

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Reutilización de soluciones de ac. acético en el procesamiento experimental de desperdicios de incubadora aprovechables como ingrediente alimenticio.

Tesis profesional para obtener el título de Médico Veterinario Zoot.

PRESENTA

Leonardo Alfonso Ramírez Guerra.

Asesor: M.V.Z. Pedro M. García López.

Guadalajara Jalisco. Enero 1989.

CON AGRADECIMIENTO:

A DIOS:

Por permitirme llegar a este punto culminante de mi vida.

A MIS PADRES: Alfonso y Mercedes.

Por su incondicional apoyo durante todas las etapas de mi vida.

A MIS HERMANOS:

Por su apoyo.

A MIS ASESORES:

M.C. Joaquín García Estrada.

M.V.Z. Pedro M. García Lopez.

Por su apoyo desinteresado en la realización de este trabajo.

A MIS MAESTROS:

Guías esenciales en la culminación de mi carrera.

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

Por el apoyo financiero que me fue otorgado para la realización del presente trabajo.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA:

Mi universidad por haberme formado y hecho de mí un profesionalista

CONTENIDO

PAGINA.

Resumen.

INTRODUCCION

1-3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4

HIPOTESIS, OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES.

5

MATERIALES Y METODOS

6-9

RESULTADOS

10-18

DISCUSION

19-20

CONCLUSIONES

21

Bibliografia

22-23

## RESUMEN

Debido a que regularmente se producen desperdicios de incubadora y de estos alrededor del 35% son productos completamente desarrollados que a pesar de su elevado valor nutricional se desaprovechan completamente, se realizaron experimentos encaminados a reducir el costo de un procedimiento experimental que se basa en el uso de ácido acético para transformar en poco tiempo estos desperdicios en un ingrediente alimenticio bajo condiciones de alta temperatura y presión

Se utilizaron soluciones de ácido acético al 0, 3, 6, y 8% con las relaciones Vol.de Sol./ Peso del desperdicio 3:1 y 2:1 para conferir las siguientes características al producto pretratado: Estabilidad para el almacenamiento, conservación del valor nutricional original, aumento de la biodisponibilidad y reducción del contenido de cenizas

Se realizó una primera serie de experimentos para seleccionar el mejor tratamiento con base en el contenido de proteínas que variaron del 34 al 57% grasa 30% y cenizas que se redujeron hasta un 85% respecto a los controles ( 0% de ácido acético ) una de las mejores combinaciones fué la solución de ácido acético al 8% relación Vol. de Sol./ Peso del desperdicio 3:1 con lo cual se obtuvo el menor contenido de cenizas y el mayor de proteínas. Posteriormente se hicieron otros experimentos para reducir el costo del procedimiento mediante la reutilización de una solución inicial de ácido acético al 8% que se empleó para dos tratamientos adicionales con la incorporación en cada vez de un 37% del volumen original de ácido, mientras que al control solo se le agregó agua bajo las mismas condiciones físicas descritas excepto por el uso de una parrilla para inmersión completa del material

Al finalizar el estudio en el grupo experimental se encontraron 204.8 gr. de cascarón; y en el grupo control resultaron 708.80 gr., el primer valor indica que se produjo un 72% de solubilización del cascarón correspondiente a 144 huevos repartidos en tres experimentos

La reutilización de la solución de ácido acético permitió un ahorro del 33% en el gasto del volumen de ácido, además el material conservó las características de estabilidad al almacenamiento, valor nutricional y bajo contenido de cenizas respecto al procedimiento inicial.

# REUTILIZACION DE SOLUCIONES DE AC. ACETICO EN EL PROCESAMIENTO EXPERIMENTAL DE DESPERDICIOS DE INCUBADORA APROVECHABLES COMO INGREDIENTE ALIMENTICIO.

## INTRODUCCION

En la actualidad existen plantas incubadoras que estan especializadas en la producción de aves para la obtención de huevo o carne, la tendencia de esta industria es hacia el aumento de los volúmenes de producción, por lo que estos centros son cada vez más grandes y se encuentran en menor cantidad por la concentración que tiende a eliminar las pequeñas plantas incubadoras ( 11 ).

Regularmente durante el proceso de incubación solo resulta viable un 85% de la cantidad original de huevos fecundados, el resto está formado por huevos infértiles, embriones no desarrollados y productos a termino que no lograron eclosionar, el conjunto de todos estos representa un volumen considerable de material altamente contaminante ( 9 ).

Se han hecho bastantes intentos para manejar de forma eficiente este material, como la implementación de sistemas automatizados de eliminación de desperdicios en la propia planta incubadora, lo que resulta bastante práctico debido a que permite una disminución importante del volumen original de los desechos, un mejor aprovechamiento de vehículos de transporte y de mano de obra; sin embargo la instalación de este equipo resulta bastante costosa debido a la necesidad de importación ( 2 ).

Otra forma de eliminación en algunas plantas incubadoras es la selección de los desperdicios de huevos no fértiles para su venta a la industria Químico/Farmacéutica que los utiliza en la elaboración de productos para el pelo con lo que se obtiene un beneficio económico adicional, ya que los porcentajes de este material son los mayores, a pesar de que no son constantes entre las distintas plantas incubadoras ( 10 ).

Por otra parte, además de las simplificaciones operativas para la eliminación de estos desperdicios, deben considerarse las normas establecidas por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología en la Ley Federal de Protección al Ambiente en su capítulo 5 (De la Protección de los Suelos) en su artículo 36 que establece que los residuos sólidos provenientes de usos agropecuarios deberán contar con previo tratamiento a efecto de prevenir la contaminación del suelo, mantos acuíferos, ríos, cuencas. etc. por lo que esta podrá celebrar acuerdos para la formulación de programas tendientes a reutilizar y/o eliminar de una forma eficiente dichos desperdicios ( 7 ).

Una alternativa para el procesamiento de estos desperdicios es su transformación en harinas a través de cocción y deshidratación convencionales. La composición proteica y mineral de este material ha hecho posible su utilización como ingrediente alimenticio de buena calidad en dietas para distintas especies animales, entre estas los peces y pollos de engorda (6,14).

Uno de los factores limitantes para el uso de este material en la alimentación es el elevado contenido de calcio que resulta de su transformación, por lo que solo se pueden incluir bajos porcentajes en sustitución de las fuentes proteicas convencionales, excepto en el caso de gallinas ponedoras que requieren tres veces más calcio en la ración que los pollos de engorda, por esta razón se han logrado alcanzar niveles de inclusión de hasta un 16% del material en sustitución de soya con excelentes resultados ( 13. )

Debido a la composición química de los huevos incubados y por la modificación en las condiciones físicas de almacenamiento del material al final del proceso de incubación, la putrefacción ocurre rápidamente a temperatura ambiente, particularmente en temperaturas superiores a los 30 C.

