

1986-2

Reg. No. 079257257

# Universidad de Guadalajara

Facultad de Ciencias



Preservación Química de Desperdicios Vegetales  
de Mercado para Incorporación en la  
Alimentación de Animales Omnívoros.

Tesis Profesional

Que Para obtener el Título de:

Licenciado en Biología

Presenta:

Mario Alberto Ruiz López

Guadalajara, Jal., 1989.

La presente investigación de tesis se realizó con la ayuda del consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACyT) brindada a través de una beca tesis, con registro: 56630

Igualmente se agradece el apoyo brindado para la realización del presente estudio al Departamento de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara. Convenio SEP-U. de G. 86-01-0396.

A mis padres: Mario Ruiz R. y Estela López L.

Con todo mi cariño y admiración ya que todo lo que soy se lo debo a ellos.

A Marta Perez Orozco por su comprensión y apoyo en los momentos más difíciles, con todo mi cariño.

A mis hermanas, primo y sobrino: Marta Angelica, Yolanda, Alma Gloria, Estela, Francisco Javier y Luis Omar.  
Por su aliento constante.

A mis asesores:

Q.F.B. Adolfo Cardenas Ortega.

M. en C. Joaquín Garcia Estrada.

Por su asesoria y ayuda para mi superación academica.

A la maestra Luz Maria Villarreal de Puga directora del Instituto de Botanica de la U. de G.

Por su ayuda brindada ya que gracias a ella fue posible la realización de esta tesis.

A la Universidad de Guadalajara y Facultad de Ciencias.  
Por brindarme la oportunidad de realizar una carrera profesional.

Al Departamento de Investigación Científica de la Facultad de  
Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Por haberme brindado la oportunidad de realizar el presente trabajo.

A mis amigos del Departamento de Investigación y a todas aquellas  
personas que de una u otra manera contribuyeron para la realización  
de este trabajo.

A Waldina Reyes V. y Pedro M. Garcia L.  
Por su ayuda desinteresada para la elaboración de esta tesis.

Muchas gracias.

INDICE

INTRO	PAGINA 13
1. OBJETIVO	15
2. METODOLOGIA	16
3. RESULTADOS	17
4. CONCLUSIONES	18

**PRESERVACION QUIMICA DE DESPERDICIOS VEGETALES  
DE MERCADO PARA SU INCORPORACION EN LA ALIMEN-  
TACION DE ANIMALES OMNIVOROS.**

# INDICE

CONTENIDO	PAGINAS
Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	8
Justificación	13
Planteamiento del Problema	14
Hipotesis	14
Objetivos Generales y Particulares	15
Materiales y Metodos	17
Diagrama de Flujo	21
Resultados	22
Discusión	38
Conclusiones	45
Bibliografía	46

## RESUMEN

Con el objeto de establecer parámetros para el uso de vegetales en la alimentación de cerdos de engorda se realizó un estudio bromatológico de desperdicios de zanahorias, limas, naranjas, plátanos, piñas, y hojas de cebollas para elaborar un compuesto que se incluyó enriquecido con desperdicios de incubadoras junto con alimento balanceado en dietas para cerdos de 15 Kg. de peso, hasta completar 16% de proteínas.

El preparado se acidificó previamente por una semana con una solución de ácido acético al 2.0% y se suministró por dos semanas para evaluar su aceptación y los efectos que provocó sobre el desarrollo de los cerdos.

Previamente se realizó un estudio biológico con ratas que recibieron el mismo preparado experimental pulverizado por 30 días, solo que este se neutralizó previamente con hidróxido de calcio al 0.6% sin que se observaran efectos adversos.

Asimismo se analizaron los efectos de la acidificación y neutralización sobre la composición bromatológica de los desperdicios.

El método conservativo estudiado resulta bastante adecuado, sin embargo no se obtuvieron buenos resultados por el bajo valor nutritivo de los vegetales que solo pueden usarse como complemento en bajas cantidades, después de haberse enriquecido con una fuente proteica diferente a la utilizada.

## INTRODUCCION

El cerdo es un vertebrado, mamífero, vivíparo artiodáctilo, que debido a sus diversas configuraciones morfológicas se cree que desciende de tres especies silvestres del género Sus; el jabalí Europeo (Sus scrofa) originó a las razas célticas; el gran cerdo blanco de China (Sus indicus) fue el antecesor de las razas modernas y las razas mediterráneas provienen de una subespecie negra del cerdo salvaje napolitano (Sus napolitanus) (1).

Este animal pertenece a la familia Suidaeae que agrupa varias especies dentro del género Sus, su nombre científico es Sus scrofa domesticus, es un animal omnívoro de fácil adaptación y constituye una de las especies domésticas de mayor rendimiento económico (1,2).

En el cerdo la maduración del sistema digestivo ocurre dentro de los primeros dos meses de vida, y a medida que el lechón crece su capacidad digestiva aumenta también, con excepción del nivel de lactasa (3). El tracto gastro-intestinal está altamente especializado, sus principales regiones en sentido antero-posterior son; esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. El esófago presenta tanto músculo liso como estriado, la superficie luminal está revestida de epitelio estratificado escamoso y tiene una potente actividad peristáltica (4). El estómago es simple de forma oval, la mucosa es relativamente gruesa y contiene numerosas glándulas tubulares (5,6). El intestino delgado es largo (18.4-19.6 m.) en el adulto, consta de duodeno, yeyuno e íleon, aquí se lleva a cabo la mayor parte de la absorción de nutrientes, por lo que la superficie posee



un recubrimiento de vellosidades y microvellosidades que aumentan considerablemente la superficie de absorción. El intestino grueso consta de ciego, colon y recto; mide de 4-4.5 m. y su diametro es mayor que el del intestino delgado. El pancreas y el higado son glandulas accesorias del tubo digestivo (7,8).

Actualmente en nuestro país existen dos tipos de explotación de cerdos; el sistema intensivo y el sistema extensivo o de traspatio, el primero es a nivel industrial, con razas especializadas genéticamente y con alimento balanceado para un rápido desarrollo de los cerdos, que son sacrificados al alcanzar los 90 kilos de peso en 6 meses. Bajo este régimen se concentran numerosos animales en espacios reducidos, por lo que las granjas cuentan con todas las instalaciones necesarias para optimizar la explotación (2,9).

El sistema extensivo o de traspatio consiste de explotaciones modestas de tipo familiar o para autoconsumo que solo eventualmente comercializan sus excedentes de producción. Los animales no reciben cuidados adecuados y su alimentación tiene muchas variaciones, a veces es abundante, porque los cerdos ingieren en libre pastoreo hierbas, raices y tubérculos en períodos de lluvias, pero en los meses de sequía y de invierno generalmente sufren de hambre y su mortalidad es bastante elevada, estos cerdos tambien reciben los desperdicios de comedores familiares, hortalizas y subproductos animales y de cultivos agricolas ocasionalmente complementados con cereales molturados groseramente (2,10). Este sistema se encuentra en mayor porcentaje que el intensivo.

Las necesidades nutritivas del cerdo varian con la edad, en la etapa de "iniciación" (5-10 Kg.) necesitan 22 % de proteínas, en

"desarrollo" (10-15 Kg.) 18 % de proteínas, en "crecimiento" (15-30 Kg.) 16 % de proteínas, en "acabado" (30-60 Kg.) 14 % de proteínas y en la última etapa de "finalización" (60-100 Kg.) solo requieren 13 % de proteínas. El porcentaje proteico se reduce progresivamente con la edad (11,12).

La alimentación representa alrededor del 75-80 % del gasto total para la producción de carne de cerdo, por lo que para lograr un mayor beneficio económico debe reducirse este mediante el uso de alimentos alternativos. Los cerdos prefieren más algunos alimentos que otros por diferencias en el sabor, sin embargo son capaces de consumir productos y subproductos de lo más variado (11,13).

Los principales ingredientes alimenticios que se utilizan en las raciones balanceadas de cerdos son:

EN FRESCO	M.S.	P.C.	F.C.	E.E.	C.
DE CEBADA	86.0	10.5	4.8	1.5	2.6
DE MAIZ	88.0	8.6	2.0	3.7	1.1
ENA	87.0	11.6	11.4	5.6	3.6
RGO	90.0	11.9	2.1	2.9	1.8
IGO	89.0	12.7	3.0	1.7	1.6
DE S.DE ALBODON	93.0	40.8	11.2	6.8	6.7
DE CACAHUATE	88.0	53.8	5.2	0.6	5.9
DE SOYA	89.0	44.7	5.1	1.5	5.5
DE PESCADO BLANCO	92.0	63.2		4.4	21.3

S.= materia seca, P.C.= proteína cruda, F.C.= fibra cruda, G.C.= grasa cruda = cenizas, H.= harina, S.= semilla.

mal nutrition 1979. Mc.Donald, P.; Edward, P.A.; Greenhalg, J.F.D.;

Tradicionalmente se utilizan cereales, granos forrajeros pastas de oleaginosas y harinas protéicas de origen animal, por lo que algunos productos que pueden destinarse al consumo humano son desviados para la alimentación animal, de esta practica resulta un problema económico y de competencia nutricional debido a que regularmente se importan diversos ingredientes (826' 665, 000 US. D. en granos importados durante 1985) o alimentos preparados para la engorda de animales que representan aproximadamente 24' 785,000 US. D. en 1985 (14-17).

Por otra parte, en nuestro país existe una gran actividad agrícola en la producción de frutas y verduras (20' 336,215 has. en 1983) (17). La mayor parte de estos productos se generan durante todo el año y se concentran en mercados y supermercados para su comercialización.

La conservación de frutas y verduras a temperatura ambiente (21 grados C.) normalmente es menor a tres días, por lo que para su almacenamiento prolongado es necesario utilizar diferentes métodos como la aplicación de altas y bajas temperaturas, irradiaciones o la preservación química.

La descomposición sucede por el crecimiento de bacterias, levaduras y mohos, y por la actividad enzimática intrínseca de los vegetales. Los insectos parásitos y roedores también afectan a los vegetales, además de la temperatura, humedad, luz y aire (18,19).

En la congelación o refrigeración se utilizan temperaturas de 15.5 a -2 grados C. o hasta -10 grados C., con este método no se afecta el sabor, textura y valor nutritivo del alimento, sin embargo

resulta demasiado costoso (19,20-22).

La aplicación de calor es uno de los sistemas conservativos más utilizados por su efecto microbicida, entre sus variedades están la pasteurización, esterilización y tindalización (23,24). La deshidratación o desecación también se utiliza frecuentemente, consta de dos etapas; aplicación de calor al producto y extracción de humedad, una de las formas más simples es el secado al sol, esto es muy lento e inadecuado para obtener productos de alta calidad. Para el secado artificial se dispone de métodos al vacío, en charolas, banda atmosférica, liofilizado, rotación en estufa y túnel (19,20).

Los métodos calóricos como la pasteurización, esterilización, tindalización y deshidratación afectan parcialmente el valor nutritivo de las frutas y verduras (25), la congelación resulta costosa solo cuando se almacenan productos de alto precio, por esto resulta de interés el estudio de procedimientos alternativos en la conservación de vegetales mediante reacciones químicas, para esto existen numerosos compuestos que evitan o retardan los cambios degradativos que suceden en los alimentos por microorganismos o reacciones químicas autolíticas (23).

