

116713
1
29

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA**

**EL VALOR ALIMENTICIO DE LA LEVADURA
CRECIDA EN N-PARAFINA EN DIETAS
PARA POLLOS DE ENGORDA**

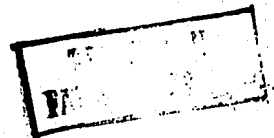
Mario Julio Millán y Pérez Almada

T E S I S presentada como requisito parcial
para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS
Especialidad en Nutrición Animal

ASESOR: Dr. Ernesto Avila G.

1987.





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
MATERIAL Y METODOS	31
RESUMEN GENERAL Y CONCLUSIONES	69
LITERATURA CITADA	74
APENDICE	80

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

Científicos de todo el mundo, han buscado durante años, nuevas fuentes de alimentos proteicos, para tratar de dar solución a los problemas concernientes a la nutrición humana y animal. A medida que la población mundial continúa creciendo a niveles alarmantes, la competencia entre humanos y animales por las fuentes proteicas existentes se ha hecho más severa; resulta claro que el problema mundial de nutrición es esencialmente el aporte de proteínas. Más de la mitad de la población mundial tiene una alimentación deficiente que retarda su crecimiento normal, la principal carencia en su dieta es proteína de origen animal (Waldroup, 1971). La mayoría vive alimentándose principalmente de granos y tubérculos, los cuales pueden satisfacer los requerimientos en -- cuanto a energía se refiere, pero es sabido que esta clase de alimentos son deficientes en proteínas y algunos amino-- ácidos esenciales que están presentes en mayor proporción - en las proteínas de origen animal.

Algunos informes han estimado que la población animal existente de 3,500 millones, será el doble para el año 2 000 -- (Waldroup, 1971). Por otra parte la producción mundial de proteína en el año de 1979 fue de 83 millones de toneladas y se ha llegado a considerar que habrá un déficit de 22 millones de toneladas para el año 2 000 (Depto. de Agricultura U.S.A., 1979).

La demanda mundial de proteínas tenderá a incrementarse en

los próximos años, debido al relativo déficit de fuentes -- ricas en proteína como son la pasta de soya y la harina de pescado por lo que la alternativa para encontrar nuevas proteínas se hace urgente. Por esta razón se debe prestar mucha atención, para llevar a cabo un desarrollo organizado en nuevas fuentes alimenticias en particular de productos de alto contenido proteico, esperando contar con un equivalente que llegue a sustituir a los productos provenientes de una agricultura e industria pesquera convencional.

Debido a lo anterior, es necesario intensificar la búsqueda de subproductos o materiales de desecho, que puedan ayudar a solucionar los problemas de déficit de alimentos proteicos que hoy en día se presenta. Numerosos estudios experimentales, han demostrado que productos alimenticios de alta calidad, tanto para el humano como para los animales pueden ser producidos a partir de materiales como el bagazo de caña de azúcar, mezquite y productos celulósicos similares. Finn (1970) y Kihlberg (1972), señalan que algunas sustancias químicas de tipo orgánico, podrían servir como medio de crecimiento para aproximadamente 1 000 variedades de levaduras, hongos y bacterias. Miller y Johnson (1966) describieron un método para la producción de microorganismos en medios de cultivo como son aceite derivado del petróleo y n-alcanos normales (n-parafinas normales). Recientemente se ha dado mayor impulso a sustratos a partir de hidrocarburos como las n-parafinas normales líquidas, metano y gas natural. Las n-parafinas líquidas han sido preferidas por algunos grupos de investigadores, debido a que tienen pocos -

residuos indeseables al momento de su manejo (Champagnat, 1967) por lo que este proceso de producción presenta un sin número de ventajas.

El presente estudio, se llevó a cabo con el objeto de conocer el valor nutricional de una fuente de proteína unicelular a partir de levaduras crecidas en n-parafinas, cuando reemplaza en dietas para pollos de engorda, diferentes niveles de proteína de pasta de soya y harina de pescado. Para este fin se valorizó el efecto de dicho alimento proteico en el comportamiento de las aves. Por otra parte, se llevaron a cabo también análisis con el objeto de detectar los posibles efectos tóxicos provocados por este tipo de proteína unicelular.