A pesar que la deshidratación es un método de preservación física adecuado, el material pulverizado tiende a descomponerse cuando se almacena, por la oxidación de grasas y crecimiento de microorganismos, aunque permanece estable por mayor tiempo.

Se han realizado trabajos para prolongar el tiempo de preservación de estos desperdicios utilizando ácidos fuertes como el clorhídrico, orgánicos como el láctico y otros que confieren estabilidad suficiente para el almacenamiento hasta por dos semanas sin que ocurran los cambios característicos de la descomposición ( 5 ).

Recientemente se reportó un tratamiento experimental para huevos provenientes de desperdicios de incubadora, mediante la aplicación simultánea de calor/presión con el uso de CH<sub>3</sub>COOH como agente solubilizante, de lo que resulta un material con bajo contenido de cenizas y suficiente estabilidad para almacenarlo varios meses una vez deshidratado ( 3. ).

La eliminación química del cascarón que se produce (solubilización) permite aumentar los porcentajes de inclusión de este ingrediente en raciones alimenticias; por lo que este método es superior a todos los tratamientos previamente establecidos de cocción y deshidratación del desperdicio completo ( 10 ).

De las tres distintas categorías que componen los desperdicios de incubadora; productos a término, embriones en estados intermedios y huevos infértiles, cada una posee una composición bromatológica diferente que es necesario considerar para establecer la posibilidad de su inclusión como fuente protéico/energética no convencional, de esta forma podría resolverse el problema de su eliminación, además de lograr el aprovechamiento de su valor nutricional previo tratamiento.

Por otra parte, se han incorporado a raciones para cobayos embriones de pollo fresco esterilizados y molidos que previamente se utilizaron para diagnóstico viral, después de tres generaciones bajo este régimen alimenticio no se apreciaron efectos adversos, como problemas reproductivos, retardo de la ganancia de peso o alteraciones entéricas ( 4. ).

Es posible validar la utilización de los embriones de los desechos de incubadora como ingrediente no convencional, ya sea para la alimentación de animales de laboratorio o especies exóticas de zoológico que tengan entre sus características intrínsecas elevados requerimientos protéicos y de aminoácidos específicos.

Se pretenden mejorar las condiciones de operación del procedimiento experimental mencionado, con base en el mantenimiento de la capacidad de solubilización del carbonato de calcio de los huevos en la solución descalcificante y fijadora compuesta por CH<sub>3</sub>COOH en agua, para de esta manera utilizar esta repetidamente hasta los límites de saturación, ya que resulta evidente que la cantidad de CaCO<sub>3</sub> solubilizada del cascarón está directamente relacionada con la concentración de ácido acético disuelto, y esta se reduce debido a la neutralización progresiva del ácido por la siguiente reacción:  $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ . a partir del análisis de los valores de pH reportados por García y col. en el tratamiento de la fracción del huevo no fértil con la solución de ácido acético, y de acuerdo con la ecuación de Henderson-Hasselbach puede

deducirse que después de un primer ciclo del procesamiento permanece sin reaccionar una cantidad determinada de ácido acético, por lo que puede pensarse en reutilizar las soluciones para otros procesos, siempre y cuando se repongan las cantidades perdidas de ácido acético en solución, ya sea en forma de vapor al aliviar la presión o durante el procesamiento al combinarse con otros elementos, de tal forma que con la reposición del ácido la eficiencia química del proceso se mantendría. Una limitación para mantener la capacidad de solubilización de la solución a partir del segundo proceso es la presencia de iones de Ca, que reduciría la solubilización subsecuente del cascarón por efecto de competencia del ion común (8.).

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad se ha desarrollado un método para la transformación de desperdicios de incubadora en un ingrediente alimenticio con bajo contenido de minerales y de buena calidad protéica mediante tratamiento con ácido acético, con esto se evita la contaminación del suelo y mantos acuíferos por la descomposición del material y además se aprovecha el valor nutricional de los subproductos, sin embargo debido al costo del procedimiento original es necesario establecer las medidas para economizarlo sin que se afecten las características ni la calidad del material resultante, por lo anterior se hace necesario realizar una serie de experimentos y determinaciones que permitan conseguir los objetivos propuestos con base en el conocimiento de las reacciones que suceden entre los distintos reactantes, lo cual es el motivo principal del presente estudio.



## HIPOTESIS

Si mediante la incorporación adicional de ácido acético a una solución con iones de calcio disueltos es posible restaurar su capacidad solubilizante, luego entonces, se podrá reutilizar esta hasta la neutralización completa del ácido sin disminución de la calidad del material orgánico pretratado.

## OBJETIVO GENERAL.

Demostrar que se puede reducir el costo del procesamiento experimental de desperdicios de incubadora (productos desarrollados que no eclosionaron) mediante reposición de la cantidad necesaria de la mezcla reactante.

## OBJETIVOS PARTICULARES .

Valorar la capacidad de reutilización de la mezcla original de ácido acético en agua conservando la calidad del material orgánico tratado con esta, mediante el reestablecimiento de la capacidad reactante.