Los conservadores inhiben el desarrollo de los microorganismos al afectar su membrana celular o a los sistemas de transformación energética enzimática o de regulación genética, entre los principales compuestos están los ácidos orgánicos como el acético, láctico, málico y cítrico además de sus sales derivadas; se utilizan también el ácido propiónico, propionato de sodio y calcio, ácido caprílico, sórbico y benzoico, así como benzoatos y derivados (20,23,26,27).

Entre algunos conservadores inorgánicos están el cloruro de sodio, nitratos y nitritos, ácido bórico y boratos, además de álcalis

como el hidróxido de calcio, carbonatos y fosfatos, metales halógenos, peróxidos y gases (27-30).

El presente informe es el resultado de una investigación realizada en el laboratorio de Química Analítica de la Universidad de Chile, durante el año 1965. El objetivo principal de esta investigación fue determinar la presencia y concentración de los elementos pesados en las muestras de agua de las aguas subterráneas de la zona de estudio. Para ello se emplearon métodos de análisis cualitativo y cuantitativo basados en técnicas de espectroscopia atómica y gravimétrica. Los resultados obtenidos indican la presencia de varios elementos pesados, tales como plomo, cadmio, mercurio, níquel, cobalto, cromo y manganeso, en concentraciones que varían entre 0.1 y 1.0 mg/l. Estos resultados son de gran importancia para evaluar el riesgo que representa el consumo de estas aguas para la salud humana.

Los datos obtenidos en esta investigación demuestran que las aguas subterráneas de la zona de estudio están contaminadas por elementos pesados. Esta contaminación puede ser el resultado de actividades industriales, agrícolas o domésticas que se realizan en la zona. Es importante que se tomen medidas para reducir la contaminación de las aguas subterráneas y proteger la salud de la población que depende de ellas para su consumo.

En conclusión, se puede afirmar que las aguas subterráneas de la zona de estudio están contaminadas por elementos pesados. Esta contaminación puede ser el resultado de actividades industriales, agrícolas o domésticas que se realizan en la zona. Es importante que se tomen medidas para reducir la contaminación de las aguas subterráneas y proteger la salud de la población que depende de ellas para su consumo.

Se agradece a la Universidad de Chile y al Departamento de Química Analítica por haber proporcionado las facilidades para la realización de esta investigación.

## ANTECEDENTES

En los últimos años se ha estudiado ampliamente la posibilidad de utilizar ingredientes alternativos para la alimentación animal debido a la insuficiente producción agrícola interna, para esto se ha tratado de aprovechar diversos subproductos, desechos y residuos para evitar la competencia por el uso de granos en la alimentación humana y animal, además de reducir los costos de producción (31-37).

Muchas de las veces los desperdicios tienen muy bajo valor nutritivo para animales monogástricos, principalmente cuando se utiliza material vegetal, por lo que deben enriquecerse con fuentes proteicas y energéticas ya sea de origen convencional o derivadas también de subproductos, como los desperdicios de huevos de incubadoras procesados (38) y la melaza, esta es un subproducto de la industria del azúcar que se usa en la nutrición del cerdo como fuente de energía cinética o calórica y además incrementa la digestibilidad y palatabilidad de las raciones favoreciendo un mayor consumo (1).

Entre las diferentes clases de subproductos se encuentran materiales de origen agroindustrial, forestal, de pescaderías, comedores de hoteles y restaurantes, desechos de la industria frutícola y de mercados (39-49).

Para la alimentación de cerdos de engorda se han utilizado con buenos resultados residuos de lecherías (suero de quesería, de manteca y leche desnatada), sobrantes cárnicos (raspaduras de intestinos, fetos y trozos de envolturas viscerales), fluidos orgánicos (caldos de triperías, de sangre y de carne), restos de cocina y comedores (desperdicios de los sobrantes de la preparación de alimentos de fondas, restaurantes y otros establecimientos) (9).

En nuestro país y otros como la URSS y Canadá se han realizado

distintos trabajos sobre los efectos en el desarrollo de cerdos por el consumo de desechos alimenticios, subproductos de cereales, frutas y vegetales y subproductos de la industria del alcohol, cervecerías, comedores y mercados (50-59).

Por otra parte, en numerosas regiones suburbanas y rurales se utilizan los desperdicios como la fuente principal de alimentación para animales, sin que se conozca su valor nutritivo y sin ningún control sanitario, por lo que además de producir desnutrición y retraso en el desarrollo de los animales que lo consumen, pueden resultar intoxicaciones o infecciones entéricas, ya que los desperdicios son vectores potenciales de enfermedades infecciosas como tifoidea, cólera y disenteria porcina entre otras (1,56).

Durante el proceso de cosecha, transporte, almacenaje y comercialización de frutas y verduras se genera abundante material que por su aspecto no resulta adecuado para el consumo humano a pesar de que mantiene sus propiedades nutritivas. En zonas agrícolas se acumula una gran cantidad de esquilmos que por lo general son subutilizados (58).

Constantemente se generan importantes volúmenes de desechos de frutas y verduras en los principales centros de distribución del país, tan solo en la central de abastos del D.F. se desechan diariamente 250 ton, en el mercado de abastos de Guadalajara se tiran 50 ton. al día, desechos de este tipo también se generan en tiendas de autoservicio, desperdiciándose en general aproximadamente un 15% de la masa original del producto (58,59).

Los desperdicios de mercado consisten principalmente de frutas y verduras con elevado porcentaje de humedad (hasta 96%), carbohi-

dratos (2-30% en fresco), proteínas y lípidos en menor proporción (1-10%), además de pigmentos flavonoides, minerales, vitaminas, ácidos orgánicos, compuestos nitrogenados de bajo peso molecular, clorofilas y carotenoides (60). La composición química de estos desechos es muy variable, en estudios realizados sobre valores promedio de los desperdicios de mercado se han reportado en base seca los siguientes (58):

Humedad -----	88.00%
Materia Seca -----	12.00%
Proteína Cruda -----	11.56%
Fibra Cruda -----	18.44%
Extracto Etereo -----	4.05%
Extracto Libre de Nitrógeno-----	52.00%

Los cerdos tienen menor capacidad de digerir la fibra que otras especies de animales monogástricos, además carecen de flora microbiana y otros microorganismos necesarios para la digestión y fermentación de materiales toscos (61).

El elevado porcentaje de celulosa presente en los vegetales reduce el valor energético del alimento que resulta insuficiente para permitir el desarrollo normal de los animales (62). Sin embargo si los niveles energéticos son adecuados los cerdos pueden tolerar rangos mayores de fibra en la dieta, ya que en trabajos realizados se ha demostrado que los cambios en la ganancia de peso y características de la canal no se debe tanto a los porcentajes elevados de fibra sino a una reducción del contenido energético de las dietas altas en fibra (63).

A medida que el cerdo crece requiere un menor porcentaje de proteína y es mayor su tolerancia a la ingestión de fibra (12).



Las dietas para cerdas gestantes y sementales pueden contener más forrajes y esquilmos que las de cerdos de engorda, sin embargo la mejor manera de aprovechar los forrajes toscos es proporcionando-los a animales rumiantes que por su habilidad para degradar la celulosa son económicamente de lo más competitivo, a pesar de que su ciclo de vida es mucho más largo (55,64).

El tratamiento químico de los forrajes con álcalis incrementa la digestión de celulosa y hemicelulosa, esto ocurre como consecuencia de la saponificación de los enlaces ester entre la lignina y los carbohidratos estructurales de la pared celular, permitiendo un hinchamiento adicional por contacto con el agua y mayor difusión de las enzimas celulolíticas a través del sustrato, para esto se ha utilizado NaOH, NH<sub>4</sub>OH, KOH y Ca(OH)<sub>2</sub> (65).

En la preservación química de vegetales los ácidos orgánicos actúan como bacteriostáticos y micostáticos al afectar las membranas celulares de los microorganismos, su acción antiséptica se debe al ácido no disociado que penetra a las bacterias provocando toxicidad (21,29).

El ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) se utiliza bastante en la industria alimenticia como aditivo, este es un ácido débil, líquido, incoloro miscible en agua y alcohol que además de fijador actúa como acidificante y aromatizante, inhibe la fermentación aeróbica y anaeróbica de los alimentos, es más tóxico que el ácido láctico o clorhídrico a un mismo pH para mohos, bacterias y levaduras (26,28,29,66-70). Tiene actividad antimicrobiana desde el 0.5%, en pH ácido (3.9-4.3) es un bactericida y tiene menor efecto contra hongos, en concentraciones atóxicas estimula el crecimiento de mohos al proporcionarles

energía (28).

Se han logrado buenos resultados con el uso del ácido acético solo o combinado con el ácido propiónico para la conservación de productos con alto contenido de humedad como pajas verdes, maíz en grano o ensilado y sorgo, también se usa para controlar el deterioro del sancochado de trigo (71-74).

El ácido acético es fácilmente degradable por el organismo, se calculó su DL50 por vía oral en ratas en 3.5 gr/Kg de peso, estas toleran sin ningún trastorno ingestiones diarias de 0.2 gr/Kg de peso por 2-5 meses, por su baja toxicidad este compuesto y los acetatos derivados se consideran sanitariamente seguros (30,70,75).

En soluciones ácidas de ácido acético se libera el ion hidrógeno  $H^+$  que origina un olor y sabor picante, esto se evita mediante la neutralización, en donde las concentraciones de iones  $H^+$  y  $OH^-$  se equilibran mediante la adición de una base o álcali (69).

El hidróxido de calcio  $Ca(OH)_2$  se emplea principalmente en la conservación de huevos frescos completos e industrialmente para la neutralización de productos ácidos debido a su alta alcalinidad y a su elevada velocidad de reacción que es mejor que la de otros álcalis como el carbonato e hidróxido de sodio, a pesar de la escasa solubilidad de la cal, esta neutraliza rápidamente los ácidos (69,76) y no provoca efectos secundarios adversos por el consumo de alimentos pretratados, por lo cual se seleccionó para el presente estudio.

**JUSTIFICACION.**

Por la disponibilidad de desperdicios vegetales en regiones eminentemente agrícolas o en el caso en que los desechos que reciben los cerdos de traspatio como complemento alimenticio o como la principal fuente protéica de alimento se compongan principalmente por vegetales, y con la finalidad de determinar los límites en que este y otros materiales pueden aprovecharse como alimento una vez enriquecidos, se realizó el presente estudio para establecer un procedimiento práctico de conservación para facilitar su manejo, cuyos resultados servirán de orientación para el mejor aprovechamiento de desechos vegetales de bajo valor nutricional.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los desperdicios vegetales de mercado generalmente no se aprovechan adecuadamente para la alimentación de animales monogástricos debido a las dificultades en su manejo por el elevado contenido de humedad, la facilidad con que se descomponen y por su bajo valor nutricional, sin embargo su utilización como alimento en cantidades limitadas permitiría complementar parte de los requerimientos para determinadas especies de animales (incluyendo rumiantes), toda vez que se hayan enriquecido por la adición de fuentes protéicas que puedan provenir también de desperdicios de origen animal o fuentes convencionales y se haya logrado mantenerlos estables durante el tiempo necesario para manejarlos en forma práctica. Por lo que se hace necesario realizar estudios de preservación y enriquecimiento de estos materiales que en algunas zonas son de los principales recursos disponibles por la abundancia con que se encuentran y que por desconocimiento no se aprovechan en forma alguna.

