contenido en grasa y proteína es necesario suministrarlo en combinación con alimentos que suplan estas deficiencias como la harina de alfalfa, harina de carne, etc..

El Instituto de Investigaciones de Darryng citado por FISHWICK (14) realizó un estudio con los porcentajes de sorgo, siguientes:

- 1.- 30% de sorgo reemplazando a igual cantidad de cebada en la ración de control.
- 2.- 30% de sorgo en sustitución del maíz en la misma forma.
- 3.- 30% de sorgo reemplazando a ambos en la ración de control.

Dedujeron que el sorgo puede considerarse cereal satisfactorio para la engorda de cerdos, pero sugiriendo que el porcentaje en la ración no debía exceder al 50%. Asimismo determinaron que el sorgo dado en comederos no es necesario que esté molido.

P.L.A.T. (4) efectuó un experimento probando diferentes niveles de sorgo en cada una de las dos etapas que se dividió el estudio, suministrando dos raciones a los dos lo-

tes que tenían 4 repeticiones cada uno, cada repetición estaba compuesta de 4 machos y dos hembras. Y obtuvo mejores resultados con la ración de más alto contenido de garbanzo que de sorgo.

SHIMADA Y BRAMBILA (19) efectuaron un experimento-nutricional donde las raciones estaban a base de sorgo y de harinolina, estudiaron el efecto de sustituir harina de pescado por garbanzo, además se determinó el efecto de suplementar estas raciones con sulfato ferroso para disminuir los posibles efectos tóxicos del gosi-pol-libre de harinolina.

Las ganancias de peso obtenidas con las raciones experimentales fueron comparables, así como la conversión -- alimenticia.

Mostraron estos resultados que el valor nutritivo de las raciones a base de sorgo, harinolina y garbanzo, fué comparable al de las raciones donde se utilizó harina de pescado para compensar las deficiencias de la harinolina. En lo que se refiere a la adición del sulfato ferroso para un bajo contenido de gosipol libre, no se encontró efecto detectable

CUADRO No. 1.- ANALISIS BROMATOLOGICO DEL SORGO.  
Morrison (16).

Proteína bruta .....	11.3%
Proteína digestible .....	9.3%
Grasa .....	2.8%
Fibra cruda .....	2.0%
Materia seca .....	89.1%
PRINCIPIOS NUTRITIVOS:	
Digestibles totales .....	80 %
Extracto libre de nitrógeno .....	71.6%
Materia mineral .....	1.9%

COMPONENTES MINERALES:

Calcio .....	0.04%
Fósforo .....	0.29%
Cobalto .....	0.100 mg/Kg
Manganeso .....	12.9 mg/Kg.
Potasio .....	0.35%
Sodio .....	0.01%
Cobre .....	14.1 mg/Kg.

CONTENIDO DE AMINOACIDOS

Arginina .....	0.43%	Cistina .....	0.15%
Histidina .....	0.30%	Fenilalanina .....	0.48%
Isoleucina .....	0.50%	Tirosina .....	0.40%
Leucina .....	1.26%	Treonina .....	0.36%
Lisina .....	0.27%	Triptofano .....	0.12%
Metionina .....	0.10%	Valina .....	0.56%

Valor como sustituto del maíz = 98% (8)

b) MAIZ. (Zea mays).

Importancia del maíz para grano.- Tiene su importancia demostrada con el hecho de que las superficies cultivadas con maíz exceden con mucho a cualquier otro cereal, debido a que el maíz es superior en rendimientos de grano y forraje (17).

Composición y valor nutritivo del Maíz.- El grano del maíz es uno de los mejores alimentos para toda clase de ganado cuando se suministra de modo que puedan aprovecharse todas sus ventajas y corregirse sus deficiencias. El maíz supera a todos los demás granos en principios nutritivos digeribles totales y en energía neta. El elevado contenido de -- (N.D.T.) = (82%).

Se debe principalmente a las siguientes causas: el maíz es muy rico en extracto no nitrogenado que en su mayor parte es almidón; es más rico en grasa que cualquier otro cereal, excepción hecha de la avena; es muy pobre en fibra y por tanto muy digestible. Otra ventaja del maíz es que probablemente supera en palatabilidad a todos los cereales para la mayor parte de las especies animales.

Se afirma a veces que es demasiado caliente para darlo a los animales de engorda como único grano o grano --- principal en tiempo caluroso. Es cierto que se necesita gran cuidado para impedir que el ganado se sobrealimente en tiempo caluroso, cuando se le deja comer todo el maíz que desee como único grano. Esto se debe a que el maíz es un alimento muy concentrado. Sin embargo, aún en tiempo caluroso, da el maíz excelentes resultados dado como único grano, a los animales en engorde si se tiene cuidado de no dejarles consumir lo en exceso.

Como es tan rico en almidón, el maíz es naturalmente pobre en proteínas, además las proteínas del maíz son de calidad inferior porque son escasas en dos de los aminoácidos esenciales; (triptófano y la lisina).

El maíz es muy pobre en calcio del que sólo contiene 0.02%, ésto quiere decir que sólo hay 2 Kg. de este mineral en una ton. de maíz en grano. El maíz también contiene menos fósforo que otros granos.

Las variedades de maíz amarillo y las variedades de endosperma amarillo (la parte amilílica del grano) contienen mucho mayor valor en vit. A a causa de su riqueza en caroteno y sus pigmentos afines. En consecuencia, el maíz -- amarillo es una fuente importante en vitamina A para la alimentación del ganado, sin embargo contiene mucho menos valor en vitamina A que los forrajes verdes e incluso que el heno.

bien oreado.

El maíz blando y otros maíces con endosperma blando carecen casi por completo de valor en vitamina A que los maíces de color amarillo más claro, aunque su valor vitamínico no sea siempre proporcional a la intensidad del color amarillo.

El hecho de que un maíz amarillo sea o no de mayor valor para la alimentación del ganado que un maíz blanco, dependerá de que los alimentos de la ración proporcionan o no suficiente valor en vitamina A. En general el maíz blanco es equivalente al maíz amarillo para todos los animales que se mantienen sobre pastos verdes en desarrollo activo, así como para las vacas lecheras, el ganado vacuno de engorde, las ovejas y los caballos, si reciben una cantidad razonable de heno de buena calidad o de un buen ensilaje.

En los cerdos que no se mantienen sobre pastos la diferencia en valor de vitamina A del maíz amarillo o blanco puede determinar un beneficio o una pérdida si no se tiene cuidado de proporcionar suficiente cantidad de dicha vitamina con heno de leguminosas o con otros alimentos.

Tanto el maíz amarillo como el blanco carecen de vitamina D. El maíz es bastante rico en tiamina, pero es más pobre en niacina que el trigo o la cebada, y como todos los demás granos, es pobre en riboflavina.

El maíz en la alimentación de los cerdos.- El maíz es el alimento más comúnmente empleado para la alimentación de los cerdos en las regiones productoras de carne de cerdo en los E.U.. Se ha calculado estos animales consumen usualmente casi la mitad del maíz producido anualmente en los E.U. -- (17). Es insuperable para el crecimiento y engorde de los cerdos y también excelente para las cerdas de vientre y otros --

animales reproductores, siempre que se corrijan sus deficiencias en proteínas minerales y vitaminas, y que se limite la cantidad de maíz para que no engorden demasiado.

Los deficientes resultados que se obtienen alimentando a los cerdos exclusivamente con maíz han quedado demostrados por ciertos números de experimentos en que cerdos con un peso vivo medio de 31.3 Kg. al iniciar el período de ensayo se alimentaron sólo con maíz, sin suplemento proteínico - ni pasto alguno, hasta que alcanzaron el peso conveniente para su envío al mercado, y se compararon con otros animales - que recibieron una ración equilibrada a base de maíz y harina de carne. Los cerdos alimentados con maíz sólo aumentaron su peso vivo en 270 grms. por cabeza / día y necesitaron 642 Kg. de maíz por cada 100 Kg. de peso vivo. Estos resultados son muy deficientes, pero hubieran sido todavía peores si se hubiera iniciado este régimen defectuoso de alimentación -- cuando los animales eran más jóvenes. Cuando se equilibró el maíz con la harina de carne, se duplicó el incremento diario de peso y solo consumieron los animales 387 Kgs. de maíz y - 42 Kg. de harina de carne por cada 100 Kg. de aumento de peso. Además al final de los experimentos, los cerdos que sólo habían recibido maíz estaban delgados y sólo pesaban 64 Kg. - por término medio mientras que los alimentados con harina de carne pesaban 90.7 Kg. y estaban en buenas condiciones para su envío al mercado. El error de suministrar una ración tan desequilibrada como la formada por maíz sólo, queda probado con el hecho de que en estos ensayos cada 100 Kg. de harina de carne economizaron 607 Kg. de maíz. Otros alimentos proveedores de proteína de buena calidad muestran un valor igualmente elevado para equilibrar la ración. La simple adición - al grano de maíz de una mezcla mineral que proporcione una cantidad adicional de calcio y fósforo no mejora mucho la ración para cerdos que no se mantengan sobre un buen pasto. Para obtener un buen resultado debe darse además un suplemento proteínico de buena calidad.