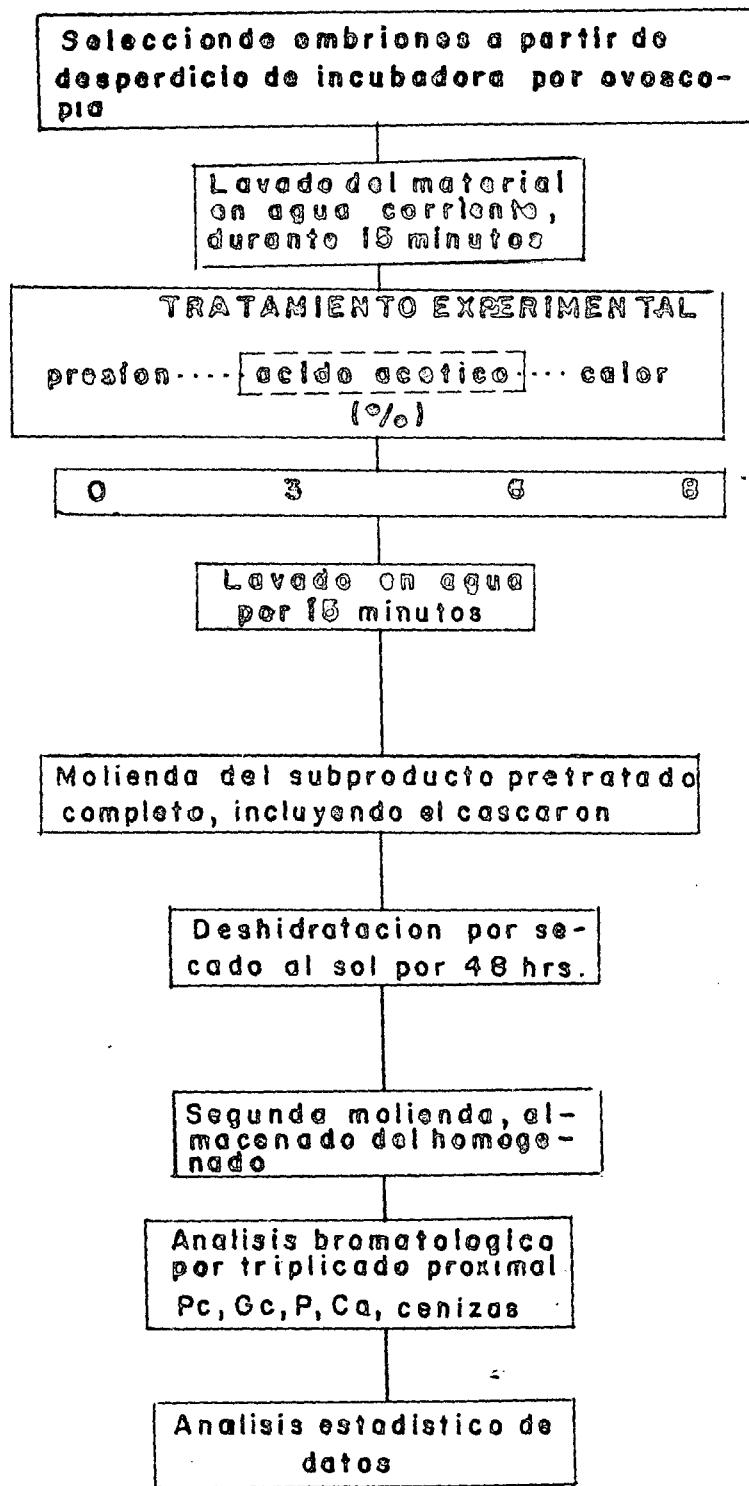
Determinar la composición bromatológica, y el contenido de Ca y F de los desperdicios pretratados.

## JUSTIFICACION.

Por la necesidad de aumentar la factibilidad de implementar el proceso experimental a escala semi-industrial para el aprovechamiento de desperdicio de incubadora se pretende reutilizar en dos ocasiones la solución solubilizante de carbonato de calcio del cascarón mediante recuperación de su capacidad reactante, de lo que resulta una optimización del proceso al reducirse el costo en alrededor de un tercio, además de poder eliminar una solución saturada sin riesgo de contaminación ambiental.

PRIMERA ETAPA  
PROCESO EXPERIMENTAL PARA TRATAMIENTO DE EMBRIONES CON  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$

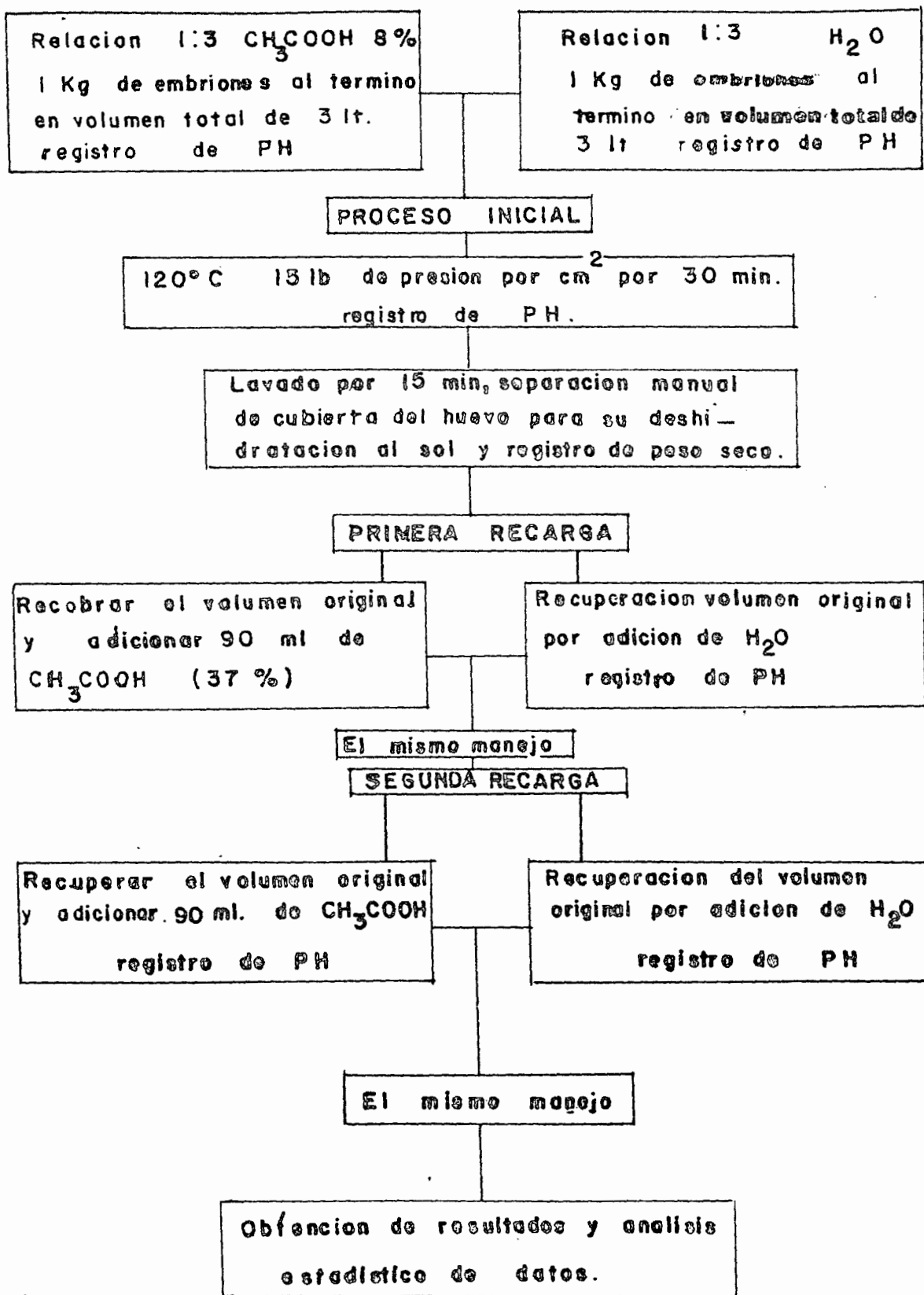
Relacion vol. de sol. / peso del desperdicio 2:1 y 3:1



## SEGUNDA ETAPA

Proceso de reutilización de soluciones de ácido acético.