## HIPOTESIS.

El tratamiento químico ácido de desperdicios vegetales permite conservar su valor alimenticio para utilizarlos en cantidades limitadas en raciones para cerdos.

**OBJETIVO GENERAL.**

Determinar la conveniencia de utilizar desperdicios vegetales de mercado preservados químicamente y enriquecidos, en raciones para cerdos de engorda.

**OBJETIVOS PARTICULARES.**

1.- Conocer el valor nutritivo de determinados desperdicios vegetales mediante análisis proximal de los siguientes parámetros: humedad, materia seca, proteína cruda, fibra cruda, grasa cruda, E.L.N., minerales, calcio y fósforo.

2.- Analizar el efecto de la preservación química con ácido acético al 1.5, 2.0 y 2.5 % sobre la composición del material y su resistencia a la descomposición.

3.- Determinar el nivel máximo de inclusión en raciones para cerdos de la mezcla de desperdicios preservados y enriquecidos.

4.- Valorar mediante pruebas biológicas con animales de laboratorio los posibles efectos tóxicos por el consumo de los desperdicios tratados.

5.- Conocer la capacidad neutralizante del hidróxido de calcio para mejorar la palatabilidad del preparado ácido antes de suministrarla a animales.

6.- Estudiar la capacidad adaptativa del cerdo al consumo del producto enriquecido y adicionado con melaza como estabilizador del pH y saborizante.

7.- Valorar la calidad de desperdicios de incubadora sometidos a un tratamiento experimental como agente de enriquecimiento protéico para los desechos de mercado.

8.- Valorar la capacidad de aprovechamiento de estos desechos por los cerdos mediante cálculo de la conversión alimenticia.

El cerdo con el metabolismo de los aminoácidos...  
A la proteína...  
Por...  
la...  
de...  
...  
y...  
...  
...

Próximo

## MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo se realizó en el departamento de Investigación Científica y la Posta Zootécnica "Cofradia" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U. de G.

Se utilizaron diferentes clases de desperdicios de mercado; zanahorias, limas, naranjas, platanos, pifa y hojas de cebolla que fueron recolectados en forma selectiva, sin incluir material en descomposición, de cada uno de estos se determinó el contenido de proteína cruda, fibra cruda, grasa, extracto libre de nitrógeno (E.L.N.), cenizas, humedad, materia seca, calcio y fosforo (77).

Antes de iniciar el tratamiento conservativo se lavó el material en agua corriente y con este se prepararon 7 Kg. de una mezcla compuesta por cantidades proporcionales de cada desperdicio y se le practicó un análisis bromatológico antes de su preservación química ácida, para lo cual se tomaron muestras aleatorias de 0.5 Kg. que se repartieron en 9 frascos de polietileno de boca ancha de 2 lt. de capacidad.

Se formaron 3 grupos, (cada uno de 3 recipientes) a los que se agregó respectivamente ácido acético industrial al 1.5, 2.0 y 2.5% disuelto en agua potable. Por cada parte del material vegetal se agregaron dos partes de la solución.

Después de una semana se eliminó la solución ácida en todos los frascos mediante escurrimiento y compresión y se registró el pH del material, aspecto, olor y consistencia. A una parte de este se le practicó análisis bromatológico para determinar si habían ocurrido modificaciones en su contenido nutricional por efecto del tratamiento ácido previo.

El resto de las mezclas de desperdicios tratados con las diferentes concentraciones del ácido se neutralizaron por adición de 0.6% de hidróxido de calcio en la misma relación descrita, esta solución se eliminó a las 24 h., se registró nuevamente el pH y se practicó otro estudio bromatológico para conocer los efectos del tratamiento alcalino.

Por los resultados bromatológicos obtenidos se seleccionó el compuesto que resultó mejor preservado, que tenía buenas características nutricionales y con pH cercano al fisiológico, para luego proceder a la siguiente etapa.

#### ENRIQUECIMIENTO.

Al preparado seleccionado se le adicionó como complemento proteico un 20% de desperdicios de incubadoras que fueron previamente procesados mediante esterilización, descalcificación y fijación simultáneas por un tratamiento experimental con  $\text{CH}_3\text{COOH}$  en una autoclave a 120 grados C. y 14 lb. de presión/cm<sup>2</sup> por 30 min., estos desperdicios fueron desengrasado parcialmente con eter en relación 1:1 por media hora, además se agregó 5% de melaza como ingrediente energético y mejorador de la palatabilidad. El compuesto resultante se homogenizó completamente para practicar nuevamente un examen bromatológico, a partir del cual se formularon las dietas experimentales para determinar posible toxicidad en ratas y la aceptación del preparado por cerdos.

#### PRUEBA BIOLÓGICA EN RATAS.

Se proporcionó alimento comercial "Nutricubos" (Purina) a tres ratas adultas Sprague-Dawley de ambos sexos que se mantuvieron en condiciones controladas de bioterio con ciclos de 12 h. luz y 12 h. oscuridad, al igual que otras seis ratas semejantes que recibieron



el preparado enriquecido deshidratado y pulverizado, este material se incorporó gradualmente en un 25% del porcentaje final de inclusión cada 3 días hasta alcanzar el 100% de sustitución en un lapso de 12 días que se consideraron como una etapa de adaptación.

Las dietas control y experimental isocalóricas e isoproteicas que reunían los requerimientos nutricionales de mantenimiento para ratas adultas (78), se ofrecieron a libre acceso durante 30 días.

Al inicio del estudio y con frecuencia semanal hasta el término del mismo se registró el peso corporal individual de las ratas, así como el consumo diario de alimento, asimismo se examinaron diariamente los animales para registrar cualquier alteración en el aspecto de las heces o manifestaciones de enfermedades provocadas por el consumo del alimento experimental.

#### PRUEBA DE ACEPTACION EN CERDOS

Se seleccionaron 50 cerdos híbridos de las razas Yorkshire-Hampshire de ambos sexos, con pesos promedios de 15 Kg. entre 2.5 y 3 meses de edad, que se distribuyeron en dos grupos de 25 animales. El grupo control se mantuvo bajo condiciones zootécnicas completamente controladas y se alimentaron con alimento convencional con 16% de proteína cruda, 0.6% de calcio, 0.5% de fósforo y 3,150 Kcal/Kg, aparte de los demás nutrientes (12).

Los animales experimentales se alojaron en condiciones semejantes a los controles y antes de establecer la composición de su dieta, se les ofrecieron mezclas de desperdicios acidificados de mercado en cantidad suficiente para determinar el promedio de consumo individual, con esta base se elaboró la ración experimental en fresco que consistió de un 75% de desperdicios de mercado acidificados, 20%

de desechos de incubadoras pretratados (huevos infértiles) y 5% de melaza. Esta mezcla reveló un 3.7% de proteína cruda, 1.1 % de fibra cruda, 0.25% de calcio y 0.06% de fósforo.

Aparte se ofreció un preparado complementario compuesto fundamentalmente por sorgo y soya como fuente proteica y ajustado a un 13% de proteína para completar los requerimientos de los animales experimentales, de tal forma que el alimento de estos fuera comparable en este y otros nutrientes al que consumieron los controles. Para la ración experimental se utilizaron desperdicios que tenían una semana de tratamiento con ácido acético al 2.0% en relación 2:1 volumen de la solución/peso del desperdicio.

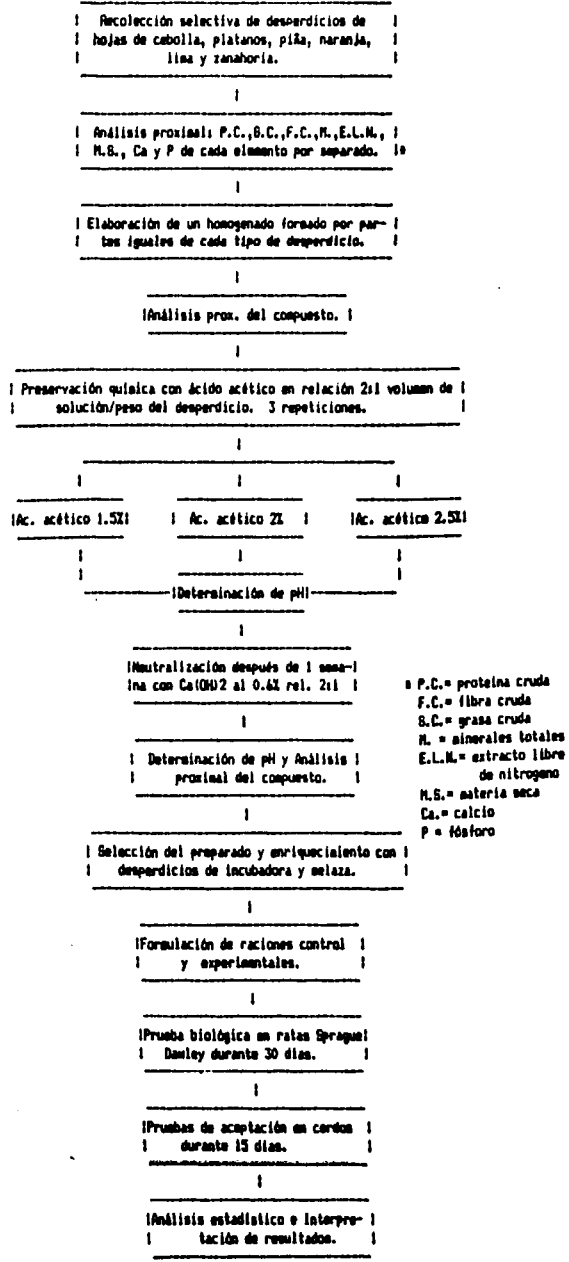
Al inicio del estudio se pesaron todos los cerdos y tanto la dieta convencional como la experimental balanceada con restricción proteica se suministraron a libre acceso por 15 días, durante este tiempo se observaron cuidadosamente los animales, al igual que el aspecto de sus heces para determinar la ocurrencia de alteraciones conductuales atribuibles a trastornos provocados por el alimento o manifestaciones de intolerancia entérica.

Diariamente se cuantificó el consumo de alimento y se inspeccionó la composición de los rechazos para identificar los materiales que no fueron apetecibles para los cerdos.

Al término del estudio se pesaron nuevamente todos los animales para conocer los efectos que la dieta experimental provocó sobre su desarrollo, para lo cual se compararon los grupos control y experimentales mediante la prueba t de "student" (79).

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico en las distintas etapas experimentales se interpretaron mediante la prueba de varianza simple y covarianza (79).

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DE DESPERDICIOS VEGETALES



- P.C. = proteína cruda
- F.C. = fibra cruda
- B.C. = grasa cruda
- N. = minerales totales
- E.L.N. = extracto libre de nitrógeno
- M.S. = materia seca
- Ca. = calcio
- P = fósforo

## RESULTADOS.

La composición bromatológica de las diferentes muestras fue semejante, el mayor porcentaje de proteína cruda (15.86%) se encontró en las hojas de cebolla, en estas también se determinaron niveles elevados de fibra (11.14%) y ceniza (10.06%), los desperdicios de naranja tuvieron el mayor contenido de E.L.N. (78.60%) y el menor de proteína (7.0%), grasa (0.71%) y cenizas (2.70%), la piña reveló los menores porcentajes de calcio y fósforo que fueron de 0.34 y 0.13%, los residuos de zanahoria contenían el menor contenido de fibra cruda (8.76%) y en la pulpa de lima se cuantificó el menor contenido de humedad (60.0%) (Cuadro 1).