Cuando se emplee maíz blanco en la alimentación de los cerdos, debe tenerse cuidado de suministrar abundante valor en vitamina A con otros alimentos en la ración.

En los E.U. suele suministrarse el maíz a los cerdos como mazorca entera o como grano. Numerosos experimentos han probado que cuando se trata de cerdos del peso usual de mercado, el maíz molido no produce suficiente ventaja para justificar el gasto de molienda. La mazorca completa suele dar tan buenos resultados como el grano entero. si se remoja el maíz que se haya endurecido demasiado durante el almacenamiento, aumenta su valor casi tanto como moliéndolo.

CUADRO No. 2.- ANALISIS BROMATOLOGICO DEL MAIZ.  
(Amarillo). (17).

Proteína bruta .....	8.7%
Proteína digestible .....	6.7%
Grasa .....	1.2%
Fibra cruda .....	0.6%
Materia seca .....	88.7%
PRINCIPIOS NUTRITIVOS	
Digestibles totales .....	81.2%
Extracto libre .....	77.1%
Materia mineral .....	1.1%
COMPONENTES MINERALES	
Calcio .....	0.01%
Fósforo .....	0.14%
Nitrógeno .....	1.39%
Hierro .....	0.001%
Cobre .....	0.4 %

CONTENIDO DE VITAMINAS

Tiamina .....	0.3 mg/lb
Riboflavina .....	0.2 mg/lb
Complejo B (ácido fólico).	0.09 mg/lb

CONTENIDO DE AMINOACIDOS

Arginina .....	0.39%
Glicina .....	0.40%
Histidina .....	0.22%
Lisina .....	0.22%
Treonina .....	0.28%
Triptofano .....	0.07%
Metionina .....	0.27%
Cistina .....	0.19%

(17)

c).- GARBANZO (*Cicer Arietinum*)

Entre las plantas peculiares de nuestro país, el garbanzo tiene posibilidades de suplantar a la soya.

El garbanzo tiene un contenido de lisina más modesto que la soya, pero en cambio es muy barato de cultivar, sobre todo la variedad que en México se llama "Porquera" (*cicer arietinum*) algunos botánicos la consideran especie separada del garbanzo de uso humano con el mismo nombre. Los productores de cerdos de la meseta central de México lo han --- apreciado desde muchos años, pero hay pocos datos experimentales.

Se cultiva sobre la tierra arada, después de alguna cosecha de otoño y sin más cuidados, rinde suficiente gra

no y una paja también útil. Se ha estudiado mucho en la India.

En México sólo hay una investigación de Shimada y Brambila (1967). Se utilizaron en varios niveles considerándolo como grano capaz de sustituir tanto el maíz como fuente de energía como la soya como fuente de aminoácidos. Por desgracia solo hicieron una prueba de 8 semanas, pero al llegar a constituir el 88% de la ración, dió aumento de 537 grms., cuando el maíz y la soya (20%) daban 603 grms. A ese nivel, la cantidad de lisina suplida por el garbanzo es más que suficiente para las necesidades del cerdo, aún de 18 Kg. agregó varios niveles de metionina por creer que este era el nutrimento limitante del garbanzo pero no obtuvieron respuesta

Quizá el problema radique en otros componentes minerales del garbanzo o en la suplementación innadecuada de vitaminas.

El tema merece mayor estudio (12).

GARBANZO PORQUERO.- Se cultiva en algunos estados de nuestra República, exclusivamente para la alimentación de los cerdos. Es un grano duro que se les proporciona a los animales triturado o molido; es un elemento ideal para equilibrar las raciones porque es elevada la cantidad de proteínas que contiene, es inmejorable base de una excelente ración si se le mezcla con maíz amarillo.

Esta planta es de fácil cultivo en los climas templados pudiéndose sembrar en grandes extensiones en nuestro país, hay otros muchos más granos que se utilizan como mezcla con el garbanzo, como por ejemplo: Sorgo, centeno, etc.. (13).

CUADRO No. 3.- ANALISIS BROMATOLOGICO DEL  
GARBANZO:

Proteína bruta .....	20.3%
Proteína digestible .....	17.5%
Grasa .....	4.3%
Fibra cruda .....	8.5%
Materia seca .....	90 %
PRINCIPIOS NUTRITIVOS	
Digestibles totales .....	78.1%
Extracto libre de nitrógeno .....	54 %
Materia mineral .....	2.9%
COMPONENTES MINERALES	
Calcio .....	---
Fósforo .....	---
Nitrógeno .....	3.24%
Potasio .....	---
CONTENIDO DE VITAMINAS	
Tiamina .....	0.8 Mg/Lb.
Riboflavina .....	0.4 Mg/Lb.
Niacina .....	17.6 Mg/Lb.

(17)

d) SUPLEMENTO CONCENTRADO COMERCIAL:

Los ingredientes que constituyen este concentrado son:

Harina de alfalfa, pasta de soya, pasta de ajonjolí, pasta de semilla de algodón, harina de carne, harina de pescado, mieles in - cristalizables, calcio, fósforo, vitaminas A, D, y B12, pantotenato de

calcio, niacina, riboflavina, colina, manganeso, zinc, potasio, hierro, cobre, cloruro de sodio, antioxidante (etoxiquin 100 grms/ton.).

CUADRO No. 4.- ANALISIS BROMATOLOGICO.

Proteína min. ....	38%	Humedad max. ....	10%
Fibra max. ....	12%	Cenizas max. ....	13%
Grasa min. ....	3%	Extracto libre de ni	
		trógeno .....	24%

e) ENZIMAS (producto enzimático comercial).

Elaboración.- Está elaborado por un proceso de fermentación primaria utilizando cultivos de microbios seleccionados de bacterias, levaduras y mohos.

Durante la fermentación con estos cultivos se origina una variedad de enzimas (amilasas, celulasas, proteasas) de factores de crecimiento no identificados de vitamina B-12, etc..

Este conjunto de sustancias bioquímicas actúan en el aparato digestivo de los cerdos, mejorando la transformación y asimilación de los componentes de los forrajes o concentrados.

Es su estado físico sólido, en estado seco, molido, de aspecto y composición uniforme, es compatible con premezclas vitamínicas y de minerales, así como con los antibióticos, arsenicales, nitrofuranos, hormonales, etc., usando en diversas raciones. (7).

El conjunto de enzimas y activadores presentes en el producto comercial, se encuentra estabilizado manteniendo como mínimo su actividad durante un año. Las enzimas en general representan la tendencia moderna como aditivos en la ración, con la finalidad de lograr una mayor producción de carne. (7)

CUADRO No. 5.- ANALISIS BROMATOLOGICO DEL PRODUCTO ENZIMATICO COMERCIAL.