REVISION DE LITERATURA

1.- PROTEINA UNICELULAR (PUC)

1.1. Microorganismos productores de proteína unicelular.

Los microorganismos, que han sido utilizados más -
comunmente en la producción de PUC son los siguien-
tes:

ALGAS.- Chlorella, Scenedesmus, Spirulina, etc.

BACTERIAS.- Bacillus, Hydrogenomonas, Methanomonas
y Methylomonas (Foster, 1962).

LEVADURAS.- Cándida, Rhodotorula, Saccharomyces y
Filamentous.

HONGOS.- Aspergillus, Fusarium, Penicillium y otros
(Kihlberg, 1972).

Esto no quiere decir que los anteriores microorga-
nismos mencionados sean los únicos capaces de pro-
ducir PUC sino que han sido los más estudiados por
razones tecnológicas y un menor costo.

1.2. Sustratos utilizados por los diferentes microorga- nismos en la producción de proteína unicelular.

Durante un principio fueron utilizados desechos in-
dustriales y agrícolas para la producción de PUC -
con buenos resultados como son el caso de: dese-
chos de algodón, desechos del procesamiento de las
frutas, melazas, sueros de leche, desechos líqui-
dos de sulfito, celulosa hidrolizada y aguas ne-
gras (Kihlberg, 1972).

Un subproducto de la oxidación del ciclohexano en la industria de la manufactura del nylon, ha sido informado como un sustrato en potencia para la producción de PUC (Kihlberg, 1972).

Desde 1960 los sustratos a partir de los hidrocarburos han sido el centro del interés mundial como son: aceite derivado del petróleo, n-alkanos refinados, gas natural y el metano. Recientemente el uso de productos petroquímicos como son: ácido acético, metanol, etanol e isopropanol ha recibido -- una creciente atención (Kihlberg, 1972).

A continuación se enumeran algunos de los diferentes sustratos:

La combustión de gas se ha utilizado para proporcionar dióxido de carbono a los cultivos de algas, (Clement, 1972). Por otra parte como es sabido el dióxido de carbono es utilizado como medio de crecimiento para las bacterias hidrogénicas.

La celulosa es una buena fuente de carbono para -- los microorganismos (Callihan y Dunlap, 1969).

El almidón de tapioca o yuca y algunos desperdicios agrícolas como es el caso de la papa, pueden ser fermentados mediante un proceso simbiótico continuo con la bacteria Endomycopsis fibuliger, la cual hidroliza el almidón presente en el medio, -- convirtiéndolo en sacarosa para posteriormente ser utilizado por la Cándida utilis para la producción de biomasa (Kihlberg, 1972).

El aceite derivado del petróleo es una fracción -- comprendida entre el diesel y el aceite lubricante: contiene de un 10 a un 25% de parafinas de cadena larga, las cuales son bien utilizadas por los microorganismos como fuentes de carbón.

La utilización de hidrocarburos alifáticos y el catabolismo de compuestos aromáticos por bacterias, hongos filamentosos y levaduras (Waldroup y Payne, 1974) han sido estudiados recientemente.

La n-parafina (n-alkano normal) es obtenida a partir de aceite derivado del petróleo (Shacklady, -- 1968) y está considerada como buena fuente de carbono para la producción de levaduras principalmente, ya que cualquier hidrocarburo policíclico puede ser reducido tratando a la n-parafina con vapor de ácido sulfúrico y lavando posteriormente.

El metano es un componente natural del gas (80-95%) que también puede ser generado en forma sintética a partir de aceite, petróleo, nafta y carbón; lo cual abre una serie de interesantes posibilidades especialmente en lo que concierne a la futura utilización del carbón (Kihlberg, 1972 y Waldroup -- 1971).

El metanol y el etanol son compuestos que resultan de la oxidación catalítica de los hidrocarburos correspondientes y son utilizados como fuentes carbonadas para la producción de levaduras (Waldroup y Payne, 1974).

Dado que estos alcoholes son altamente puros y completamente solubles en agua, con bajos requerimientos de oxígeno y que a la vez generan menos calor que los hidrocarburos, su futuro como posibles sustratos resulta promisorio (Kihlberg, 1972).