## PRESERVACION Y NEUTRALIZACION.

El cuadro 2 muestra los valores promedio del análisis proximal de la muestra compuesta por partes iguales de naranja, lima, plátano, zanahoria, piña y hojas de cebolla sin ningún tratamiento, después de la adición de ácido acético al 1.5, 2.0 y 2.5% y por efecto de la neutralización con 0.6% de hidróxido de calcio que se adicionó a cada una de las concentraciones descritas del ácido.

## VARIACIONES DE pH.

El pH promedio inicial de las muestras sin tratamiento fue de 4.04 y se redujo ligeramente con la adición del ácido acético; los valores fueron de 3.63 para la mínima concentración, 3.87 con 2.0% y de 3.59 con la máxima concentración, todos estos valores permiten inhibir el crecimiento de los microorganismos de la descomposición (28).

La adición del agente neutralizante (hidróxido de calcio) provocó un incremento notable del pH inversamente proporcional a las

concentraciones del ácido acético (1.5, 2.0 y 2.5%), que en orden de menor a mayor fue de 6.61, 6.03 y 5.57 (Grafica 1).

#### CONTENIDO DE HUMEDAD.

El porcentaje de humedad en los diferentes grupos se mantuvo constante a través del estudio independientemente del tratamiento, los valores fluctuaron de 78.1 a 80.4% (Cuadro 2).

#### PROTEINA CRUDA.

El contenido de proteína cruda del homogenado sin tratamiento fue de 8.19%, semejante al del material tratado con ácido acético al 2.0 y 2.5% (8.02 y 8.31% de proteína respectivamente). En el grupo tratado con 1.5% de ácido acético se encontró el mayor porcentaje de 9.12%. Después de la neutralización la proteína cruda disminuyó significativamente en todos los grupos pretratados con ácido, los valores estuvieron comprendidos entre 6.41 y 6.99% (Grafica 2).

El porcentaje promedio de proteína después de la acidificación del preparado fue 8.48%, esta cantidad se redujo en un 21.4% después de la neutralización y finalmente fue de 6.67%.

#### GRASA CRUDA.

El contenido promedio de grasa en el homogenado sin tratamiento fue de 1.76%, sin que hubiera ninguna diferencia después de la acidificación y neutralización, excepto en el grupo que tenía la menor concentración del ácido acético (1.5%), que tuvo un porcentaje final del 3.95% (Grafica 3).

#### FIBRA CRUDA.

Los valores promedio del compuesto al inicio de los experimentos y después de la acidificación fueron de 10.73%, estos aumentaron significativamente después de la neutralización hasta alcanzar un promedio de 15.55% (Grafica 4).

## MINERALES TOTALES.

Se observó una variación importante entre los distintos grupos, antes de la acidificación el contenido promedio del preparado fue de 4.95%, posteriormente se produjo una disminución del 37%, el menor valor (2.95%) correspondió a la menor concentración del ácido. La adición de hidróxido de calcio incrementó significativamente los minerales, el máximo porcentaje del 12.79% se encontró en el material pretratado con ácido acético al 2.5% (Grafica 5).

## CONCENTRACION DE CALCIO.

Fue constante entre los distintos grupos sin tratamiento (1.0%) sin que se modificara por efecto del ácido (1.06%), sin embargo por efecto de la neutralización se alcanzó un promedio de 4.34% (Grafica 6).

## FOSFORO.

No se observaron diferencias significativas en el contenido de fósforo entre el material sin tratamiento y después de su acidificación y neutralización, las distintas muestras revelaron un promedio de 0.2% (Cuadro 2).

## EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO (E.L.N.).

El promedio de carbohidratos fue semejante en el material no tratado (74.79%) y después de acidificado (74.72%), al neutralizarse el porcentaje disminuyó significativamente hasta un 63.46% (Grafica 7).

## PRUEBA BIOLÓGICA EN RATAS.

El cuadro 3 muestra los valores nutricionales de las dietas utilizadas para esta prueba.

Durante la etapa de adaptación las ratas alimentadas con la dieta experimental no presentaron alteraciones de peso. Posteriormente se sustituyó la totalidad del alimento donde los desperdicios vegetales aportaron un 4.4% de la proteína total. Las ratas control y experimentales mantuvieron su peso hasta el final del estudio sin que hubiera diferencia entre estos dos grupos (Grafica 8).

El consumo diario promedio del alimento control y experimental fue de 20-25 gr.

No se produjeron alteraciones en la consistencia y aspecto de las heces fecales de los animales experimentales, ni manifestación alguna de enfermedad atribuible al consumo del alimento.

#### PRUEBA DE ACEPTACION EN CERDOS.

El cuadro 4 muestra los valores de las dietas utilizadas.

Los pesos iniciales promedios del grupo control fueron de 15.5 Kg. y de 14.3 Kg. para el experimental, los primeros aumentaron 9.49 Kg de peso en el período estudiado de 15 días, de lo que resultó un consumo promedio individual diario de 1.59 Kg. respecto a la cantidad total suministrada de alimento, y una conversión alimenticia de 2.51:1 .

Los pesos promedio finales de los animales experimentales fueron de 17.4 Kg, por lo que solamente aumentaron 3.1 Kg., que corresponden a la tercera parte del peso ganado por los animales controles en el mismo período, a pesar de que el consumo promedio diario fue semejante, la conversión alimenticia de este grupo fue de 4.83:1.

Cuando se inspeccionaron los rechazos se observaron fundamentalmente restos de naranjas y limas que no fueron aceptadas por los cerdos. A través del estudio no se presentaron enfermedades ni trastornos entéricos en los cerdos experimentales

INSTITUTO VENEZOLANO DE CIENCIAS

CUADRO 1.

## VALORES PROMEDIO DE LOS DESPERDICIOS DE MERCADO

MUESTRA	HUMEDAD	CENIZAS	P.C.	G.C.	F.C.	E.L.N.	Ca	P	pH
NARANJA	64.0	2,7	7.0	0.71	11.0	78.6	1.40	0.20	4.83
PIÑA	84.3	2.8	8.0	0.85	10.6	77.8	0.34	0.13	4.83
LIMA	60.0	4.05	9.55	1.87	10.2	74.3	1.13	0.16	4.68
ZANAHORIA	86.5	5.56	9.54	0.88	8.76	75.3	1.07	0.28	4.83
PLATANO	86.3	4.45	8.97	1.25	9.42	70.90	0.81	0.23	4.59
H.DE CEBOLLA	87.5	10.6	15.86	3.08	11.14	59.3	1.94	0.29	4.86

Los valores nutricionales estan expresados en base seca.

P.C. = proteina cruda

G.C. = grasa cruda

F.C. = fibra cruda

E.L.N. = extracto libre de nitrogeno

Ca = calcio

P = fósforo



CUADRO 2.

VALORES PROMEDIO DE LA MEZCLA SOLA, CON ACIDO ACETICO Y NEUTRALIZADOS

M U E S T R A	HUMEDAD	CENIZAS	P.C.	G.C	F.C.	E.L.N.	Ca	P	pH
MEZCLA SIN TRATAR	78.1	4.95 <sup>c</sup>	8.19 <sup>b</sup>	1.76 <sup>b</sup>	10.31 <sup>b</sup>	74.79 <sup>ab</sup>	1.00 <sup>b</sup>	0.13	4.04 <sup>b</sup>
MEZCLA CON AC.ACETICO AL 1.5%	79.3	2.85 <sup>d</sup>	9.12 <sup>a</sup>	3.95 <sup>a</sup>	10.87 <sup>b</sup>	73.22 <sup>b</sup>	1.09 <sup>b</sup>	0.13	3.63 <sup>b</sup>
MEZCLA CON AC.ACETICO AL 2.0%	80.2	3.07 <sup>d</sup>	8.02 <sup>b</sup>	2.06 <sup>b</sup>	10.72 <sup>b</sup>	76.03 <sup>a</sup>	1.03 <sup>b</sup>	0.13	3.87 <sup>b</sup>
MEZCLA CON AC.ACETICO AL 2.5%	78.9	3.47 <sup>d</sup>	8.31 <sup>b</sup>	2.27 <sup>b</sup>	11.02 <sup>b</sup>	74.92 <sup>ab</sup>	1.09 <sup>b</sup>	0.13	3.59 <sup>b</sup>
NEUTRALIZADO + AC.ACETICO 1.5%	79.6	9.47 <sup>b</sup>	6.63 <sup>c</sup>	1.82 <sup>b</sup>	16.19 <sup>a</sup>	66.57 <sup>c</sup>	3.97 <sup>a</sup>	0.13	6.61 <sup>a</sup>
NEUTRALIZADO + AC.ACETICO 2.0%	79.5	11.85 <sup>a</sup>	6.99 <sup>c</sup>	2.08 <sup>b</sup>	15.61 <sup>a</sup>	63.46 <sup>d</sup>	4.37 <sup>a</sup>	0.13	6.03 <sup>a</sup>
NEUTRALIZADO + AC.ACETICO 2.5%	80.4	12.27 <sup>a</sup>	6.41 <sup>c</sup>	1.47 <sup>b</sup>	14.86 <sup>a</sup>	65.0 <sup>cd</sup>	4.67 <sup>a</sup>	0.13	5.67 <sup>a</sup>

Las literales a,b,c y d indican diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) en forma vertical

CUADRO 3.

COMPARACION NUTRICIONAL DE LAS DIETAS CONVENCIONAL Y EXPERIMENTAL UTILIZADAS EN LAS RATAS

NUTRICUBOS PURINA.

P.C.	G.C.	F.C.	E.L.N.	M. max.	Ca max.	P min.	E.M.
23.0	2.50	6.0	48.5	8.0	1.0	0.6	3,131 Kcal/Kg

ALIMENTO EXPERIMENTAL ENRIQUECIDO \*

P.C.	G.C.	F.C.	E.L.N.	M.	Ca	P	E.M.
19.6	16.5	5.88	51.6	6.35	1.38	0.30	3,295 Kcal/Kg

\* Este alimento se suministró al 50% en la dieta experimental, el resto consistió en sorgo y soya de manera que ambas dietas fueran isocalóricas e isoproteicas.

M = minerales totales

E.M. = energía metabolizable

**CUADRO 4.**

**COMPARACION NUTRICIONAL DE LAS DIETAS CONVENCIONAL Y EXPERIMENTAL UTILIZADAS EN LOS CERDOS**

DIETA CONVENCIONAL (Base sorgo-soya)				
P.C.	F.C.	Ca	P	E.M.
16.0	4.0	0.6	0.5	3,150 Kcal/Kg
DIETA EXPERIMENTAL (Desp. vegetal 75% + Huevo procesado 20% + Melaza 5%)				
P.C.	F.C.	Ca	P	E.M.
3.7	1.1	0.26	0.06	659 Kcal/Kg
+ DIETA COMPLEMENTARIA.			**	
13.02	4.1	2.2	0.5	3,013.4 Kcal/Kg

Los valores nutricionales estan expresados en base humeda.