Efectos sobre el cascaron.



## MATERIALES Y METODOS.

Para el presente trabajo se utilizaron desperdicios de incubadora de una empresa localizada en la ciudad de Guadalajara especializada en la producción de aves para engorda.

### DISEÑO EXPERIMENTAL.

Inmediatamente después de un ciclo de incubación (21 días) se seleccionaron mediante transiluminación huevos conteniendo productos a término que no lograron eclosionar y se lavaron en agua corriente durante 15 min. para eliminar contaminantes.

Los experimentos se realizaron siguiendo un diseño factorial que consistió de cuatro concentraciones de ácido acético disuelto en agua de la llave (0,3,6 y 8%) y dos relaciones Volumen de solución/Volumen de desperdicio (3:1 y 2:1). Para cada una de las relaciones se realizaron experimentos con las cuatro concentraciones del ácido, de lo que resultarán 8 combinaciones, cada experimento individual se repitió en tres ocasiones procesando 4 Kg. de desperdicio en cada tratamiento.

### PRIMERA ETAPA.

Para todos los tratamientos se utilizó una autoclave de 40 lts. de capacidad en la que se depositaron separadamente las soluciones control (0% de ácido acético) y experimentales, el material se sometió a 120 C de temperatura y 15 libras de presión/cm<sup>2</sup> por 30 min. para luego lavarse en agua corriente durante 15 min. y homogenizarse en un molino mecánico para granos, luego se deshidrató por exposición directa al sol durante 48 hrs en bastidores de madera de 1 m<sup>2</sup> con malla de plástico de poro cerrado, para molerse por segunda vez y obtener un pulverizado más fino que se conservó en bolsas de polietileno debidamente identificadas. Al pulverizado se le practicó un análisis bromatológico, además de la cuantificación de Ca y P de acuerdo a las técnicas descritas por la Association of Official Analytical Chemists (1.).

Los valores obtenidos se expresan como la X de tres determinaciones y se sometieron a un análisis estadístico de varianza seguido de la prueba de Tukey (12).

### SEGUNDA ETAPA

A partir de los resultados que mostraron durante la primera etapa la mejor solubilización del cascarón y estabilidad del producto se seleccionó una de las soluciones con ácido acético para realizar una serie experimental adicional compuesta por tres repeticiones, que se compararon contra un grupo control en el que solamente se utilizó agua.

En estos experimentos se repitieron las mismas condiciones operativas del tratamiento físico/químico anteriormente descritos, con el uso de una parrilla de alambre ajustada al diámetro interior del autoclave para sumergir completamente el desperdicio, al finalizar el procedimiento y después de lavar el material se separaron los cascarones de los grupos control y experimental que se deshidrataron al sol para registrar su peso en una balanza granataria con 1 gr de sensibilidad.

Con la solución remanente se repitió un segundo y tercer tratamiento con 1 Kg. de desperdicios respectivamente, sin embargo para cada vez se recuperó el volumen inicial de la solución perdido por evaporación.

mediante la adición de ácido acético en una cantidad equivalente al 37% de la concentración original y la incorporación de agua hasta alcanzar 3 lts. de solución total, este mismo volumen se completó con agua en el grupo control.

A través del estudio se registró el pH al inicio y final del tratamiento físico/químico mediante un potenciómetro Corning.

El cálculo de la solubilización del cascarón se expresó como la diferencia entre el peso de los cascarones sin fárfaras del grupo control y experimental. Mediante la prueba estadística T de "Student" se compararon las medias resultantes de las tres determinaciones a un nivel de significancia del 0.05%.

## RESULTADOS

La eficiencia en la selección de productos a término que no lograron eclosionar, mediante trasluminación fué de 98%, el material restante consistió de embriones en diferentes estadios de desarrollo que se identificaron fácilmente al final del procesamiento experimental, el porcentaje de embriones en el desperdicio completo fué del 35%.

Las soluciones con mayor concentración de ácido acético produjeron una mayor flotabilidad del material sumergido, el valor promedio del pH inicial de las soluciones experimentales, fué de 2.6 a 3.0, en estas se produjo un aumento de alrededor de 1.98 unidades de pH por la liberación de carbonatos y proteínas presentes en los huevos; mientras que en las soluciones control el aumento fué de 2.12 unidades al finalizar el proceso experimental.

En los grupos control no se produjo solubilización del cascarón, los desperdicios tratados con ácido acético revelaron una remoción variable del cascarón sumergido en la solución, además durante el lavado se eliminó una cantidad adicional del cascarón.

El material pretratado se molió fácilmente en fresco, el homogenado resultante se deshidrató por exposición directa al sol en un lapso de 36 a 48 horas, con lo que adoptó una apariencia de aglomerado consistente, de olor cárnico color café claro que contenía plumón y con un porcentaje de humedad inferior al 10%.

Después de una segunda molienda se logró un pulverizado fino que representó el 20% del peso húmedo original de los desperdicios antes de su procesamiento.

El pulverizado se almacenó en un lugar fresco y seco sin antioxidantes o conservadores durante 10 meses sin que se observaran signos de deterioro o rancidez en las muestras tratadas; mientras que en los controles se produjo deterioro.

## CENIZAS

La mayor solubilización del cascarón y disminución del contenido de cenizas se logró con las concentraciones del 6 y 8% de ácido acético en ambas relaciones Volumen de Solución/Peso del desperdicio, en los controles se encontró la mayor cantidad de cenizas y el contenido mineral del resto de los tratamientos alcanzó valores comprendidos entre los anteriores. Fig.1

## CONTENIDO PROTEICO

Los mayores porcentajes protéicos ( base seca ) resultaron del material tratado con ácido acético al 6 y 8% y fueron de 56.41 y 57.15% respectivamente en la relación 3:1 Vol. de Sol./ Peso del desperdicio y de 52.23% con ácido acético al 8% de la relación 2:1. El valor protéico del grupo experimental tratado con ácido acético al 6% relación 2:1 estadísticamente no difiere del material tratado con ácido al 3% en ambas relaciones. Mientras que el contenido protéico de los grupos control fue semejante al grupo tratado con ácido acético al 3% de la relación 2:1 Fig. 2.

Tanto en los grupos control como experimentales se encontró una relación inversamente proporcional entre el porcentaje protéico y el contenido de cenizas.