1.3. Condiciones de cultivo en la producción de proteína unicelular.

Además de las fuentes de carbono indicadas anteriormente, ciertos compuestos nitrogenados como son el nitrato o el amonio son añadidos al medio. Por otra parte el amonio sirve también, para mantener el pH deseado el cual es usualmente bajo, durante el proceso de propagación de la levadura (4.5-5.5) en comparación con el pH en la fermentación bacteriana (6.0-7.5); el pH que requieren las algas es muy variado ya que depende de la especie utilizada (Kihlberg, 1972). ..

El rango de temperatura usado en la producción de levaduras, algas y bacterias es de 28-32°C, 30-40°C y de 28-38°C respectivamente (Kihlberg, 1972).

El crecimiento aeróbico de los microorganismos es un proceso exotérmico y se requiere de un enfriamiento para mantener la temperatura en el nivel óptimo, esto implica altos costos, particularmente en aquellas regiones cuyo clima sea tropical donde la refrigeración se hace necesaria en el momento en que el gradiente de temperatura existente entre

el agua de enfriamiento y el fermentador sea pequeño (Yang et. al., 1969 y Kihlberg, 1971).

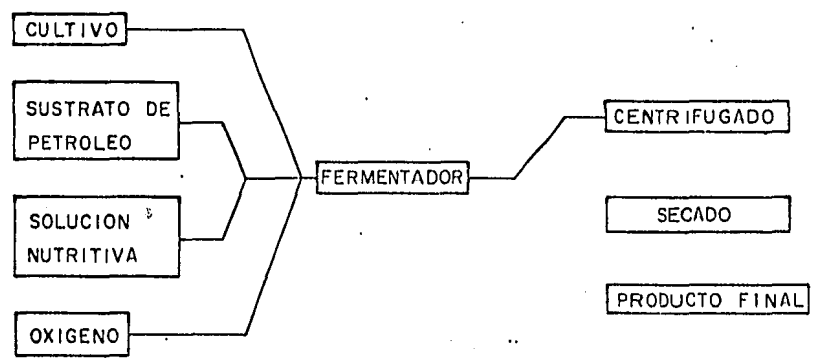
Por otra parte, la limitada solubilidad de los hidrocarburos en el medio representa una serie de -- problemas especiales en contraste con los carbohidratos, la molécula de los hidrocarburos no contiene oxígeno, consecuentemente todo el oxígeno de la biomasa de las células microbianas (25% en las bacterias y 30% en las levaduras) deberá de ser proporcionada por una vigorosa aereación en el momento de la fermentación (Waldroup, 1971).

Cuando es utilizado un proceso continuo de fermentación, el cultivo de las levaduras se mezcla con el sustrato a base de subproductos provenientes -- del petróleo y otros nutrientes como son los nitratos o el amonio. El sustrato puede provenir de --- cualquiera de las fracciones del aceite crudo como son: metano, n-parafinas o gasolina. En la Figura No. 1 se muestra un esquema simplificado del proceso de fermentación (Waldroup, 1971).

Posteriormente, la biomasa es centrifugada con el objeto de separar las células de levadura del sustrato, para después lavarlas, secarlas y finalmente obtener un producto de alto contenido nutritivo.

El caldo proveniente de la fermentación contiene -- de 1-5% de sólidos aproximadamente. La concentración celular se ve incrementada de un 10% a un 20% por el proceso de centrifugación, algunas veces --

FIGURA Nº 1 PROCESO TÍPICO DE FERMENTACION EN LA PRODUCCION DE PROTEINA UNICELULAR A PARTIR DE HIDROCARBUROS



(Woldroup, 1971.)

complementada por la evaporación al momento del se
cado.

1.4. Ventajas generales de la proteína unicelular sobre
la proteína proveniente de alimentos vegetales.

Las ventajas generales de la proteína producida --
por los microorganismos sobre la proteína produci-
da por las plantas se puede resumir en los siguient
tes puntos:

- a) Los microorganismos cuentan con un período de -
generación muy corto, doblando su peso cada 5 -
horas o menos, lo cual resulta más rápido que -
la síntesis proteica producida por cualquier --
animal doméstico conocido (Champagnat, 1967).
- b) La proteína contenida en los microorganismos --
contiene de un 7 a un 12% de nitrógeno en baseu
seca, la cual después de una corrección del ni-
trógeno proveniente de purinas, pirimidinas y -
otros compuestos, indica un contenido de proteín
na verdadera más alta que cualquier otro aliment
to común.
- c) Los microorganismos pueden ser fácilmente modi-
ficados en su genética (Kihlberg, 1972).
- d) La producción de proteína unicelular a partir -
de hidrocarburos puede ser altamente disponible
en nuestro medio ya que los sustratos utiliza--
dos son petróleo o gas natural, los cuales sonu
de gran disponibilidad en nuestro País.