\* Esta dieta se suministró a razón de 1 Kg/cerdo.

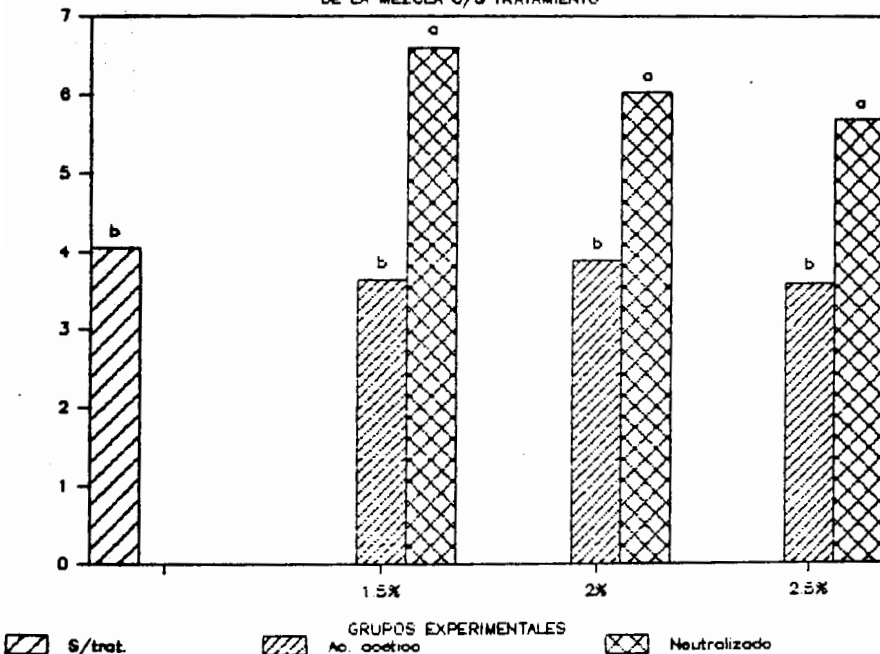
\*\* Con la finalidad de cubrir las necesidades del cerdo en la etapa experimental, la dieta complementaria se proporcionó a libre acceso.

IN DE PUERTINA CINDA

APPLICATI

## DETERMINACION DE pH

DE LA MEZCLA C/S TRATAMIENTO



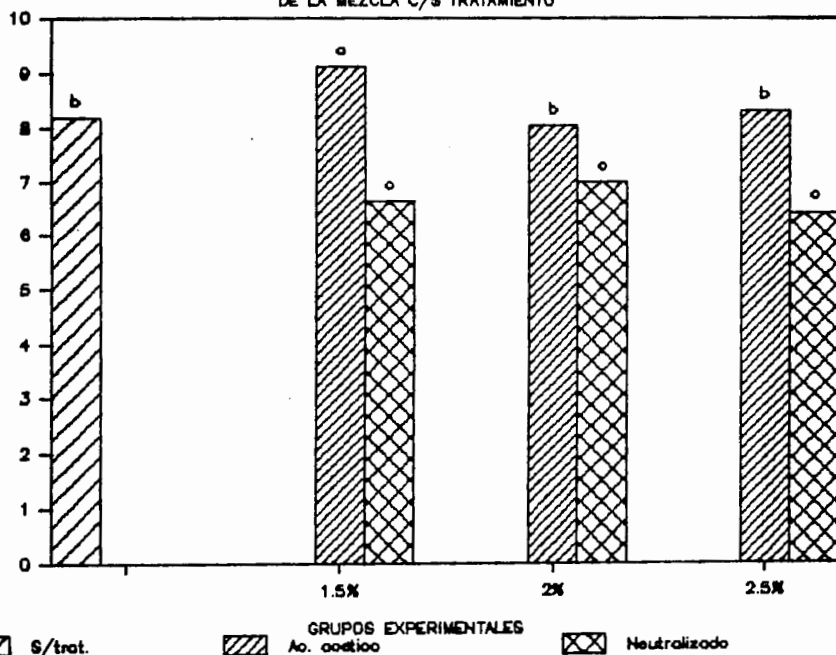
Gráfica No 1.

Los valores de pH antes y después del tratamiento con ácido acético a diferentes concentraciones se mantuvieron constantes, aumentando después de la neutralización con hidróxido de calcio al 0.6%.

Las literales a y b indican diferencia estadística entre tratamientos.

# DETERMINACION DE PROTEINA CRUDA

DE LA MEZCLA C/S TRATAMIENTO



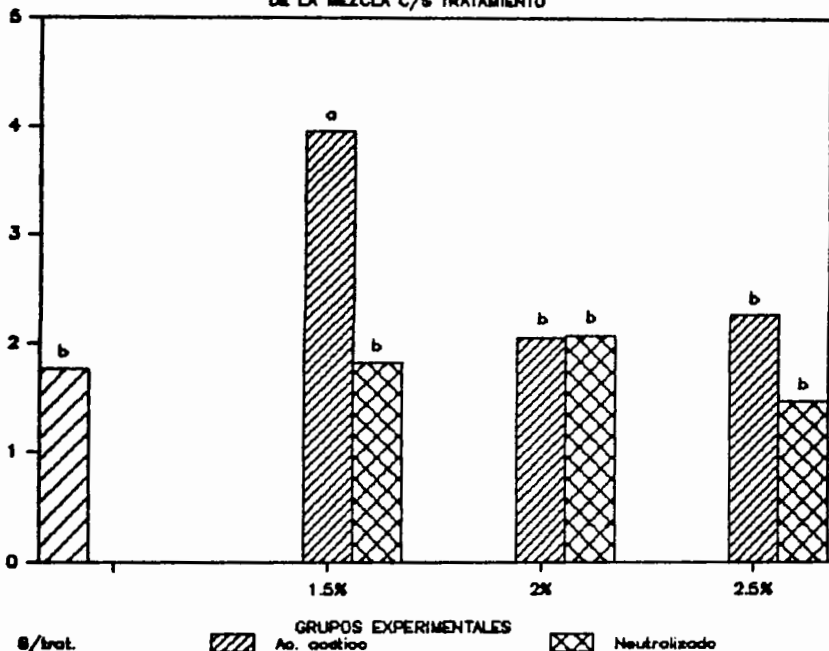
Gráfica No 2

Los valores promedio de proteína cruda permanecieron invariables después del tratamiento con ácido acético, excepto por el grupo con 1.5% de ácido que mostró el mayor valor. Los grupos neutralizados redujeron significativamente el contenido de proteína.

Las literales a, b y c indican diferencia estadística entre tratamiento.

# DETERMINACION DE GRASA CRUDA

DE LA MEZCLA C/S TRATAMIENTO



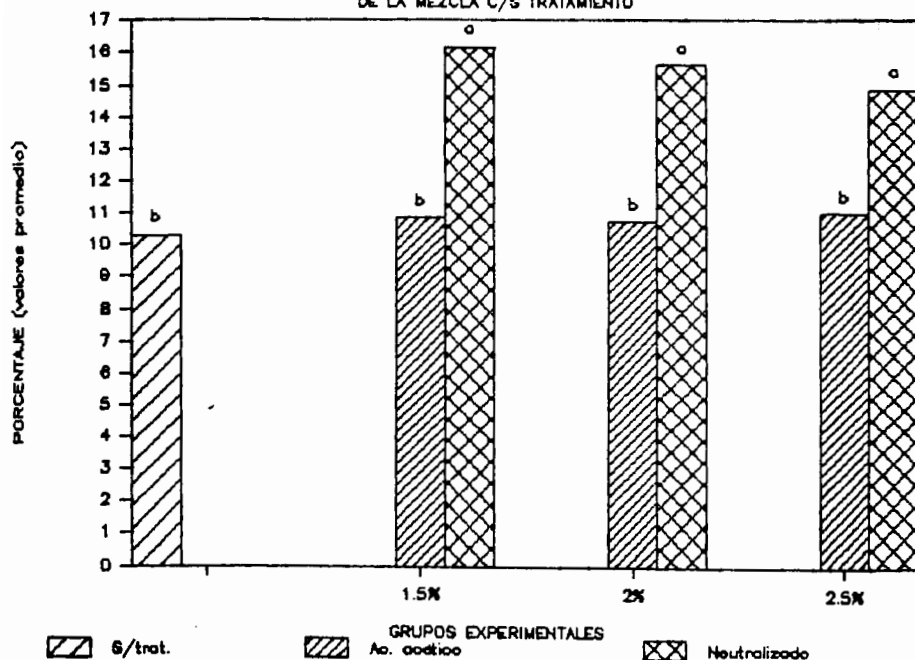
Gráfica No 3

Los valores promedio de grasa cruda para los distintos grupos y tratamientos permanecieron invariables excepto el grupo tratado con ácido acético al 1.5% que aumentó significativamente.

Las literales a y b indican diferencia estadística entre tratamientos. \*

# DETERMINACION DE FIBRA CRUDA

DE LA MEZCLA C/S TRATAMIENTO



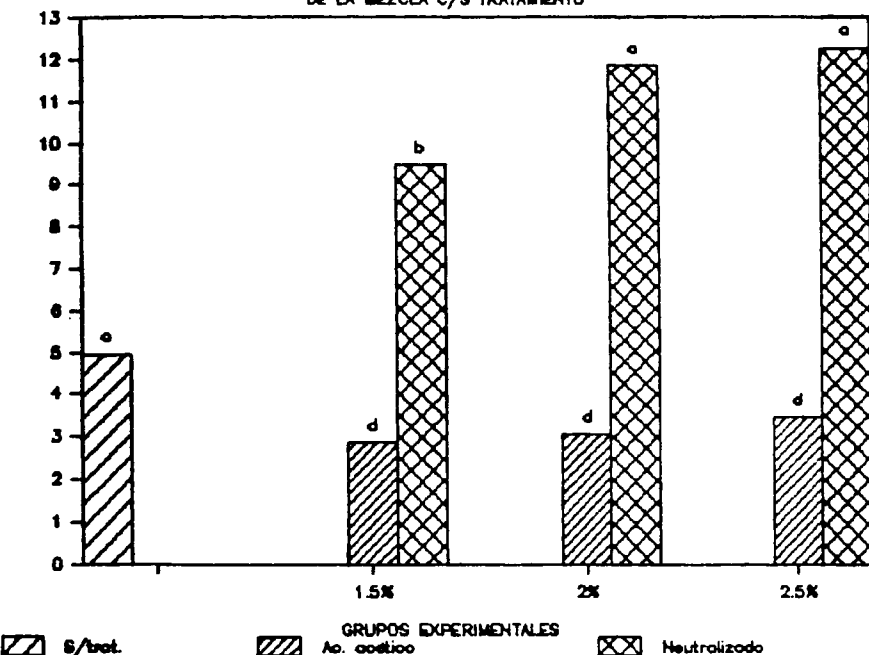
Gráfica No 4

El porcentaje de fibra cruda se mantuvo constante después del tratamiento con ácido acético y aumentó significativamente al término de la neutralización con hidróxido de calcio.

Las literales a y b indican diferencia estadística entre tratamientos.