## CUANTIFICACION DE CALCIO Y FOSFORO.

Los menores porcentajes de Ca en el material pretratado resultaron con...

las concentraciones al 6 y 8% de ácido acético en la relación 3:1 Vol. de Sol./ Peso del desperdicio, mientras que la cantidad de Ca presente después del tratamiento con ácido acético al 3% en ambas relaciones y la del material tratado con ácido acético al 6 y 8% de la relación 2:1 no fueron diferentes entre si, los controles revelaron la mayor cantidad de Ca a través del estudio Fig. 3.

El contenido de fósforo de los controles fué semejante al resto de los tratamientos experimentales, mientras que los mayores valores se encontraron con los tratamientos al 3% de ácido acético en ambas relaciones y 6% de la relación 3:1 Fig.4.

#### CONTENIDO DE GRASA.

La concentración de grasa en el material control y experimental fué comparable entre todos los tratamientos y representó aproximadamente un 30% ( cuadro 1 ).

#### REUTILIZACION DE LAS SOLUCIONES DE ACIDO ACETICO.

Con la parrilla ajustada al diámetro interno del autoclave se sumergieron completamente los desperdicios, esto mejoró bastante la solubilización del cascarón por el tratamiento experimental.

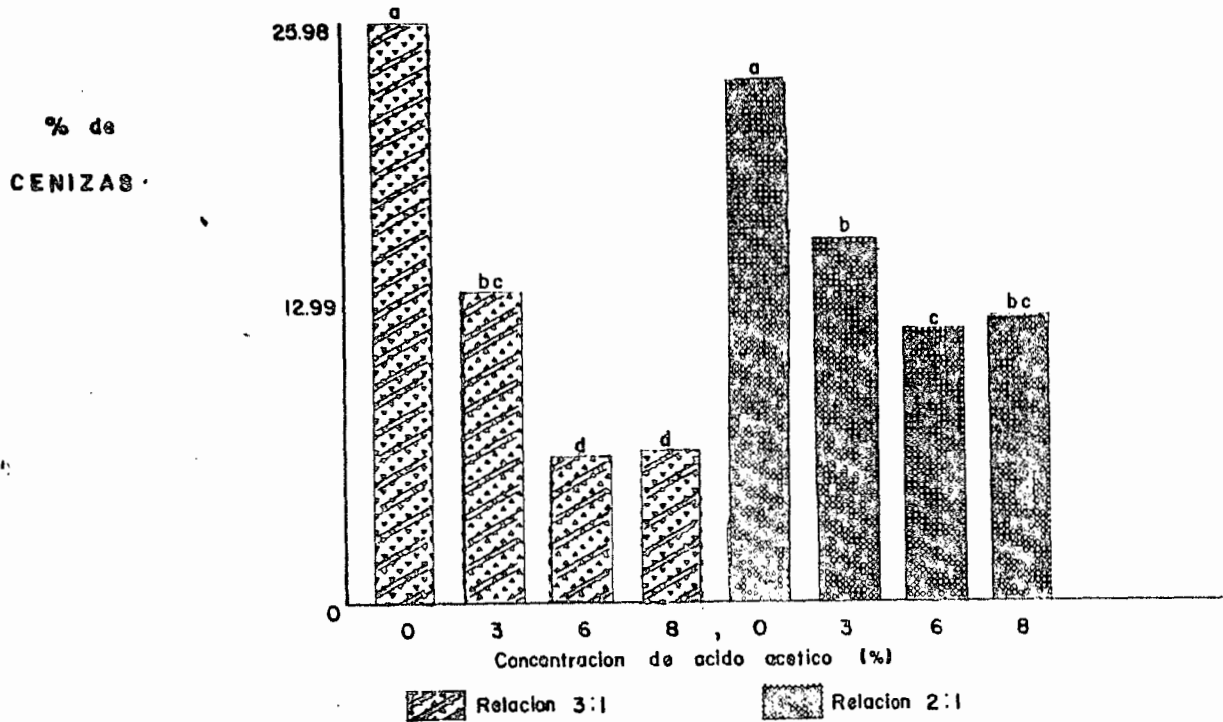
El incremento de pH en la solución control y experimental al finalizar el proceso fué de 1.06 y 1.71, respectivamente, el aumento de pH después del segundo y tercer proceso con la misma solución experimental estuvo comprendido entre 0.58 a 0.39 unidades, mientras que el pH de la solución control mostró un descenso de 0.23 unidades de pH en el segundo proceso y en el tercero tuvo un aumento de 0.11 unidades. ( cuadro 2 ).

El cascarón de los huevos control permaneció intacto a través del estudio; los cascarones del grupo experimental se solubilizaron completamente después del primer proceso y parcialmente en los otros dos tratamientos adicionales.

La cantidad total de cascarones solubilizados en la muestra experimental fué de 504.55 gr. de 144 huevos, que representan el 72% en comparación con la cantidad presente en las muestras control que contenían 708.80 grs. (  $p < 0.05$  ) cuadro 3. Después de cada proceso se perdieron alrededor de 500 ml de solución por eveporación tanto en los grupos control como experimental.