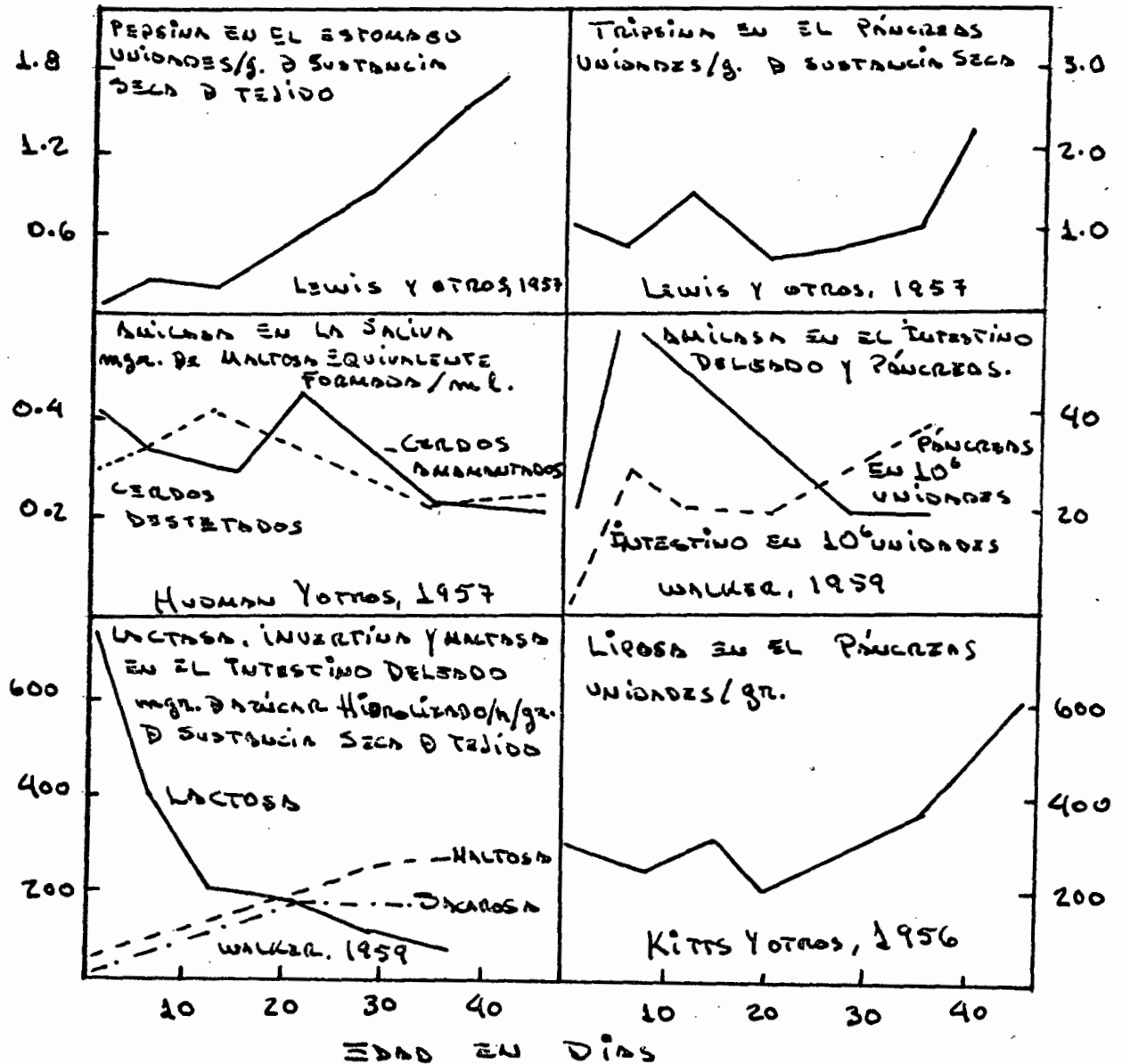
Humedad (máximo) .....	14.74%
Proteína cruda .....	8.32%
Grasa cruda (mínimo) .....	2.32%
Fibra cruda (máximo) .....	4.72%
E.L.N. (por diferencia) .....	16.12%
Actividad diastática, grados	
Lintner (mínimo) .....	11.52%
Vit. B-12 mg/kg (mínimo) ....	1.95

(7)

III. II- EFECTO DE SUPLEMENTACION DE ENZIMAS:

Durante las primeras semanas de la vida de un cerdo tienen lugar en el sistema enzimático cambios que afectan a la digestibilidad de los nutrientes del pienso, gran parte de los datos sobre estos cambios han sido tomados del estudio sobre la actividad enzimática de los tejidos de varios órganos (fig. 1)

FIG. (1).- ACTIVIDAD ENZIMATICA DE LA SALIVA, PANCREAS Y TEJIDO INTESTINAL: (15).



Estos resultados deben ser interpretados con cierta prudencia porque pudiera suceder que la secreción enzimática no fuera directamente proporcional a la concentración de la enzima en el tejido, y que por ejemplo, la cantidad de azúcar hidrolizada por hora y unidad de sustancia seca del intestino delgado no se correspondiera necesariamente con el grado de intensidad de la digestión. "In Vivo".

Recientemente Pekas, Hays, Thompson, Jones y Speer (Lowa, 1960) (15) citados por Morgan y Lewis, facilitaron -- más información sobre ésta materia según los resultados obtenidos en pruebas efectuadas siguiendo la técnica de drenaje-canular del conducto pancreático. Aún así el estudio de los tejidos proporciona una valiosa información cualitativa y comparativa tal y como se observa en el desarrollo gral. que -- muestra la figura No. 1. En ella puede apreciarse las variaciones que tienen lugar con la edad: pocas variaciones de la actividad de la tripsina durante el período que medía durante la tercera y cuarta semana en comparación con la actividad hallada en el páncreas al nacer (la fig. muestra un aumento de la actividad de la tripsina a partir de la cuarta semana de vida tras una ligera reducción inicial Hartman, Hays, Baker, Neagle y Catron (1961) citados por Morgan y Lewis, recientemente observaron un ligero incremento de la actividad al principio de la vida seguido de un aumento más rápido que empieza hacia la tercera semana). Un fuerte aumento en la actividad de la pepsina después de la tercer semana de vida, -- ya se sabe que la actividad de la pepsina es baja en el momento de nacimiento, un importante aumento de la actividad de la amilasa en el páncreas e intestino delgado durante los primeros días de vida, una rápida caída desde un alto nivel en el momento de nacimiento de la actividad de la lactosa en el intestino delgado; firme aumento de la actividad de la --



maltosa y de la invertina en el intestino delgado que es baja al nacimiento, y por último una firme actividad de la lipasa pancreática con un leve incremento después de la quinta semana de vida.

Todo esto sin embargo, no es sino un informe simplificado, pues un trabajo de Dahlquist (15) citado por Morgan y Lewis, en Suecia ha demostrado que el número de carbohidrasas existentes en el cerdo adulto es mayor de lo que anteriormente se creía. Recientemente (1961) (15) este mismo investigador informó de los resultados de nuevos experimentos en los que incluye cerdos recién nacidos. La tabla No. 1 - muestra que los cambios experimentados con la edad son más complejos de lo que indica la fig. (1) aunque la amplitud del cuadro sea la misma.

Hartman et. al. (1961) (15) citado por Morgan y Lewis, han descrito la evolución de la actividad de las enzimas digestivas tanto en cerdos amamantados como en cerdos destetados, después de una semana de vida si consideramos la medida de la actividad por gramo de tejido, el destete precoz de los cerdos reduce la actividad de la proteínasa y de la lipasa pancreática pero, no afecta la actividad de la lactosa intestinal y de la maltosa, invertina y amilasa pancreáticas, ni a la proteínasa gástrica sin embargo, el contenido de proteínasa del jugo gástrico fué mucho más bajo en los cerdos de destete precoz, que en los amamantados, ello pudiera deberse a una reducción provocada por la administración de una dieta de harina de soya desengrasada.

Se sugirió que las enzimas necesarias para la escisión de la proteína de la soya pudiera hallarse en cerdos de más edad, pero es posible que, la causa de no haber sido encontrados se deba a la utilización de métodos indicados para estudiar la digestión en cerdos jóvenes.

Cuadro (6)

ACTIVIDADES DE LA CARBOHIDRASA DE HOMOGENADOS DE INTESTINO DELGADO DE UN CERDO RECIEN NACIDO Y DE MUCOSA DE LA PARTE ANTERIOR DEL YEYUNO DE UN CERDO ADULTO (Dahlquist, 1961) (15).

	Actividad del homogenado, unidades/ml.	
	Recién nacido	adulto
Invertina.....	0	78
Maltasa I.....	0	55
Maltasa II.....	13	248
Maltasa III.....	7	66
Isomaltasa (total)...	0	30
Trehalasa.....	0	36
Fenil- -glucocidasa- (total).....	0.8	16
Lactasa.....	104	42
Celobiasa.....	30	13
Gentobiasa.....	1.8	0.7
Fenil- -glucocidasa.	24	2.1
Amilasa.....	26	1.800
Dextrinasa.....	0	2

Aunque las actividades están expresadas frecuentemente en unidad de peso de tejido secretor, el patrón pero no la actividad cuantitativa, es análogo aunque la actividad vaya expresada en unidad de peso del cuerpo.