# DETERMINACION DE MINERALES TOTALES

DE LA MEZCLA C/S TRATAMIENTO



Gráfica No 5

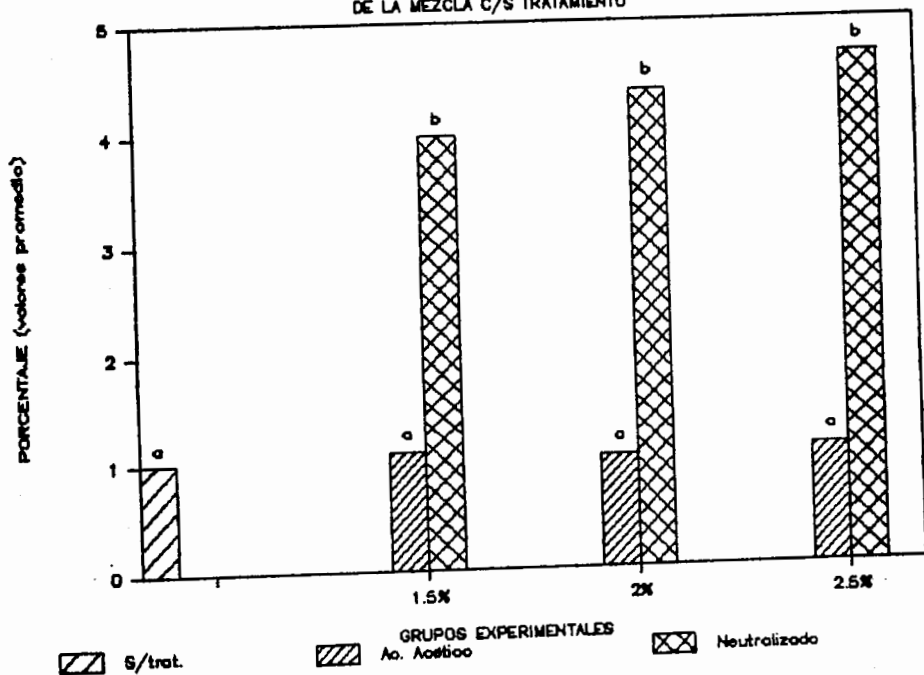
El porcentaje de minerales totales se redujo durante la preservación con ácido acético, observándose un aumento considerable al término de la neutralización.

Las literales a,b,c y d indican diferencia estadística entre tratamientos.



# DETERMINACION DE CALCIO

DE LA MEZCLA C/S TRATAMIENTO



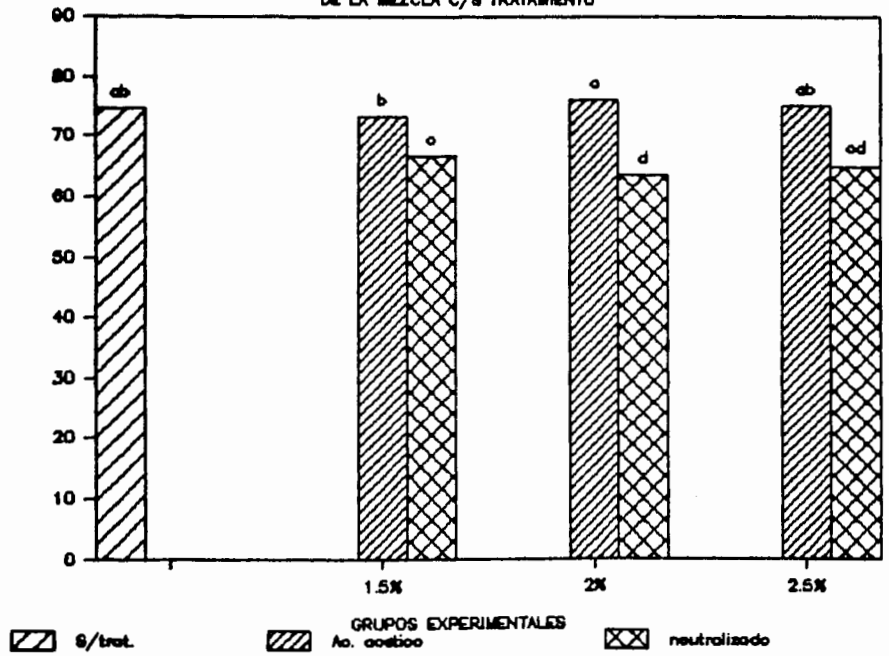
Grafica No 6

La concentración de calcio aumentó después de la neutralización en todos los grupos tratados con ácido acético los cuales fueron similares al grupo sin tratar.

Las literales a y b indican diferencia estadística entre tratamientos.

# DETERMINACION DEL E.L.N.

DE LA MEZCLA C/S TRATAMIENTO

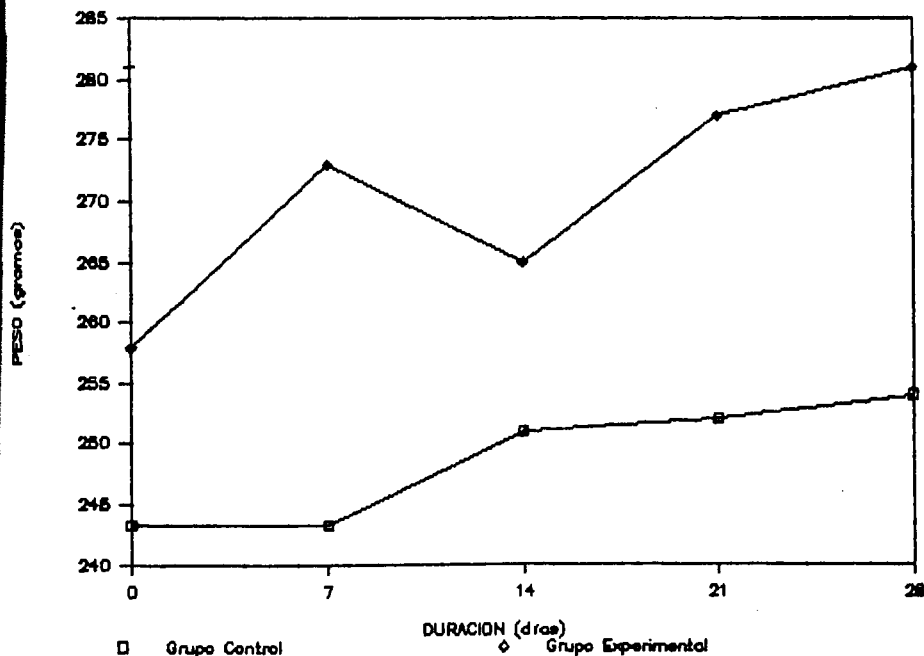


Gráfica No 7

El contenido de extracto libre de nitrógeno fue similar antes y después del tratamiento con ácido acético para disminuir al término de la neutralización.

Las literales a,b,c y d indican diferencia estadística entre tratamientos.

## PRUEBA BIOLÓGICA EN RATAS



Gráfica No 8

Durante la prueba biológica se registró el peso de todas las ratas por semana, no se observaron diferencias estadísticas entre ambos grupos.

## DISCUSION.

El valor nutricional de los desperdicios vegetales estudiados fue semejante al de algunos granos que regularmente se usan como ingredientes en la alimentación animal, con excepción del trigo y la soya que contienen un mayor porcentaje de proteínas, por esta razón resulta factible su aprovechamiento como ingredientes alternativos, aunque todavía no se ha establecido la mejor forma de manejo zootécnico para optimizar el uso de estos y otros subproductos que tienen como limitaciones principales un elevado contenido de humedad y fibra, por lo que se recomienda incorporarlos en pequeñas cantidades (80).

El mayor porcentaje de proteína cruda del material deshidratado fue del 15.86 %, superior al del sorgo (11.9%), y el maíz (8.6%), el uso de los desperdicios bajo estas condiciones no resulta práctico por el alto costo energético para reducir la humedad, podría utilizarse la deshidratación solar con grandes inconvenientes de manejo.

Cuando se incorporan desperdicios para la alimentación de animales deben considerarse los riesgos inherentes, como la toxicidad intrínseca de algunos vegetales, aparte de la presencia de patógenos y toxinas de la descomposición (81,82).

Regularmente todas las frutas y verduras se deterioran por factores como microorganismos bacterianos y hongos, esto puede controlarse mediante esterilización de los desperdicios, por su recolección selectiva y mediante la implementación de medidas preventivas como estudios bacteriológicos y bioquímicos del alimento que se suministra y exámenes rutinarios de los animales que consumen el desperdicio (19,21,23,83).

Para decidir la conveniencia de utilizar subproductos en la crianza de cerdos de engorda deben analizarse aspectos económicos y nutricionales, como disponibilidad de volúmenes suficientes del material durante el año, su costo de transporte y tratamiento en comparación con las fuentes convencionales, facilidad con que sufren descomposición y las posibilidades de adaptar instalaciones convencionales al manejo de materiales semilíquidos, así como la transmisión de olores, sabores o colores extraños a los productos animales (39,84).

Debido a la variabilidad en la composición bromatológica entre los diferentes subproductos estudiados resulta necesario mezclar estos para lograr un preparado de composición homogénea, ya que los porcentajes mínimo y máximo de proteínas fueron de 7.0 y 15.86 % respectivamente, grasa 0.71 al 3.08%, cenizas 2.7 al 10.6% y E.L.N. de 59.3 y 78.6%. El compuesto resultante de la mezcla de proporciones iguales de los desperdicios analizados tuvo valores promedio de proteínas 8.19%, grasa 1.76%, cenizas 4.95% y E.L.N. 74.79%, de esta forma podría predecirse la composición probable del preparado.

Mediante el método químico conservativo implementado en el presente trabajo se logró un manejo simple y económico de desperdicios de mercado y puede aplicarse a otros materiales para hacer más segura su utilización, aparte de facilitar su aprovechamiento, su costo principal resulta del consumo de ácido acético que se usa en bajas concentraciones, lo que hace factible el manejo de grandes volúmenes de subproductos en fresco para preservarlos hasta por una semana.

El pH del preparado sin tratar fue de 4.04 unidades, después de agregar el ácido tuvo un descenso de alrededor de 1.5 unidades, independientemente de su concentración, esto posiblemente se debió a

que la cantidad del ácido acético fue insuficiente para modificar en forma importante el pH original del compuesto, el mismo fenómeno sucedió por la adición del agente alcalinizante, que independientemente de su concentración produjo una elevación del pH de aproximadamente 3 unidades, en todos los casos el pH final se aproximó a la neutralidad,

El producto húmedo neutralizado puede descomponerse fácilmente, por lo que debe agregarse la cal poco tiempo antes de suministrar los desperdicios a los animales. El efecto calórico que aportó la melaza fue de 2,343 Kcal/Kg y su adición sólo contribuyó parcialmente para mejorar la palatabilidad del preparado con los cerdos (1).

A pesar de que las ratas experimentales recibieron el alimento pulverizado lo aceptaron completamente, sin que este provocara descenso de su peso normal durante el estudio, de lo que se infiere que las proteínas aportadas por los desperdicios vegetales fueron bio-disponibles y de buena calidad.

La pérdida de proteínas después del tratamiento ácido y de la adición de cal se debió al escurrimiento y compresión del material. Esto se hubiera evitado agregando cal concentrada al preparado debido a que al parecer se produjo solubilización de proteínas, por lo que resulta más conveniente suministrar el preparado semilíquido.