e) La producción de proteína unicelular puede llevarse a cabo en un cultivo continuo, independientemente de cambios climáticos, con solo un pequeño espacio de terreno, así mismo, los requerimientos de agua son fácilmente llenados y los problemas de desechos son mínimos comparados con aquellos encontrados en la mayoría de los procesos para la elaboración de alimentos (Kihlberg, 1972).

2.- COMPOSICION QUIMICA BROMATOLOGICA DE LA PROTEINA UNICELULAR.

2.1. Composición química de la proteína unicelular.

La composición de las células microbianas se ve grandemente afectada por cualquier cambio en el medio y condiciones de cultivo (Kihlberg, 1972).

El contenido de ácidos ribonucleicos se incrementa conforme aumenta la tasa de crecimiento y es bien conocido que las cantidades relativas de proteína sintetizada así como las cantidades de grasa sintetizada, dependen de las relaciones C:N contenidas en el medio, cuando el nitrógeno limita el crecimiento de la célula, esta es capaz de acumular grandes cantidades de lípidos (De Groot et. al., 1970).

En el Cuadro 1 se presenta un análisis químico promedio del nitrógeno, grasa, cenizas y ácidos nucleicos contenidos en las células microbianas pro-

CUADRO 1

PORCENTAJES DE LA COMPOSICION QUIMICA PROMEDIO DE LAS CELULAS MICROBIANAS
(BASE SECA).

	Hongos filamentosos	Algas	Levaduras	Bacterias
Nitrógeno	5-8	7.5-10	7.5-8.5	11.5-12.5
Grasa	2-8	7-20	2-6	1.5-3
Cenizas	9-14	8-10	5-9.5	3-7
Acidos nucleicos	7	3-8	6-12	8-16

(Kihlberg, 1972)

ductoras de proteína unicelular.

La composición química elemental de la biomasa perteneciente a los diferentes microorganismos es, en porcentaje la siguiente: para las levaduras Carbono 45-47%, Oxígeno 31-32%, Nitrógeno 7.5-9%, Hidrógeno 6-6.25% y cenizas 8% (Peppler, 1970) y de manera semejante las células bacterianas, presentan la siguiente composición: Carbono 48-49%, Oxígeno 24%, Nitrógeno 7.2% y cenizas 4.8% (Kihlberg, 1972).

2.2. Contenido proteico de la proteína unicelular.

Es ampliamente conocido que una considerable parte del nitrógeno total de la célula microbiana está localizado formando parte de las bases púricas y pirimídicas de los ácidos nucleicos (10-15%) y en pequeñas cantidades en forma de glucosamina, galactosamina y colina (Kihlberg, 1972).

En los análisis de aminoácidos de las células microbianas, solo el 70-80% del nitrógeno puede ser tomado como nitrógeno proveniente de aminoácidos. Una comparación con el patrón presentado por el huevo (Cuadro 2) indica que, estos microorganismos tienen en su mayor parte, un patrón bien balanceado en aminoácidos, con un contenido bajo en aminoácidos azufrados y deficientes. Así mismo este tipo de células cuentan con un buen contenido en lisina (Kihlberg, 1972).

El trigo, el arroz y el maíz son bajos en lisina y

CUADRO 2

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE ALGUNAS FUENTES MICROBIANAS, COMPARADOS CON LA PROTEINA DEL HUEVO.