CONTENIDO PORCENTUAL DE CENIZAS  
EMBRION

Fig. 1



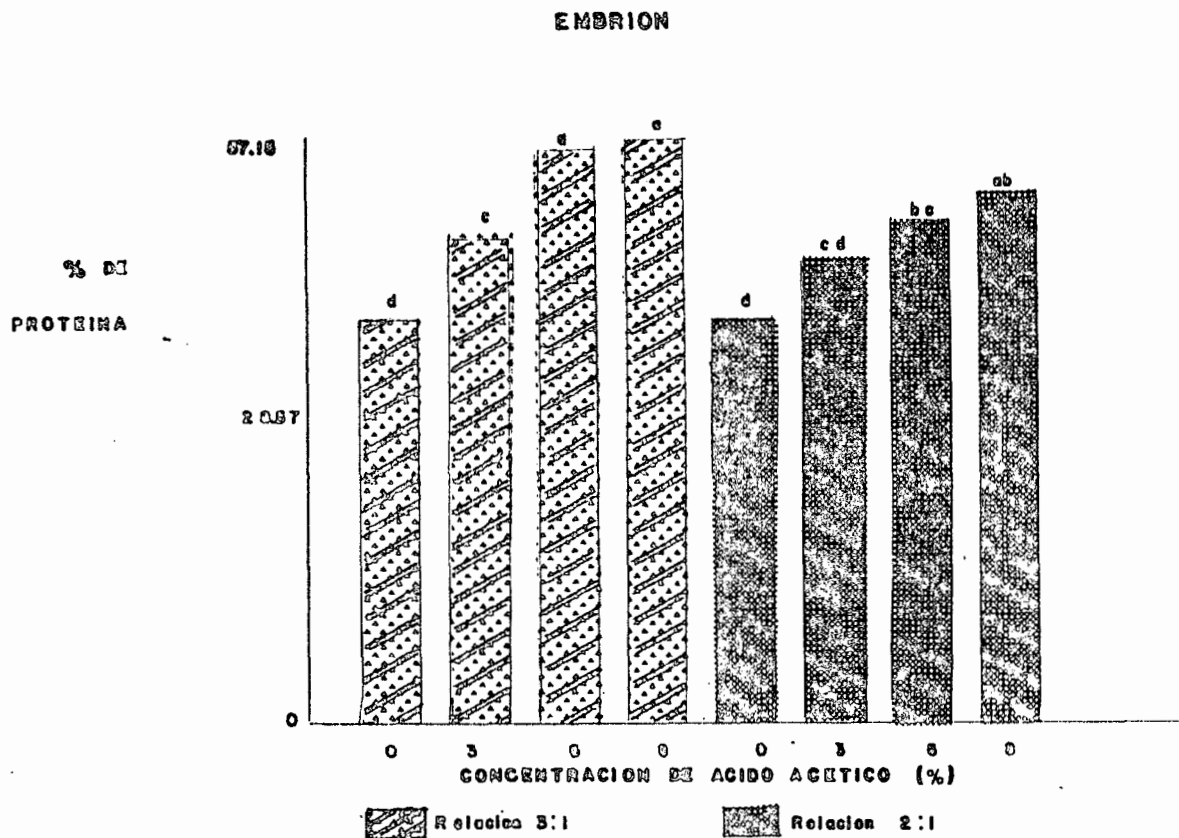
\* LAS MISMAS LITERALES INDICAN QUE NO EXISTE DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA (P<0.05).

\*\* LOS VALORES SON EXPRESADOS EN BASE SECA.



CONTENIDO PORCENTUAL DE PROTEINA

Fig. 2



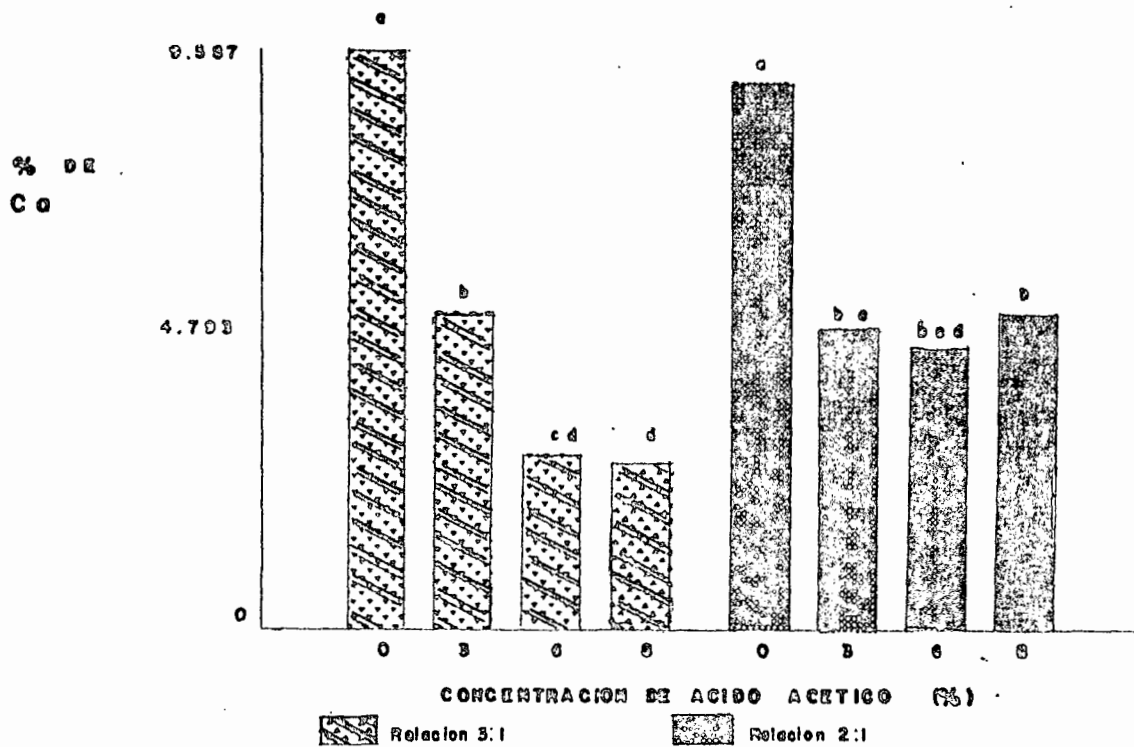
\* LAS MISMAS LITERALES INDICAN QUE NO EXISTE DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ( $p < 0.05$ ).

\* \* LOS VALORES SON EXPRESADOS EN BASE SECA.

VARIACIONES EN EL PORCENTAJE DE  $C_0$  PRESENTE EN LA MUESTRA

Fig. 3

EMBRIÓN.