La razón de esto indica que entre la primera y - quinta semana de vida no existen cambios apreciables en el peso del estómago, intestino delgado y páncreas con relación al peso del cuerpo (cuadro 8)

Sin embargo quizá fuera más significativo valorar los cambios de la actividad enzimática en relación con el --

alimento. Si consideramos primeramente la cantidad de alimento ingerido vemos en la cuadro (9) que el cambio en la actividad total de la lactasa no es paralelo con la cantidad ingerida mientras que después de la primera semana las variaciones proporcionales de la actividad de la invertina, maltasa y amilasa es igual o incluso mayor que las variaciones -- proporcionales experimentadas por el alimento ingerido. La cuadro (9) muestra así mismo el grado relativamente bajo de hidrólisis de alguno de los carbohidratos de la dieta durante los primeros días de vida.

No obstante el efecto de la baja actividad enzimática sobre la digestibilidad de un nutriente depende en parte del tiempo que éste permanezca en el tubo digestivo y de que el enzima esté o no saturado del nutriente que le sirve de sustrato, por tanto hay que tener en cuenta no solamente el alimento ingerido sino también la cantidad de nutriente presente en el alimento.

De todo esto se desprende que con los datos considerados hasta hora no está claro a que edad puede tener lugar la reducción de la gestibilidad. Por ejem. una pequeña cantidad de nutriente puede tener un alto coeficiente de digestibilidad, pero si se aumenta la cantidad hasta mas allá de la saturación enzimática, entonces el porcentaje digerido por unidad de tiempo disminuye.

Como los efectos de los cambios con la edad sobre la utilización del pienso en los sistemas enzimáticos digestivos, no se pueden describir por entero en unas cuantas gráficas como las mostradas en la fig. (a).

Se dan mas adelante datos adicionales sobre la digestión de algunos nutrientes.

CUADRO (7)

SUBSTANCIA SECA TOTAL DE ALGUNOS ORGANOS, EXPRESADA EN TANTO POR CIENTO DEL PESO TOTAL DEL CUERPO (SEGUN DATOS DE WALKER, 1958) (15).

Edad en días.	Peso total del cuerpo grs.	Sustancia seca total de órganos en % del peso total del cuerpo.			
		Estómago	Páncreas	Intestino	Delgado
1	890	0.08	0.02		0.5
7	1.575	0.10	0.04		0.7
14	2.495	0.13	0.03		0.8
21	3.965	0.12	0.03		0.7
28	5.938	0.12	0.03		0.7
35	11.094	0.12	0.03		0.7

CUADRO (8)

CAMBIOS PROPORCIONALES CON LA EDAD EN LA CANTIDAD DE ALIMENTO INGERIDO Y CANTIDAD DE CARBOHIDRATOS HIDROLIZADOS POR LAS ENZIMAS DIGESTIVAS, POR CERDO Y POR HORA (cada variante está expresada en relación a 100 y a la edad de una semana) (15).

	EDAD EN SEMANAS					
	0	1	2	3	4	5
Lactasa	87	100	90	112	94	110
Invertina	9	100	522	928	1.304	1.724
Maltasa	19	100	279	600	1.164	1.607
Amilasa pancreática	3	100	128	200	396	638
Amilasa del intestino delgado.	9	100	130	140	120	150
Cantidad sólida ingerida por cerdos - destetados al día(*)		100	183	297	408	454

(\*) Las variaciones en la ingestión de alimento es tá calculada partiendo de los datos de Weybrew, Stewart, Matrone y Peterson (1949) (15)

#### DIGESTION DE LAS PROTEINAS:

En el estómago de los lechones jóvenes la leche no forma un coágulo duro; este tipo de coágulo se forma en cerdos de dos a tres semanas y de nuevo se ablanda hasta dispersarse hacia los 30 días de edad (Braude, Dollar, Witchell y Portes 1958, Walker, 1959) (15) citados por Morgan y Lewis.

El que la leche se coagule puede ser debido a la secreción de cuajo (Kuasnitskii y Keena, 1940; Asplund, 1960) (15) citados por Morgan y Lewis, y quizá mejore la digestibilidad de la proteína.

La digestión de las proteínas (incluso anticuerpos) que se absorben durante los primeros días de la vida puede ser obstaculizada por la acción de un principio inhibidor de la tripsina, presenta un alto nivel en el calostro (Lasowski, Kasell y Hagerty) (1957(; Hebdom, 1958) (15) citados por Morgan y Lewis, Sin embargo durante las dos o tres semanas siguientes la tripsina parece ser la principal enzima proteolítica. La pepsina es secretada en pequeñas cantidades, pero solamente es activada en un P.H. de 2 a 4 y la secreción del ácido clorhídrico necesaria para producir esa acidez, no tiene lugar hasta los 30 a 35 días de edad, si bien puede presentarse antes cuando se dan cereales en la ración (Kuastniskii y Bakeeva, 1948; Starovojtov, 1956) (15) citados por Morgan y Lewis, después de unas 4 semanas de edad aumenta en importancia el papel de la pepsina.

La digestibilidad aparente de la proteína de la le che de cerda es de un 98% (Livingstone, et.al. 1960) (15) citados por Morgan y Lewis. La proteína de la leche de vaca, -

administrada en una proporción del 30% aprox. de la sustancia seca de la dieta, es del 95 al 99% y la digestibilidad aparente de la proteína, de la harina de pescado, administrada en la proporción del 35% de la sustancia seca de la dieta es poco mas o menos del 92% (Cunningham y Brisson 1955, 1957, Maner, Pond y Lowrey, 1959) (15) citados por Morgan y Lewis. Estos coeficientes se refieren a cerdos de 5 días a 5 semanas de edad y existe un ligero aumento de los mismos con la edad. La digestibilidad de la proteína de soya es mas baja pero aumenta con la edad. Hays, Speer, Hartman y Catron - - (1959) (15) citados por Morgan y Lewis, dieron coeficientes del 78 y 82% para las edades de dos a 5 semanas. La digestibilidad protéica de la mezcla de cereal, leche, soya y harina de carne y pescado en dietas secas, aumenta en unas 3 a 9 unidades % entre la tercera y la séptima semana de edad - - (Lloyd Crampton y Mac Kay, 1957; Lloyd y Crampton, 1958)(15) citados por Morgan y Lewis.

#### DIGESTION DEL ALMIDON:

Cuantitativamente considerada y expresada en unidad de peso de cuerpo, la actividad de la amilasa del intestino delgado es en el momento del nacimiento aprox. un séptimo de la actividad de la amilasa pancreática. A los 35 días de edad la proporción es de una centésima (Walker, 1959) (15) citado por Morgan y Lewis. Como el peso del intestino delgado es de más de 20 superior al del páncreas, la diferencia entre ambas actividades, por gramo de sustancia seca de tejido, es también unas 20 veces mayor. Walker, (1959) (15) citado por Morgan y Lewis, sugirió que los lechones poseen en cualquier edad suficiente amilasa para digerir la cantidad de almidón que puede ser incluida en una dieta sintética. El exámen de la digestión de carbohidratos administrados por el tubo digestivo mostró que lo anterior quizá sea verdad en el caso del almidón soluble del maíz (cuadro 9), sin embargo hasta que el cerdo no tiene mas de 4 semanas de edad, no puede-

romperse de manera eficiente el grano del almidón bruto de maiz.

También se ha pensado que una carencia de maltosa al principio de la vida, pudiese dificultar la completa digestión del almidón.

En un experimento llevado a cabo con cerdos alimentados "ad libitum" y en cuya dieta el almidón alcanzaba el 50% de la sustancia seca, se observó que la digestibilidad -- llegaba al 98%. Esto prueba que aceptar los coeficientes de digestibilidad como índice de la actividad enzimática es incurrir en una falta de rigor. La cantidad de alimento ingerido fué menor, y según el autor parece ser que los cerdos recién nacidos comen menos cuando la dieta contiene almidón no ingiriendo mas del que pueden digerir (Cunningham, 1959) (15) citado por Morgan y Lewis.

El almidón de las papas cocidas no se digiere hasta los 13 a 17 días de edad (Braude, Dollar, Mitchell y Porter, 1958) (15) y el de la papa cruda no es afectada por las enzimas del tubo digestivo pero puede ser desdoblada por bacterias en el ciego cuando se trata de animales mayores (Baker, Nasr, Morrice y Bruce, 1950) (15) citados por Morgan y Lewis.