El fenómeno de solubilización proteica del material sometido a tratamiento alcalino produjo un aumento en el porcentaje de fibra de un 43% respecto al porcentaje presente en el material acidificado, sin que se apreciara ninguna relación con el porcentaje del álcali utilizado, este mismo fenómeno se produjo en las cenizas que tuvieron un descenso por la acción descalcificante del ácido acético, pa-

ra posteriormente elevarse por el agente neutralizante (hidróxido de calcio) que provocó un aumento de cenizas por la cal adicionada, a partir del porcentaje inicial de 4.95% se incrementaron en 7.3%.

Esto se comprobó al analizar la concentración de calcio en el preparado neutralizado, cuyo incremento fue análogo al de las cenizas (minerales) después de la neutralización. No hubo efectos del ácido o álcali sobre la concentración de fósforo, este elemento se mantuvo en un 0.13%.

La cantidad de fibra aumentó con la deshidratación, por lo que alcanzó porcentajes elevados limitantes para algunas especies de monogástricos (5% máximo para cerdos en desarrollo y 3.5 % para aves de engorda) (61), esto podría mejorarse tratando con álcalis para aumentar su biodisponibilidad, o al destinar este alimento para animales rumiantes, sin embargo no se evaluó este fenómeno (65).

No obstante lo anterior, los alimentos voluminosos o ricos en fibra son importantes para el buen funcionamiento del tracto gastro intestinal de algunas especies animales, particularmente en la fase de eliminación de los residuos alimenticios, debido a que aumentan el peristaltismo (85).

En algunos animales monogástricos la ingestión de grandes cantidades de fibra provoca irritación intestinal y otros trastornos, por el contrario la adición de fibra a alimentos que no la contienen disminuye la incidencia de diverticulitis y estreñimiento (85).

Las concentraciones de grasa no tuvieron variaciones, y además por la escasa cantidad en que se encuentra tiene una importancia relativa.

Las concentraciones de fibra en los alimentos de origen vegetal son variables, dependiendo del tipo de cultivo y del estado de madurez.

Con base en todo lo anteriormente señalado puede afirmarse que los desperdicios de mercado estudiados solamente deben utilizarse enriquecidos y mezclados con otras dietas balanceadas en cantidades pequeñas para cerdos, preferentemente en etapas finales de la engorda (con peso de 70 Kg o más), cuando su requerimiento proteico es menor y aumenta su capacidad para aprovechar la fibra (64), asimismo los cerdos sementales o cerdas en gestación podrían recibir volúmenes mayores del compuesto debido a que requieren dietas de mantenimiento y les favorecen los altos niveles de fibra (61).

Estos animales pueden consumir cantidades mayores de fibra por que su largo ciego y colon permiten cierto grado de fermentación de los materiales fibrosos por la acción de los microorganismos intestinales, de esta forma se evita su aumento de peso, el mismo efecto de restricción energética puede inducirse en sementales (86).

Para aumentar en los vegetales la escasa cantidad de proteínas se deben incluir ingredientes proteicos como harinas de; pescado, carne, plumas, sangre, soya, harinolina, productos lácteos, torta de linaza y gluten de maíz entre las principales, otras posibles fuentes son los desperdicios de cervecerías (granos secos), pecaderías, destilerías, comedores y desperdicios de huevos de incubadora (38,62).

Utilizamos desperdicios de huevos debido a que fue más fácil y económica su preparación.

La selección en el consumo de los desperdicios por los cerdos se debió a que los desechos de incubadora no se homogenizaron completamente con los vegetales, estos tienden a aglomerarse por su alto contenido de grasa, por lo que podrían usarse otros ingredientes.



de enriquecimiento.

Mediante estudios preliminares se observó que los desperdicios hidrolizados de pescaderías se homogenizan mejor que los desperdicios de incubadoras debido a que son fragmentos laminares e higroscópicos (absorbentes de humedad), que confieren una consistencia pastosa, además este material es más estable que el huevo, por lo que puede almacenarse por mayor tiempo (87).

En nuestro estudio los animales experimentales que consumieron desperdicios acidificados de vegetales aumentaron alrededor de la tercera parte del peso que alcanzaron los cerdos control después de 15 días que duró el estudio, asimismo su conversión alimenticia fue de 4.83:1 y de 2.20:1 respectivamente, de lo que resulta evidente que con el preparado de desperdicios, a pesar de estar enriquecidos fue necesario consumir el doble del volumen del alimento para ser comparables con los controles.

Por otra parte, el alimento experimental solo fue parcialmente aceptado por los animales, ya que rechazaron los subproductos que originalmente son ácidos (cáscaras de cítricos), que no se neutralizaron con cal para reducir costos, esto no pudo evitarse por la adición de melaza, pero se hubiera resuelto mediante la completa homogenización del desperdicio con un molino para húmedos.

Mediante estudios como el presente pueden identificarse los subproductos acidificados más aceptados por los cerdos y determinar otros desperdicios potencialmente aprovechables como ingredientes alimenticios. Los materiales estudiados son más convenientes para la alimentación de animales rumiantes, por lo que el proceso químico conservativo estudiado podría aplicarse para este propósito.

Independientemente de lo antes señalado, con nuestro trabajo fue posible comprobar la posibilidad de aprovechar desperdicios vegetales para cerdos, aunque en forma poco eficiente, por lo que resultan valiosos los resultados obtenidos por el aumento del número de explotaciones porcícolas que utilizan distintas clases de desperdicios orgánicos (9), cuyo manejo es impráctico por su rápida descomposición.

FINA

Elaborado en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos del INIA, en el Estado de Veracruz, por los señores: Lic. Juan Carlos Rodríguez y Lic. Roberto Rodríguez.

CONCLUSIONES.

- 1.- Los cerdos que consumieron desperdicios vegetales enriquecidos sufrieron un importante retraso en su desarrollo.
- 2.- Los desperdicios estudiados por sus altos niveles de fibra y humedad y escaso valor proteico no son adecuados en fresco para animales monogástricos.
- 3.- Los desperdicios de incubadoras utilizados como agentes de enriquecimiento proteico no resultaron convenientes.
- 4.- El ácido acético fue un buen compuesto conservador para los subproductos vegetales estudiados.
- 5.- El hidróxido de calcio neutralizó adecuadamente el compuesto acidificado.
- 6.- Los desperdicios vegetales en fresco deben utilizarse molidos y neutralizados para evitar rechazos por los animales y lograr un preparado de composición homogénea.

**BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- Garcia Ch.F. 1985. Técnicas y prácticas modernas en la cria del cerdo. primera reimpresión, editores mexicanos unidos, Mexico.
- 2.- Carbonell M.1983.El cerdo y su alimentación racional. primera edición, editorial SINTES, Barcelona, España.
- 3.- Perez G.F. 1976. Avances recientes sobre digestion y absorción en el cerdo. Porciraama No 58:10-16.
- 4.- Petrosyan F.R.;Shubin,V.A. 1977. Histology and histochemical aspects of the mocus membrane of the eosophageal and cardial parts of the stomach of pig.
- 5- Figeredo M.A. 1979. Algunos aspectos histológicos del TGI del cerdo y su relación con los procesos digestivos. Centro de investigaciones porcinas. La Habana.E.I.D.A.
- 6.- Ham W.A.;Cormach,H.D.1979.The digestive system. Histology J. Lippincott Company. Eighth edition.
- 7.- Argenzio R.A. 1984. Digestion, absortion and metabolism. Dukes physiology of domestics animals. Vail-Ballow. press U.S.A.Tenth edition.
- 8.- Church D.C. y Pond W.G. 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos, primera edición, editorial Acribia, Zaragoza, España.
- 9.- Rabanal L.M.;Rabanal G.J.M.;Rabanal B.S. 1977. Explotación porcina intensiva (aspectos técnicos económicos), segunda edición, ediciones BEA, Barcelona, España.
- 10.- Escamilla A.L.1970. El cerdo su cria y explotación, cuarta reimpresión, CECSA, Mexico.

- 11.- Bundy Cl.E., Diggins R.V., Christensen V.W. 1987. Producción porcina, sexta impresión, editorial continental S.A. Mexico.
- 12.- Necesidades nutritivas del cerdo. 1980. Subcomisión para porcinos Comisión de nutrición animal, junta de agricultura, consejo nacional de investigadores, segunda edición, editorial hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina.
- 13.- Scarborough C.C. 1987. Cria del ganado porcino. Novena reimpre-  
ción, editorial LIMUSA.
- 14.- Crampton E.W. y Harris E.L. 1974. Nutrición animal aplica-  
da. Segunda edición, editorial Acribia, Zaragoza, España.
- 15.- Vazquez M.J.; Aguilera A.; Ramirez P.J. 1987 Producción de ali-  
mentos balanceados en Mexico en: Sociedad Mexicana de biotecnología  
y bioingeniería A.C. Simposium internacional sobre biotecnología y  
alimentos. Congreso nacional de biotecnología y bioingeniería, Du-  
rango, Dgo. 23-25 jun.
- 16.- Florez M.L. 1988. El escandalo de la desnutrición. Información  
Científica y Tecnológica. CONACYT 10(144);37-40.
- 17.- Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1986. Ins-  
tituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría  
de Programación y Presupuesto.
- 18.- Illanes A.; Shaffeld G. 1981. Actividad enzimática en relación  
al deterioro y preservación de alimentos. Parte 1 alimentos  
6(2);48-52.
- 19.- Potter N.N. 1973. La ciencia de los alimentos. Primera edición,  
ed. EDUTEX S.A. Mexico
- 20.- Desrosier N.W. 1981. Conservación de alimentos. Decimoprimer  
a impresión Compañía editorial continental S.A. Mexico.

- 21.- Herson A.C., E. Hullam A. 1974. Conservas alimenticias. Segunda edición, ed. Acribia, Zaragoza, España.
- 22.- Karl H. 1977. Alimentos congelados tecnología y comercialización Cap. 1. Conservación de productos por congelación y por refrigeración. Primera edición, ed. Acribia Zaragoza. España P. 15-58.
- 23.- Frazier W.C. 1972. Microbiología de los alimentos. Segunda edición, editorial Acribia, Zaragoza, España.
- 24.- Bergeret G.B. 1963. Conservas vegetales: frutas y hortalizas Cap. 3. Métodos generales de conservación. Segunda edición Salvat editores S.A. Barcelona. España P. 33-42.
- 25.- Anónimo 1984. Como afectan los procesos de conservación al valor nutritivo de las frutas y verduras. Información Científica y Tecnológica 6 (95):39-41
- 26.- Luck E. 1981. Conservación química de los alimentos. Primera edición, ed. Acribia España
- 27.- Taylor R.J. 1980. Food aditives. Cap. 3. Primera edición, ed. John Wiley & son p. 13-72.
- 28.- Badui D.S. 1981. Química de los alimentos. Capítulo 9. Aditivos. Primera edición, ed. Alhambra Mexicana S.A. Madrid, España p. 322-358
- 29.- Fields M.L. 1979. Fundamentals of food microbiology. Chap. 13. Microbiology of chemically preserved foods and use of ultraviolet light in food establishments. First edition, ed. Avi Publishing Company, Inc. Westport. Connecticut U.S.A.
- 30.- FAO/OMS 1973. Lista de aditivos evaluados en cuanto a su inocuidad en el uso alimenticio, comición del codex alimentarios, primera serie 45-77.