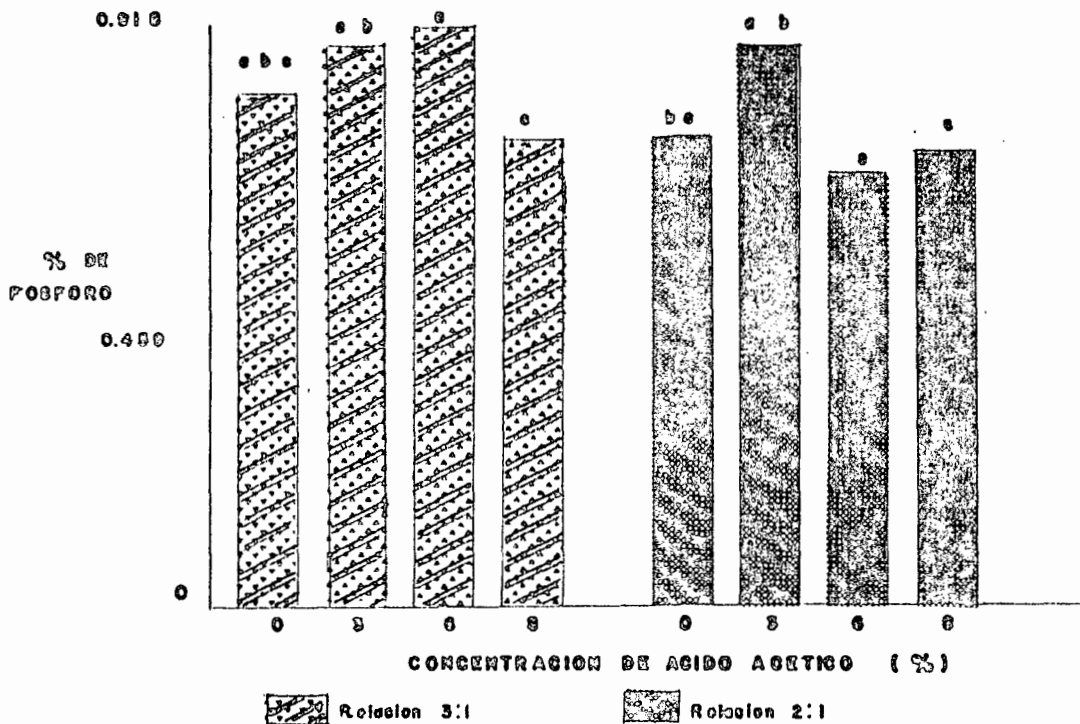


\* LAS MISMAS LITERALES INDICAN QUE NO EXISTE DIFERENCIA ESTADÍSTICA SIGNIFICATIVA ( $p < 0.05$ )

\*\* TODOS LOS VALORES SON EXPRESADOS EN BASE SECA.

CONTENIDO PORCENTUAL DE FOSFORO  
EMBRION

Fig. 4



LAS VALORES CON LAS MISMAS LITERALES INDICAN QUE NO EXISTE DIFERENCIA ESTADÍSTICA SIGNIFICATIVA ( $p < 0.05$ )

TODOS LOS VALORES SON EXPRESADOS EN BASE SECA.

CUADRO I

PORCENTAJE DE GRASA						
Relacion 3:1 vol/peso			Relacion 2:1 vol/peso			
	$\bar{X}$	S.D	C.V %	$\bar{X}$	S.D	C.V %
CONTROL	31.70	4.77	18.04	32.16	2.67	8.30
ACIDO ACETICO 8 %	32.69	2.44	7.40	32.11	0.76	2.30
6 %	31.89	0.36	1.13	30.09	2.03	6.85
4 %	30.72	2.07	6.75	31.03	1.61	5.04

CUADRO 2

P.H.	EXPERIMENTAL			CONTROL		
	INICIAL	FINAL	$\Delta$	INICIAL	FINAL	$\Delta$
PROCESO						
INICIAL	1.77	3.48	1.71	7.91	6.97	1.06
PRIMERA RECARGA	3.18	3.74	0.56	6.77	6.64	- 0.23
SEGUNDA RECARGA	3.40	3.79	0.39	6.34	6.45	0.11

VALORES PROMEDIO DE TRES DETERMINACIONES.

CUADRO 3

	CONTROL			EXPERIMENTAL		
	Pesos nota del cascara (en gr)					
PROCESO INICIAL. 1	91.5	91.0	79.3	0	0	0
PRIMERA RECARGA 2	65.0	72.7	74.1	25.0	26.4	30.98
SEGUNDA RECARGA 3	90.1	79.8	90.6	41.0	39.4	30.6
TOTAL	224.4	233.2	249.2	67.0	67.0	60.66
	$\bar{x} = 233.6$ $DE = 9.487$ $CV = 4.04$			$\bar{x} = 66.41$ $DE = 2.14$ $CV = 3.27$		

LAS DISMINUCIONES DEL PESO DEL CASCARON FUERON ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVAS ( $p < 0.05$ )

## DISCUSION.

La separación mediante trasluminación de los productos a término que no lograron eclosionar de los que interrumpieron su desarrollo en fase temprana o tardía resultó impráctica.

La disminución de acidéz en los tratamientos experimentales indica que solo se produjo neutralización parcial del ácido acético por la solubilización del cascarón, tal como fué reportado previamente por García y col. ( 3 ); aparte, la formación de ácido carbónico por la reacción entre el carbonato de Ca y ácido acético contribuyó a mantener la acidéz en las soluciones experimentales.

La variación en el contenido de cenizas fué inversamente proporcional a la concentración de ácido acético, con la mayor cantidad resultaron las menores concentraciones de Ca.

Con base a lo anteriormente señalado se seleccionó el mejor tratamiento para obtener material pretratado con los menores niveles de Ca.

La variación en el contenido de fósforo entre los tratamientos no tuvo un efecto atribuible a las condiciones experimentales, por lo que su comportamiento fué diferente al de Ca.

La concentración de proteína de 56.41 y 57.15% resultantes de los tratamientos con 6 y 8% de ácido acético de la relación 3:1 y 52.23% con ácido acético al 8% relación 2:1 fueron superiores a los niveles protéicos de los principales granos que se utilizan en la alimentación animal como soya, cártamo y girasol; sin embargo antes de sustituir parte de estos ingredientes por otros no convencionales como el del presente estudio es necesario evaluar su calidad aminoacídica y disponibilidad respecto a la especie que lo consumirá.

Debido al contenido de grasas en el subproducto resultante de los distintos tratamientos, sería necesario determinar la calidad y estabilidad de este mediante análisis cualitativos como índice de peróxido, Iodo y acidéz.

Con esto se podría conocer el tiempo máximo de almacenamiento del producto, contenido de ácidos grasos esenciales y acil-gliceridos.

Una de las desventajas resultantes de la grasa ( 30% ) en el material pretratado es que favorece la oxidación, por lo que para almacenarse deberan agregarse conservadores que retarden este fenómeno (15).

Las muestras almacenadas después del tratamiento con ácido acético mostraron mayor resistencia al deterioro que las muestras control, esto obedece al efecto fijador y preservador del ácido acético (16); además, durante el tratamiento experimental se forma acetato de Ca que es un inhibidor del crecimiento bacteriano ( 17 ).

El uso de la parrilla de inmersión produjo buenos resultados, ya que se solubilizó toda el área del cascarón que bajo otras condiciones permanecía flotando.

Una de las principales limitaciones para la reutilización de soluciones de ácido acético es la conservación del efecto solubilizante para el carbonato de Ca de los cascarones, por el aumento de la concentración de los iones de Ca disueltos después del tratamiento experimental, sin embargo, la adición complementaria de ácido acético en este estudio permitió disminuir el efecto del ion común ( 8 ) y se recuperaron parcialmente las propiedades originales de la primera solución experimental, como consecuencia de esto solo se necesitaron 400 ml de ácido acético al final del experimento para tratar 3 kg. de desperdicio, de otra manera se hubieran requerido 720 ml para la misma cantidad de huevos.