#### CUADRO (9)

DIGESTIBILIDAD DE LOS CARBOHIDRATOS DADOS POR EL TUBO DIGESTIVO (Cunningham, 1959) (15)

Carbohidrato (1)	edad del cerdo, días	digestibilidad (2)%	Cantidad digerida por kg.- de peso vivo/ hora (2)
Glucosa	al nacer	87	grs. 1.41
	15	97	1.60
	25	98	1.59
Maltosa	al nacer	86	1.39
	15	84	1.37
	25	89	1.45
Almidón soluble(3)	al nacer	83	1.08
	15	64	0.96
	25	76	1.14
Almidón crudo	al nacer	25	0.35
	15	32	0.44
	25	48	0.68

- 1.- Cerdos a los que se les administró 65 ml por kg. de peso vivo de una dieta líquida que contenía 10 grs. de -- carbohidrato por ml.
- 2.- Cerdos sacrificados 4 horas después de haberles administrado carbohidratos: se sacó el contenido del tracto intestinal que fué lavado y analizado.
- 3.- Fué preparado mezclando almidón de maíz en una mezcladora hobart con ácido clorhídrico 0.15 N. después se extendió en batea plana en un espesor de 3.17 ml. y se calentó a 150°C hasta que los gránulos de almidón perdieron su birrefringencia bajo la luz polarizada (unos 15- a 20 min. corrientemente).



## DIGESTION DE AZUCARES:

La glucosa inyectada a los lechones permite una rápida recuperación del coma-hipoglucémico (Sampson, Hester y Graham, 1942) (Hanawalt, y Sampson, 1947; Newton y Sampson, 1951) (15) citados por Morgan y Lewis, y administrada a cerdos de un día en la proporción del 56% de la dieta da como resultado un nivel de crecimiento satisfactorio (Dollar, Mitchell y Porter, 1957) (15) citados por Morgan y Lewis, a los dos o cuatro días de edad, los cerdos pueden utilizar la lactosa de la dieta (Dollar et.al. 1957) (15) citados por Morgan y Lewis, como puede deducirse de la alta actividad de la lactosa intestinal (Fig. 1)

Este azúcar es un buen componente dietético entre la primera y quinta semana de edad (Hudman, Speer, Ashton, y Catron, 1955; Becker, Ullrey y Terril, 1954) (15) citados -- por Morgan y Lewis, pero al llegar a los 18.140 de peso vivo si la dieta tiene el 50% de lactosa, se reduce la ingestión de alimentos y el nivel de crecimiento, probablemente porque la actividad de la lactosa a bajado (Becker, y Terril, 1954). (15) citados por Morgan y Lewis.

Mas tarde se recupera la capacidad de utilización de la lactosa, como puede verse por el crecimiento satisfactorio que se tiene con dietas a base de sueros de quesería.

La actividad de la maltosa solamente limita la digestión de la maltosa durante el primero y quinto día de vida pues, si bien cerdos de dos a cuatro días que tomaron maltosa (Dollar et.al. 1957) (15) citados por Morgan y Lewis, mostraron poca cantidad de azúcares reductores en sangre, a los que se les administraron dietas con el 58% de maltosa entre los cinco y los 78 días de edad presentaron niveles de crecimiento similares (Brandt, Dollar, Mitchell y Porter, -- 1958) (15) citados por Morgan y Lewis.

El fallo de los cerdos muy jóvenes para utilizar la sacarosa está originado aparentemente por la incapacidad para hidrolizarla en fructuosa y glucosa, pero aunque la hidrólisis fuese posible la incapacidad para metabolizarla (fructuosa) restringir a el crecimiento (Johnson, 1949; Becker, Ullrey, Terril y Notzold, 1954) (15) citados por Morgan y Lewis, en un experimento para estudiar la capacidad de utilización de la sacarosa se observó que hacia los 7 días de edad el 60% de los cerdos eran capaces de utilizar el 57% de la sacarosa de la dieta (Becker, et.al. 1954) (15) citados por Morgan y Lewis, y en otros experimentos los cerdos crecieron bien con el 10 al 35% de sacarosa en la dieta, dados a los 7 a 10 días y a los 18.140 kg. de peso vivo respectivamente (Lewis, catron, Combs y Ashton y Culbertson, 1955. Human y otros, 1955, Diaz, Speer, Ashton, Liu y Catron, 1956, Smith y Lucas, 1956. (15) citados por Morgan y Lewis.

#### DIGESTION DE LAS GRASAS.

Si se emulsionan los lípidos hasta lograr una partícula de un diámetro menor de 0.5 micras, pueden ser absorbidas a través de los vasos linfáticos pero el único sistema capaz de proporcionar la emulsión espontánea a un P.H. de intervalo suficientemente amplio es el que constituye un monoglicerido con una sal biliar y un ácido graso (Kitts et.al. 1956) (15) citados por Morgan y Lewis, de esta manera la carencia de bilis podría limitar la absorción, y Loyd et.al. (15) citados por Morgan y Lewis en 1957 sugirieron que una secreción biliar mas abundante puede ser la responsable del aumento encontrado en la digestibilidad de las grasas al aumentar la edad. Walker (1959) (15) citados por Morgan y Lewis demostró que el volúmen de bilis era pequeño en los lechones y que aumentaba, aunque lentamente, durante las tres primeras semanas de vida. Al llegar a unos 6.700 kg. de peso vivo hubo un aumento agudo en dicho volúmen, que no parece estar directamente relacionado con el normal aumento del peso-

vivo. Recientemente sin embargo Hartman, Hays, Kaker, Neagley y Catron, 1961 (15) citados por Morgan y Lewis, sugirieron que el cambio de la digestibilidad de la grasa relacionada con la edad pudiera deberse a una inicial reducción y a un posterior aumento en la actividad de la lipasa pancreática observando tras el destete precoz.

La relación inversa lateralmente significativa, -- existente entre el peso medio molecular de los ácidos grasos integrantes de una grasa y su digestibilidad en cerdos de -- unas tres semanas de edad (Lloyd y Crampton, 1957) (15) citados por Morgan y Lewis, pudiera indicar la presencia de una lipasa en el estómago tal y como se presenta en los niños. -- Esta lipasa dejaría en libertad mas fácilmente los ácidos de cadena corta de combinación triglicérida que los de cadena -- larga (Schonheyder y Volquartz, 1946) (15) citados por Morgan y Lewis.

Relacionando resultados y experimentos se observa que una cantidad extra de grasa, en una proporción del 11 al 17% puede ser digerida mejor en dietas líquidas que en mezclas de harinas (Cunningham, y Brisson, 1955-57; Lloyd et al. 1957; Lloyd y Crampton 1957) (15) citados por Morgan y Lewis, ello pudiera deberse a una mayor homogenización de las dietas líquidas, dando lugar a partículas mas pequeñas que -- pueden ser absorbidas directamente y ofrecen a la acción enzimática una mayor superficie. (15)

Recientes trabajos (11) de la estación de Iowa -- (1957) han puesto de manifiesto que los lechones recién nacidos parecen no tener totalmente desarrollados los sistemas -- enzimáticos para el desdoblamiento de las proteínas y los -- carbohidratos.

Observaron que las dietas con proteínas de soya no van bien para los cerdos que tienen de una a cinco semanas --

de edad. Sin embargo tales dietas eran adecuadas para los -- animales de cinco a ocho semanas por ello supieron que los - cerdos de menos de cinco semanas podrían estar faltos de en- zimas proteolíticas para digerir la proteína de soya. Por -- otra parte comprobaron que los cerdos destetados en edad tem- prana se desarrollaban perfectamente con dietas ricas en pro- teínas lacteas tanto antes como después de cinco semanas.

Esto demuestra que aparentemente el sistema enzimá- tico digestivo de los lechoncitos es mucho menos capaz de -- desdoblar durante las primeras cinco semanas de vida la pro- teína de la leche de soya.

Posteriormente pudieron comprobar que la adición - de una enzima (Pepsina ó Pancreática) a las dietas de soya - mejoraba la intensidad de crecimiento (Aunque no la eficien- cia alimenticia) acercándolo a la de la dieta con proteínas- de leche, siendo en ambas la lactosa el principal Hidrato de Carbono.

Esta insuficiencia de las enzimas proteolíticas en los lechones fué confirmada por el estudio de glándulas se- cretoras de los lechones. Hermanos de camada desde el naci- miento hasta las siete semanas, realizado a intervalos conse- cutivos de una semana.