- 31.- Olguin P.E. 1985. Producción de alimentos no convencionales para animales, en: *Prospectivas de la Biotecnología en Mexico* CONACYT. P. 149-173.
- 32.- De boer F.1980. Food waste disposal in Dutch livestock husbandry. *Livest.prod.Sci.* 7(1);3948.
- 33.- Kapsiotis G.D.1977. Food from residues and nutritional considerations. *Food nutr.*3(2):25-34.
- 34.- Powell T.W. 1975. Converting garbage (food waste) in to a safe animal feed ingredient (biomeal) *proc.annu.meet U.S. anim.health asso c.*(79);178-9.
- 35.- Wayne A. 1980. Food animal research :priorities for the 80s. *Feedstuffs* 52(29).
- 36.- Anónimo. 1981. Trasformar los desechos nuevo reto a la industria Sintesis bovina. *12(2):18-9.*
- 37.- Wilson P.N. 1977. The composition of animal feeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28(8):717-27.
- 38.- Garcia López P. M. 1988. Procesamiento de desperdicios de incubadora por un método físico-químico para su uso como ingrediente energético proteico en raciones animales. *Tiempos de Ciencia. Revista de Difusión Científica de la U.D.B.* (en prensa).
- 39.- Ortiz R. 1984. Premisas para la utilización de los subproductos agroindustriales en la alimentación animal. *Rvta. Cub. Cienc.Vet.*
- 40.- De la torre Lara M. 1985. Aprovechamiento de esquilmos agrícolas y residuos agroindustriales en:*Prospectivas de la biotecnología en México* CONACYT. P. 219-234.
- 41.- Soest P.J.,Van Robertson J.V. 1976. Composition and nutritive value of non-convetionals forages. *Proccedings cornell nutrition conference* 102-111.

- 42.- Mardi R. 1975. Agricultural byproducts for animal feeding in Malaysia No 31.14P.
- 43.- Poliwal V.K.;Yada V.K.R. and Krishna G. 1981. Note on proximate nutrient of agro-industrial byproducts and waste of Haryana. Indian J.anima.Sci. 51(12)1173-6.
- 44.- Kapsiotis G.D. 1979. Agricultural residues; quantitative survey. Analysis of a FAO identification survey of the utilization of residues of agricultural,forestry,fisheries and related industries.FAO Agricultural Services Bulletin vol 7 No 8.
- 45.- Chenost M.J.;Mayer L. 1977. Potential contribution and uses of agricultural industries byproducts in animal feeding. FAO animal production and health paper No4;87-110.
- 46.- Nutritional principles in utilization of waste and byproducts (review) occasional publication, British Society of animal production. No 3:13-17.
- 47.- Veterinary and legislative aspects relating to the feeding of byproducts and waste. Occasional publication, British Society of Animal Production No 3:19-24.
- 48.- Yu S.Y.;Ching G.C. 1978. Potential utilization of byproducts from the fruit industry as animal feedingstuffs. In feedingstuffs for livestock in South East Asia. Selangor Malaysia; Malaysian Society of animal Production. 352-60.
- 49.- Gutierrez H.M.E. 1982. Anteproyecto de una planta industrializadora de desechos orgánicos del mercado de abastos de Guadalajara Tesis profesional F.C.Q. U.D.G.
- 50.- Mowat D.N. 1980. Opportunity feeds for animals. Feedstuffs 52(25 );31-46.



- 51.- Granolirovanngge P.O. 1981. Pelleted food waste (for feeding of pigs) Suinovodstvo. No 1;16-17.
- 52.- Glukhmanyuk A. Mikitas R. Morozov A. 1977. Intensive fattening (of pigs) on food waste. Suinovodstvo. No 12;30-31.
- 53.- Ozerova V. 1977. Pelleted food waste for fattening pigs. Suinovodstvo. No 1;34-35.
- 54.- Babenko G.J.;Ozerova V.;Kulygin I. 1976. Fattening pigs on pelleted food waste. Suinovodstvo. No 2;26-27.
- 55.- Moroz z.;Tikhomirova A.;Drazdova N. 1976. Food waste and peat in rations for fattening pigs. Suinovodstvo. No 4;21-22.
- 56.- Flores M.J., A.Agraz G. 1979. Ganado porcino-cria, explotación e industrialización. Cap.12. Generalidades. Primera edición, ed LIMUSA, Mexico P. 399- 484.
- 57.- Estrada P.E. 1985. Engorde a sus cerdos con escamocha. Síntesis porcina 4(7): 46-51. 58.
- 58.-Mayen D.M., Cuarón J.A. 1984. Desechos de mercados para cerdos. Síntesis porcina 4(11)10-12.
- 59.- Manual de estadísticas básicas del estado de Jalisco. 1984 Secretaría de Programación y Presupuesto.
- 60.-Ifiguez G.M.J. 1982. Estudio bromatológico del jugo y bagazo de una mezcla de frutas y verduras en el primer periodo de descomposición. Tesis profesional F.C.Q. U.de G.
- 61.- INRA (Instituto Nacional de Investigaciones Agronomicas) 1985. Alimentación de animales monogástricos. Edición Mundi prensa, impreso en España.
- 62.- Concellon M.A. 1980. Porcinocultura 2. Alimentación, manejo, patologia y economia. Quinta edición, editorial AEDOS, Barcelona, España.

- 63.- Baird D.M.;Mc Campbell H.C. and Allison J.R. 1975. Effects of levels of fibre crude, protein and bulk in diets for finishing hogs. *Journal of animal science* 41(4);1039-47.
- 64.- Fahay G. 1982. Esquilmos y forrajes para cerdos. *Sintesis porcina* 1(2);15.
- 65.- Benitez J.G.;Huerta B.M. y Orca R.G. 1984. Consumo, digestibilidad y balance de nitrogeno en ovinos alimentados con rastrojo de maiz tratado con NaOH. *Chapingo*.43;44.
- 66.- Gibson D.L. 1980. Food additives. *Feedstuffs* 2(10).
- 67.- Napierala W.S. 1977. Food and economic value of acetic and lactic acids. *Przem.ferment.Rolny* 21(7);18-21.
- 68.- Anonimo 1981. Legislación alimentaria en materia de aditivos conservadores. *Alimentos*. 6(1);45-7.
- 69.-Kirk-Othmer 1961. Enciclopedia de tecnología química tomo I. Primera edición, ed. UTHEA P. 148-169.
- 70.- Primoyufera E. 1982. Química agrícola 3. Alimentos. Cap.2 Aditivos, editorial Alhalabrama S.A.Madrid,España.
- 71.- Nehrir H. 1978. The value of organic acid for preserving hay quality. *Dissertation abstracts international* 38(10):4578.
- 72.- Garlich J.D. Wyatt R.D.;Hamilton P.B. 1976. The metabolizable energy value of high moisture corn preserved with a mixture of acetic and propionic acids. *Poultry Science* 55(1);225-8).
- 73.- Knabe D.A. and Tanksley T.D. Jr. 1982. Organic acid preserved high moisture sorghum for growing-finishing swine *J.Anim.Sci.* 55(4):745 751.
- 74.- Vasan B.S.;Singaravadivel K.and Anthoni R.S. 1981. Control of spoilage of parboiled paddy during yard drying. *Journal of Food*

Science and technology 18(5):211-13.

75.-Lindner E. 1978. Toxicología de los alimentos. Primera edición, ed. Acribia, Zaragoza. España

76.-Especificaciones para la identidad y la pureza de ciertos aditivos alimentarios-ácidos, bases, tampones, agentes condicionadores de harinas y masas con levadura y otros. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación O.M.S. Reunión de expertos en aditivos alimentarios en Ginebra Suiza del 14 al 23 de Abril de 1975.

77.- Association of official analytical chemist 1970. Methods of analysis of the association of official analytical chemists. 11st. edition, Washington, D.C. U.S.A.

78.- Clarcke H.E.;Coates M.E.;Eva J.K.;Ford D.J.;Milner C.K.;O'donoghue P.N.;Scott P.P. and Ward R.J. 1977. Dietary standards for laboratory animals;report of the Laboratory Animal Centre Diets Advisory Committee. Laboratory Animals. 11:1-28.

79.- Ya-Lun chou.1977. Análisis estadísticos. Segunda edición. Nueva Editorial Interamericana S.A.de C.V. México,D.F.

80.- Mc Donald P.;Edwards R.A.;Greenhalgh J.E. D. 1979. Animal nutrition.Ed. Oliver and Oliver, Edimburgh.

81.- Forsyth A.A. 1968. Iniciación a la toxicología vegetal. Primera edición, editorial Acribia España.

82.- Fernandez E.E. 1981 Microbiología sanitaria agua y alimentos. Vol.1. Universidad de Guadalajara. Impreso en México.

83.- Montiel F.A.B. 1980. Ecología microbiana de los alimentos. Tomo 1 vol.2. Primera edición, editorial Acribia España.

84.- Hernandez B.J.M. 1980. Manual de nutrición y alimentación del ganado. Primera edición. Impreso en España, gráficos Ajenjo S.A.

85.- Maynard L.A.; Loosli J.K.; Hintz H.F. 1979. Nutrición animal. Impreso en México, editorial McGraw-hill de México.

86.- Gargallo J. 1986. Utilización de la fibra por los monogástricos: aspectos microbiológicos. Porcira (28); 31-42.

87.- Herrera Velasco J.M. 1988. Diseño de una cámara electrolítica para la hidrólisis y preservación de tejidos animales con fines alimenticios. Tesis profesional F.M.V.Z. U.D.G.

1440  
Quito

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS



1440  
Quito

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

SR. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ  
P R E S E N T E . -

Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido --  
aprobado el tema de Tesis "PRESERVACION QUIMICA DE DESPER-  
DICIOS VEGETALES DE MERCADO PARA INCORPORACION EN LA ALI-  
MENTACION DE ANIMALES OMNIVOROS" para obtener la Licencia-  
tura en Biología.

Al mismo tiempo informo a usted que ha sido acep-  
tado como Director de dicha Tesis el Q.F.B. Adolfo Cárdenas  
Oretega.



FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E  
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal., Marzo 14 de 1988

El Director

Dr. Carlos Astengo Osuna

El Secretario

Dr. José Manuel Copeland Gurdíel.

c.c.p. Q.F.B. Adolfo Cárdenas Ortega, Director de Tesis.-Pte.  
c.c.p. El expediente del alumno.

'mjsd

Enero 16 de 1989.

DR. CARLOS ASTENGO OSUNA.  
Director de la Facultad de Ciencias  
Universidad de Guadalajara  
P r e s e n t e.

Estimado doctor Astengo Osuna:

Por este medio comunico a usted que el Sr. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ, pasante de la licenciatura en Biología con número de registro 079257257 ha concluido satisfactoriamente el trabajo de tesis titulada: Preservación química de desperdicios vegetales de mercado para su incorporación en la alimentación de animales omnívoros, realizado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Asimismo le informo que he revisado el manuscrito de la tesis y considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad a su digno cargo.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle mi más cordial saludo.

Atentamente:



Q.F.B. ADOLFO CARDENAS ORTEGA  
Director de tesis.