Por otra parte, las soluciones remanentes al final de la serie de tres experimentos con recarga de ácido acético podrían reutilizarse para otros dos procesos sin que disminuyera la calidad del producto resultante tal como se comprobó en experimentos adicionales en los que se produjo un resquebrajamiento del cascarón que permitió retirarlo fácilmente, lo cual no ocurre con la cocción simple.

Con la reutilización de soluciones de ácido acético se reduce hasta en un 33 % el costo del procedimiento. Una alternativa adicional de abaratamiento sería la obtención de ácido acético por fermentación a partir de etanol o frutas(18).

Por otra parte, para confirmar la presencia de sales de calcio solubilizadas por el tratamiento experimental se indujo su precipitación con la adición de 15 ml. de ácido sulfúrico (grado industrial) a 2.5 litros de la solución final resultante de varios ciclos de procesamiento, de esto se obtuvo un precipitado blanquecino y granuloso que después de sedimentarse ocupó una tercera parte del volumen total de la solución.

El precipitado posiblemente corresponde a sulfato de calcio que posee baja disponibilidad biológica para utilizarlo como fuente de calcio en raciones alimenticias para animales (19), sin embargo, este mismo fenómeno puede repetirse con el uso de ácido ortofosfórico para formar complejos de ortofosfato que se consideran una excelente fuente de calcio y fósforo(20) con lo que se optimizaría el proceso.

Esta misma reacción podría aplicarse para transformar los desperdicios de cascarones que regularmente resultan al final del proceso de incubación en una fuente de calcio de mayor disponibilidad que los carbonatos.

Asimismo, según las disposiciones de la SEDUE, la eliminación de las soluciones ácidas debe hacerse hasta que se hayan neutralizado, lo que puede fácilmente lograrse con álcalis, por lo que los desechos del presente procedimiento no resultarían contaminantes ni provocarían deterioro ecológico(21).



## CONCLUSIONES,

- 1.- Mediante el uso del procedimiento experimental a base de calor/presión es posible elegir entre 7 tratamientos para obtener un producto con diferentes contenidos de proteína cruda, cenizas, Ca y P.
- 2.- Los altos valores de grasa y proteína del producto pretratado permitirían su uso en la alimentación de especies con altos requerimientos energético/protéicos tales como las aves, peces, caninos y felinos entre los principales.
- 3.- La estabilidad del producto a la descomposición por efecto del ácido acético permite almacenarlo sin la adición de antioxidantes por un periodo de cuando menos dos meses.
- 4.- El procedimiento puede realizarse a un nivel industrial debido a que las operaciones técnicas resultan prácticas, sencillas y no demandan mano de obra especializada.
- 5.- Con el presente estudio es posible evitar la contaminación ambiental que resulta de las plantas incubadoras.
- 6.- Con la recarga de ácido acético es posible abaratar el costo del procedimiento por consumo de ácido acético hasta en un 33%.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Association of Official Analytical Chemists. 1970. Methods of analysis of the association of official analytical chemists. 11ava. Edición. Washington, D.C. 20044.
- 2.- Dickens, J.A; Haynes, B.C y Whitehead, W.F. 1976. A vacuum system for handling chick hatchery waste. USDA leaflet ARS-S-152.
- 3.- García L. Pedro M.; Herrera Velasco, J.M.; García Estrada J. y Garzón P. Procesamiento de desperdicios de incubadora por un método físico/químico para su uso como ingrediente energético/protéico en raciones animales. Tiempos de Ciencia. U de G. (En prensa).
- 4.- García Rangel. 1973. El embrión de pollo como fuente protéica en la dieta del cobayo. Tesis Licenciatura. UNAM.
- 5.- Hamm, D. y Whitehead, W.K. 1982. Holding techniques for hatchery wastes. Poultry Sci. 61:1025-1028.
- 6.- León Sanchez Rafael. 1988. Estudio de crecimiento de tilapia aurea (*Oreochromis*) en condiciones de fertilización con distintas excretas de animales y densidades de siembra. Tesis de postgrado en ciencias de la nutrición animal. U.de G.
- 7.- Ley Federal de Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. Enero 11 de 1982. Capítulo 5 de la protección de los suelos, artículo 36.
- 8.- Linus Pauling. 1977. Química General. Editorial Aguilar. Décima Edición pp. 473-474.
- 9.- Mack O. North. 1986. Manual de Producción Avícola. Ed. El Manual Moderno. Segunda Edición. pag 100.
- 10.- Marquez Carandente Guillermo M.V.Z. Gerente General de Producción. SANFANDILA (Lagos de Moreno, Jal.) 1988. Comunicación personal.
- 11.- Núñez Trujillo Rodolfo. 1988. Gerente General de la Asociación de Avicultores de Guadaluajara.
- 12.- Steel, Robert. G.D. y Torrie James H. 1980. Bio-estadística, Editorial Mac. Graw Hill. 2da. Edición. pp. 328-334.
- 13.- Vanderpopuliere, J.M., Warren J., Walton, H.V., y Coterril, D.J. 1977. Broiler and egg type hatchery by-product meal evaluated as laying hen feedstuffs. Poultry Sci. 56:1140-1144.
- 14.- Wisman, E.L. 1964. Processed hatchery by-product as an ingredient in poultry rations. Poultry Sci. 43:871-876.
- 15.- Necoechea, R.R; y Marquez Ma.L. 1987 Manual de aditivos y suplementos para la alimentación animal. Editorial Manual Agropecuario. Segunda edición pp. 85-86.
- 16.- Leeg Luna H.T; (ASCPO) 1968. Preparation of tissues. Manual of

Histologic Stainig Methods of the armed institute of pathology. U.S.A.

17.-Badui Dergal.Salvador.1981.Química de los Alimentos.Primer edición Editorial Alhambra Mexicana S.A.pp.322-323.

18.- Kirk-Othmer.1961.Enciclopedia de tecnología química.Tomo 1.Primer edición. Editorial.UTHEA pp.148-169.

19.-Shimada, A.S; Rodriguez,y G.F; Cuaron, J.A;1986. Engorda de ganado bovino en corrales. Primera edición. Editorial Consultores en Producción Animal, S.C. p.166.

20.- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. INIFA-Industria Privada. Mexico D.F. Junio 1988.Primer Simposio " El fósforo en la Nutrición Animal ".

21.- Diario oficial de la federación. Organo del gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Director Manuel Arellano Z.Mex;D.F 18 de Enero de 1988.Tomo CDXII no.11 Primera Sección Poder Ejecutivo Secretaria de Salud. Reglamento de la Ley General de la Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.