Los cerdos recién nacidos secretan muy poca ó nin- guna Pepsina, según lo demuestran los ensayos realizados en- su mucosa intestinal.

La actividad Pepsica sin embargo aumenta gradual- mente hasta las siete semanas. Los ensayos del páncreas indi- can que el nacimiento existe suficiente Tripsina, pero sin - embargo los recién nacidos son muy pobres en Amilasa pancreá- tica aunque se incrementa rápidamente con la edad, alcanzan- do un máximo aproximadamente a las cuatro semanas.

Se ha comprobado la insuficiencia de ciertas enzimas en los lechones, encontrando que la Amilasa pancreática (enzima que desdobra los Carbohidratos) expresada en unidades de peso de la glándula es despreciable en los lechones recién nacidos, la actividad Amilolítica se incrementa de un modo bastante marcado hasta los 37 días de edad. Los datos obtenidos sugieren que la producción de Amilasa experimenta un incremento considerable a los 21 días alrededor de la cuarta semana de vida también se pudo comprobar que la actividad Lipolítica (fermentos que desdoblan las grasas) es alta en el recién nacido manteniéndose en el transcurso de la vida..

Se encontró que durante los primeros días de la vida se produce bastante Lactasa (enzima que desdobra la Lactosa) pero poca sacarasa y Maltasa (respectivamente). La Lactasa alcanza un máximo hacia las tres semanas de vida, después declinará rápidamente hasta alcanzar un nivel mínimo a las cuatro o cinco semanas. La Sacarasa y la Maltasa sin embargo aumentan constantemente; desde niveles despreciables al nacimiento hasta niveles apreciables en una ó dos semanas.

Estos hallazgos explicarían la razón por la cual los lechones muy jóvenes son incapaces de utilizar la sacarosa, pero pueden utilizar la Lactosa. La ausencia de Sacarasa en el intestino de los lechoncitos podría explicar la causa de los investigadores para crear dietas adecuadas en sustitución de la leche utilizando la sacarosa para los lechones de pocos días. Por otra parte la disminución rápida de Lactasa en los animales. Estos estudios indican que tienen lugar cambios importantes en las enzimas digestivas durante la fase inicial del crecimiento del cerdo. Estos cambios enzimáticos afectan a la conveniencia de los diversos Carbohidratos y proteínas para los lechones en el período que sirve al nacimiento. Las consecuencias de estos estudios pueden tener mayor alcance de lo que puede probarse en la actualidad. (11)

Se ha demostrado que el cerdo carece durante las primeras semanas de su vida de algunas enzimas que actúan sobre los Hidratos de Carbono y Proteínas. Los conocimientos actuales no indican la precisión de adicionar enzimas a las raciones destinadas a cerdos destetados con cinco a seis semanas ó mayores más aún se han destetado con éxito cerdos de dos a tres semanas sin suplementar enzimas. Los cerdos destetados con menos de dos semanas de edad pueden beneficiarse de la acción de las enzimas especialmente cuando consumen alimentos sustitutivos de la leche. (5)

Cuca y Pino (1967) (10) Efectuaron experimentos para determinar el efecto de la suplementación de enzimas comerciales en el crecimiento y eficiencia alimenticia de pollitos y pavitos utilizando dietas que contenían Cebada, como fuente de energía.

Pollitos alimentados con dietas conteniendo Cebada respondieron favorablemente a la suplementación de enzimas, no observandose diferencia entre los dos tipos de enzimas empleadas.

Encontraron que cuando a dietas a base de cebada se le adicionó enzimas, no hubo efecto benéfico en el crecimiento de los pavitos.

La eficiencia alimenticia en pollos y pavitos fué mejor en las dietas suplementadas con enzimas que en las que no se suplementaron; sin embargo, fué superior en las dietas a base de maíz. (10)

Pond, et. al. (1971) (18), efectuó un experimento con un total de 72 lechones de 2 ó 3 días de nacidos, para observar el desenvolvimiento de las enzimas pancreáticas, y el origen del efecto de una dieta proteínica sobre la actividad química tripsinógeno, tripsina, amilasa y lipasa.

aceite de coco, resultó con una depresión marcada en la conversión de glucosa U-<sup>14</sup>C dentro de los ácidos grasos.

Las actividades de la enzima malica y el citrato - desdoblador de enzimas, también tubo depresión en tejidos -- adiposos homogéneos de cerdos alimentados con una dieta conteniendo 10% de grasa no importando cual sea su origen.

Resultados de estudios, sugieren que un alto contenido de linoleate en la dieta grasosa, no es un requisito para la inhibición de ácidos grasos sintetizados en tejidos -- adiposos del cerdo.

Por eso, parece que el cerdo es similar a la rata - en todos estos alimentos grasos saturados o no-saturados, e igual en la efectividad de inhibición de la síntesis de los-triglicéridos(ácidos grasos). (1).

(6) (1957).- El efecto de suplementar enzimas proteolíticas en la digestibilidad de la harina de pescado y -- proteína de frijo soya, fué comprobado en Canadá (1957) (6)- en 31 lechones recién nacidos. Las enzimas alimenticias no - tuvieron el efecto sobre las ratas (su crecimiento), ó en la digestibilidad de cualquier proteína de planta o animal. Cuando las proteínas de frijol soya han sido pre-digeridas por - 24 horas con pepsina, se dan a los lechones con dos días de nacidos, a 8 puercos se les desarrolló una severa diarrea y - estos murieron en un lapso de 7 días. (6).

## IV.- M A T E R I A L E S Y M E T O D O S .

Este trabajo se realizó a 69 Km. al Sur de Guadalajara en una granja localizada en el Municipio de Tototlán -- Jal, a medio Km. de la población del mismo nombre, propiedad de los señores Oswaldo y Juan Manuel Sáinz.

Se utilizaron doce lechones recién destetados con dos meses de edad y un peso promedio de 17.666 Kg. para el Lote de animales # 1 y de 16.166 Kg. para el Lote # 2, siendo ocho lechones de raza Hampshire y cuatro de la raza Yorkshire distribuidos de la siguiente manera:

CUADRO # 10  
DISTRIBUCION A RAZAS Y TRATAMIENTOS.

RAZA	LOTE # 1	LOTE # 2
HAMPSHIRE	6	2
YORKSHIRE	-	4
TOTAL DE CERDOS	6	6

El lote # 1, fué el testigo y el lote # 2 fué el - el tratado.

El experimento se inició el día 2 de Abril de 1974 y se finalizó el día 15 de Noviembre del mismo año, teniendo una duración de 227 días.

El tratamiento consistió en suplementar al lote #2 en su ración con cuatro Kg. de producto enzimático comercial por tonelada de alimento desde el destete y hasta el peso de 60 Kg. de promedio por animal. A partir del peso antes mencionado (60 Kg.) hasta el peso de mercado, se aumentó la dosis de producto enzimático comercial a 6 Kg. por tonelada de-



alimento.

Las raciones para los dos lotes estuvo compuesta -  
como sigue:

CUADRO # 11

R A C I O N    SUMINISTRADA AL LOTE # 1 (Testigo)

Ingredientes	%
Maíz	40
Sorgo	40
Garbanzo	10
Concentrado	
Comercial	10

CUADRO # 12

R A C I O N    SUMINISTRADA AL LOTE # 2 (Tratado)

Ingredientes	%
Maíz	40
Sorgo	40
Garbanzo	9.5
Concentrado Comercial	10
Pdcto.enzimático comercial	.5

Los ingredientes (sorgo, maíz y garbanzo) para com-  
poner la ración, fueron previamente molidos. La alimentación-

fué a mano con el alimento humedecido en agua, revolviéndose primero a pala y luego remojándose, se hicieron pesadas de - ambos grupos alrededor de cada mes para determinar aumentos de peso.

Los animales al adquirirse ya se les había vacunado contra el cólera, spticemia, etc. Se les inyectó hierro y se les desparasitó en dos ocasiones.

El diseño experimental fué; Parcelas apareadas y - los resultados fueron analizados estadísticamente por el método de STUDENT. Las variables que se determinaron fueron; - aumentos de peso, eficiencia alimenticia y costo por Kg.

PESADAS EFECTUADAS DEL 2 DE ABRIL AL 15 DE NOVIEMBRE.

CUADRO # 13

1er. pesada. 2 de abril/74.

RAZA	No. del cerdo	Lote 1	RAZA	No. de Cerdos.	Lote II
Hampshire	1	19.00 kg.	Yorkshire	1	17.300 Kg
Hampshire	2	18.300 Kg.	Hampshire	2	16.300 Kg
Hampshire	3	17.800 Kg.	Yorkshire	3	16.300 Kg
Hampshire	4	17.800 Kg.	Yorkshire	4	16.300 Kg
Hampshire	5	16.800 Kg.	Hampshire	5	16.300 Kg
Hampshire	6	16.300 Kg.	Yorkshire	6	14.400 Kg
	TOTAL:	106.000 Kg.		TOTAL:	96.900 Kg
	INDIVIDUAL:	17.666 Kg.		INDIVIDUAL:	16.166 Kg

2da. pesada 5 de mayo/74

CUADRO # 14

Raza	No.cerdo	Lote 1	Raza	No.Cerdo	Lote 2
Hampshire	1	32.00 Kg.	Yorkshire	1	26.00 Kg.
"	2	28.400 "	Hampshire	2	25.900 "
"	3	26.000 "	Yorkshire	3	24.500 "
"	4	25.100 "	"	4	23.400 "
"	5	24.700 "	Hampshire	5	23.100 "
"	6	24.500 "	Yorkshire	6	21.900 "

TOTAL = 160.600Kg.                      TOTAL = 144.800Kg.  
INDIVIDUAL = 26.766Kg.                      INDIVIDUAL = 24.133Kg.

3ra pesada 15 de Junio/74

CUADRO # 15

Raza	No. cerdo	Lote I	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	1	47.00 Kg.	Yorkshire	1	37.00 Kg.
"	2	41.00 "	Hampshire	2	35.00 "
"	3	39.00 "	Yorkshire	3	35.00 "
"	4	39.00 "	"	4	35.00 "
"	5	36.00 "	Hampshire	5	34.00 "
"	6	35.00 "	Yorkshire	6	25.00 "

TOTAL = 237.00 Kg.                      TOTAL = 201.00 Kg.  
INDIVIDUAL = 39.5 Kg.                      INDIVIDUAL = 33.50 Kg.

4a. pesada 14 de Julio/74

CUADRO # 16

Raza	No. cerdo	Lote 1	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	1	62.00 Kg.	Yorkshire	1	47.00 Kg.

cont. del cuadro # 16

Raza	No.cerdo	Lote 1	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	2	55.00 Kg.	Hampshire	2	46.00 Kg.
"	3	50.00 "	Yorkshire	3	45.00 "
"	4	48.00 "	"	4	42.00 "
"	5	55.00 "	Hampshire	5	42.00 "
"	6	55.00 "	Yorkshire	6	36.00 "

TOTAL= 305.00 Kg.                      TOTAL= 258.00 Kg.  
INDIVIDUAL= 50.00 Kg.                      INDIVIDUAL= 43.00 Kg.

5a. pesada 7 de Agosto/74.

CUADRO # 17

Raza	No.cerdo	Lote 1	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	1	70.00 Kg.	Yorkshire	1	69.00 Kg.
"	2	70.00 "	Hampshire	2	66.00 "
"	3	65.00 "	Yorkshire	3	62.00 "
"	4	59.00 "	"	4	61.00 "
"	5	56.00 "	Hampshire	5	50.00 "
"	6	55.00 "	Yorkshire	6	50.00 "

TOTAL= 375.00 Kg.                      TOTAL= 358.00 Kg.  
INDIVIDUAL= 62.5 Kg.                      INDIVIDUAL= 59.6 Kg.

6a. pesada 13 de Septiembre/74

CUADRO # 18

Raza	No.cerdo	Lote 1	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	1	85.300 Kg.	Yorkshire	1	86.00 Kg.
"	2	85.00 "	Hamsphire	2	83.40 "
"	3	80.5 "	Yorkshire	3	79.10 "
"	4	74.7 "	"	4	78.30 "
"	5	71.00 "	Hampshire	5	67.40 "

## Cont. del cuadro # 18

Raza	No.cerdo	Lote 1	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	6	70.00 Kg	Yorkshire	6	67.00 Kg

TOTAL= 466.5 Kg. TOTAL= 461.20 Kg  
 INDIVIDUAL= 77.75 Kg. INDIVIDUAL= 76.86 Kg

## 7a.. pesada 20 de Octubre/74

## CUADRO # 19

Raza	No.cerdo	Lote 1	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	1	119.00 Kg	Yorkshire	1	112.00 Kg.
"	2	101.00 "	Hampshire	2	110.00 "
"	3	95.00 "	Yorkshire	3	94.00 "
"	4	95.00 "	"	4	90.00 "
"	5	75.00 "	Hampshire	5	89.00 "
"	6	74.00 "	Yorkshire	6	70.00 "

TOTAL= 559.00 Kg. TOTAL= 565.00 Kg.  
 INDIVIDUAL= 93.10 Kg. INDIVIDUAL= 94.16 Kg.

## 8a.. pesada. 15 de Noviembre/74

## CUADRO # 20

Raza	No.cerdo	Lote 1	Raza	No.cerdo	Lote 2
Hampshire	1	144.20 Kg.	Yorkshire	1	143.50 Kg
"	2	134.80 "	Hampshire	2	137.00 "
"	3	119.50 "	Yorkshire	3	118.00 "
"	4	112.00 "	"	4	117.00 "
"	5	95.50 "	Hampshire	5	107.00 "
"	6	94.00 "	Yorkshire	6	92.50 "

TOTAL= 700.00 Kg. TOTAL= 715.00 Kg  
 INDIVIDUAL= 116.60 Kg. INDIVIDUAL= 119.10 Kg

CUADRO (21)

	TESTIGO # 1	TRATADOS # 2
No. de Animales	6	6
Duración del Experimento	227 días	227 días.
Peso Inicial Total	106 Kgs.	96.900 Kgs.
Peso Final Total	700 Kgs.	715.00 Kgs.
Peso Inicial Individual	17.666 Kgs.	16.166 Kgs.
Peso Final Individual	116.6 Kgs.	119.1 Kgs.
Ganancia Total (Kgs.)	594 Kgs.	618.100 Kgs.
Ganancia Individual Promedio (Kgs).	98.934 Kgs.	102.934 Kgs.
Aumento Diario/Animal	0.435 Kgs.	0.456 Kgs.
Consumo de Alimento diario/Animal.	1.696 Kgs.	1.696 Kgs.
Consumo de Alimento individual Promedio (Kgs)	385 Kgs.	385 Kgs.
Consumo de Alimento Total (Kgs).	2310 Kgs.	2310 Kgs.
Conversión Alimenticia	3.891:1	3.740:1
Costo/Kg. de Alimento	\$ 1.93	\$ 1.94
Costo/kg. de Aumento	\$ 7.60	\$ 7.35

CUADRO # (22)

COSTO POR KG. DE ALIMENTO (Para el lote # 1)

INGREDIENTE	PRECIO/KG.	% EN LA RACION	COSTO/KG. RACION ING.
Maíz	\$ 1.60	40	\$ .64
Sorgo	" 1.45	40	" .58
Garbanzo	" 2.60	10	" .26
Concentrado	" 4.50	10	" .45

Costo por kg. de ración= \$ 1.93

## CUADRO # 23

COSTO POR KG. DE ALIMENTO (Para el lote 2)

INGREDIENTE	PRECIO/KG.	% EN LA RACION	COSTO POR KG. /RACION INGRE.
Maíz	\$ 1.60	40	\$ .64
Sorgo	" 1.45	40	" .58
Garbanzo	" 2.60	9.5	" .24
Concentrado	" 4.50	10	" .45
Producto enzimá- tico comercial	" 6.25	.5	" .03
Costo por kg. de ración:			\$ 1.94

Diseño experimental empleado; Parcelas Apareadas.

CUADRO # 24

Análisis estadístico de los resultados (por el método de Student).

No. del cerdo	Peso lote I	Peso lote II	dif. x	dev. $\bar{x}$	$d^2$
1	144	143.5	-0.5	-3.16	9.9856
2	134	137	+3	.34	.1156
3	119.5	118	-1.5	-4.16	17.3056
4	112	117	+5.	2.34	5.4756
5	95.5	107	+11.5	8.84	78.1456
6	94	92.5	-1.5	-4.16	17.3056

$$\Sigma = \frac{16}{6} \quad \Sigma = 0.0 \quad \Sigma = 128.3336$$

Fórmulas:

$$d = x - \bar{x}$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

$$V = \sqrt{\frac{d^2}{n-1}}$$

$$E P_m = \frac{V}{\sqrt{n}}$$

Resultados:

$$\bar{x} = 2.66$$

$$V = 5.066$$

$$E P_m = 2.07$$

$$t = 5.32197$$

Multiplicando 2.07 x 2.571 valor de t con 5 grados de libertad y al 5% - (2.571 esto es igual a t=5.32197)



## V.-R E S U L T A D O S   E X P E R I M E N T A L E S .

Los resultados experimentales obtenidos en el trabajo con seis lechones testigos y seis tratados (consistiendo el tratamiento en adicionar enzimas comerciales a la ración y con una duración de 227 días) fueron: que habiendo -- iniciado el lote I con un peso total de 106 Kgs. e indivi--- dual de 17.66 Kgs. y el lote II ó tratado con un peso total de 96.900 Kgs. e individual de 16.166 Kgs. observándose una diferencia de 9.100 Kgs. total y de 1.500 Kgs. individual, - del lote II con respecto al lote I. Al finalizar el experi-- mento se registraron ganancias totales de 594 Kgs. para el - lote I y 618.100 Kgs. para el lote II, siendo la ganancia in-- dividual promedio de 98.934 Kgs. para el lote I y 102.934 -- Kgs. para el lote II, con un aumento diario de 0.435 Kgs. pa-- ra el Lote I y 0.456 Kgs. para el Lote II.!

Los registros de consumo nos indican que ambos lotes tuvieron igual consumo de alimento diario por animal que fué igual a 1.696 Kgs. y para alcanzar el peso final consumieron 385 Kgs. por animal, en los dos lotes y 2310 Kgs. de consumo total por lote siendo igual en ambos.

Se obtuvo una conversión alimenticia de 3.891 Kgs. I para el lote I y 3.740 Kgs. I para el lote II.

El costo por kilo de alimento para el lote I fué - de \$ 1.93 y para el lote II \$ 1.97 y hacer un kilo de carne costó \$ 7.60 (ver tabla 22).

La diferencia desde el punto de visto económico fa-- voreció al lote II con \$ 125.19 en total.

## VI.- DISCUSION.

Como el producto obtenido es mayor por lo menos dos veces que el promedio de las diferencias, se observa -- que los resultados obtenidos con los tratamientos No. I y II, no son significativamente distintos:

( $t_c > \bar{x}$  puesto que  $t_c = 5.32197$  y  $\bar{x} = 2.66$ )

Aunque los animales del tratamiento No. II tuvieron un peso menor al inicio del experimento y resultaron -- con un sobrepeso global sobre el lote No. I de 15 Kg., la ganancia económica del lote No. II, contra el lote No. I es de \$125.19.

## VII.- CONCLUSIONES.

De acuerdo con los datos obtenidos y en las condiciones en que se llevó a cabo el Estudio; se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- El crecimiento de los cerdos y el tiempo necesario para alcanzar el peso de mercado de peso vivo, fué comparable en las dos raciones.
- 2.- El consumo de alimento fué el mismo para los dos lotes.
- 3.- El costo de producción fué inferior con las raciones suplementarias con el producto enzimático comercial.

De lo anterior se desprende que aunque la diferencia desde el punto de vista económico es poco considerable favoreciendo al lote tratado contra el lote testigo, cabe la posibilidad de utilizar favorablemente, el producto enzimático comercial como aditivo en la ración.

## VIII.- RESUMEN.

En una granja situada a 69 Kms. al sur de Guadalajara en el poblado de Tototlán, Jal., y propiedad de los señores Oswaldo y Juan Manuel Saíñz, se llevó a cabo un estudio para determinar el efecto de la suplementación de enzimas en el crecimiento y eficiencia alimenticia de cerdos -- desde el destete y hasta el peso del mercado, utilizando -- dietas que contenían sorgo, maíz y garbanzo como fuentes de energía, y un suplemento concentrado comercial como fuente de protefina y elemento mineral.

En el grupo de cerdos alimentados con dieta suplementados con enzimas, se observó una mejor eficiencia alimenticia (3.740:1) comparativamente con los cerdos que no - recibieron enzimas en su ración (3:891.1), aunque se debe - señalar que esta diferencia no es altamente significativa - al 5% es igual a 5.32197 desde el punto de vista estadístico.

La diferencia en el costo por Kg. de alimento es - también de poca consideración (\$1.93 por Kg. para el lote I vs. \$1.94 para el lote II).

## RECOMENDACIONES.

Se recomienda seguir probando enzimas en raciones que contengan otros ingredientes y con diferentes dosis de - las mismas en la ración.

## IX.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ALLE G.L. et. al. - 1972.- Lipogénesis and enzymatic activity in pig adipose tissue as influenced by source of dietary fat - Journal of animal science - vol. 35 - No. 1 - Pag. 41, 44, U.S.A.
- 2.- ANONIMO 1962, - cerdos, manual No. 2, sección D. Fomento pecuario y zootecnia - Bogotá Colombia - Pag.- 40, 44.
- 3.- ANONIMO - 1971, - Censo General de Población - Secretaría de Industria y Comercio - Dirección General de Estadística.
- 4.- ANONIMO 1968 - Determinación del valor nutricional -- del garbanzo para cerdos en desarrollo y engorda - -- P.L.A.T. - Departamento Pecuario - Pag. 1, 4
- 5.- ANONIMO 1960 - Enzimas, tranquilizantes y hormonas -- Alimentación del cerdo - Boletín - Universidad de la Habana - Pag. 39 - Cuba.
- 6.- ANONIMO - 1957 - Feding enzymes to baby pigs - Journal of the american veterinary medical association -- Vol. 33 - No. 6 - Pág. 1,270 - 1,273 - U.S.A.
- 7.- ANONIMO - 1973 - Factoferm - Boletín - Laboratorio -- bioquimex, - México.
- 8.- Becker E. D. et. al. - 1966 - Reacciones balanceadas para cerdos - El sistema de Nutrición Porcina de Illinois - Traducción de Vicente Trujillo F. - Circular - 866 - Universidad de Illinois - College of American - of Agriculture Cooperative Extenssion Service - Pág.- 4 - 8.

- 9.- CARROLL W. E. y KRIDER L. J. - 1960 - Explotación del cerdo - Editorial Acribia - Zaragoza, España - Pág. - 60 - 471. España.
- 10.- CUCA G. M. y PINO J. A. - 1967 - Efecto de la suplementación con enzimas a dietas conteniendo cebada para aves - Técnica Pecuaria en México - Vol 2 - No. 9 - Pág. 5 - 10, - México.
- 11.- CUNHA T.J. - 1960 - Alimentación del cerdo - Traducción del doctor Eduardo Zorita Tomilo, - Editorial --- Acribia - Pág. 152 - 170 - Zaragoza, España.
- 12.- DE ALBA J. - 1971 - Alimentación del ganado en América Latina - Centro Regional de ayuda Técnica (A.I.D.) Pág 383 - 384, México.
- 13.- ESCAMILLA A. L. - 1966 - El cerdo, su cría y explotación - Compañía Editorial Continental, S. A. - Pág. - 154 - México.
- 14.- FISHWICK V.C. - 1964 - El cerdo, cría, alimentación y administración - Traducción de Enrique Sánchez Saenz - Editorial Tecnos, S. A. - Pág. 247 - 264.
- 15.- MORGAN J.T. y LEWIS D.- 1964 - Nutrición de cerdos y aves - Aspectos de la Nutrición de los Lechones - Editorial Acribia - Pág. 278 - 287 - España.
- 16.- MORRISON F.B. - 1965 - Alimentos y Alimentación del ganado - Traducción de J. Luis de la Loma - Unión Tipográfica - Editorial Hispanoamericana - Pág. 623.
- 17.- MORRISON F. B. - 1966 - Compendio de la Alimentación del Ganado - Traducción de J. Luis de la Loma - Unión Tipográfica - Editorial Hispanoamericana - Pág. 5-544

- 18.- POND W. G. et. al. - 1971 - Pancreatic Enzyme activities of pigs up to three weeks of age - Journal Animal Science - Vol. 33 - No. 6 - Pág. 1270 - 1273 - - U. S. A.
  
- 19.- SHIMADA Y BRAMBILA - 1967 - Efecto del Conocimiento del Garbanzo sobre su valor alimenticio para el cerdo - Técnica Pecuaria en México - I.N.I.P. - S.A.G.- Vol. 2 - No. 10 - Pág. 6. México.