AMINOACIDO *	<u>Scenedesmus</u> (publicos a)	<u>Spirulina</u> (máxima b)	Levadura n-P c)	Huevo d)
Lisina	5.7	4.6	6.2	6.5
Treonina	5.1	4.6	5.4	5.1
Metionina	1.7	1.4	1.7	3.2
Cistina	0.6	0.4	0.7	2.4
Triptofano	1.5	1.4	0.7	1.6
Isoleucina	3.8	6.0	3.9	6.7
Leucina	8.4	8.0	6.3	8.9
Valina	5.7	6.5	4.1	7.3
Fenil alanina	5.1	5.0	2.8	5.8

* (como % de la proteína)

a) Kihlberg, (1972)

b) Clement, (1972)

c) Waldroup, (1971)

d) FAO, (1965)

pobres en metionina y triptofano si se comparan - con el patrón de aminoácidos de las levaduras a -- partir de hidrocarburos (Figura 2) lo que indica - que la proteína unicelular puede servir como un su - plemento para las dietas conteniendo cereales.

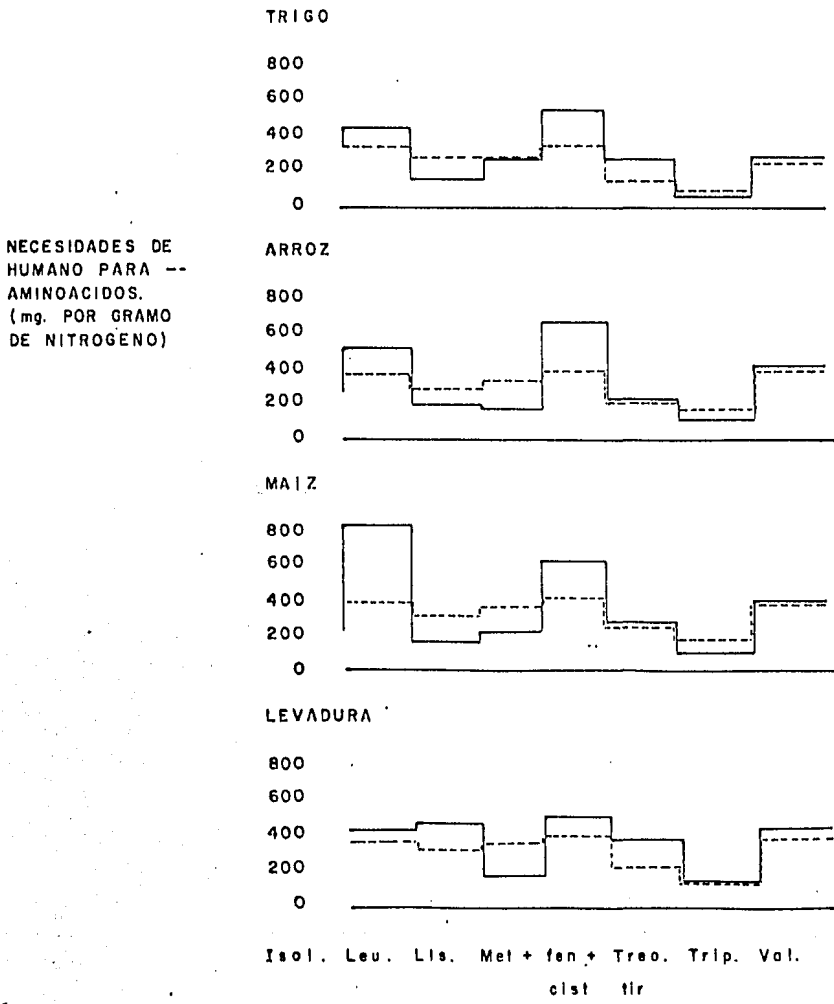
Por otra parte es importante señalar, que el proce - dimiento utilizado para expresar el contenido de - aminoácidos en gramos por 16g de nitrógeno total, - no es totalmente exacto ya que, el valor de los -- aminoácidos se verá incrementado después de que el nitrógeno no proteico es removido.

Si se lleva a cabo el cálculo convencional de - - $N \times 6.25$ el contenido proteico de la levadura n-pa - rafina es de un 50-65% y el de la levadura prove - niente de aceite derivado del petróleo 60-70% (Ko - saka et. al., (1972; Waldroup, 1971; Shacklady, -- 1969).

Varios autores han encontrado que el primer amino - ácido limitante en este tipo de levaduras es metio - nina. Shacklady (1969) encontró que los valores me - dios de utilización neta de proteína para las leva - duras n-plorafina y para las levaduras a partir de - aceite derivado del petróleo eran de 41 y 48% res - pectivamente con el correspondiente valor biológi - co de 46 y 56%.

Así mismo observó que adicionando 0.3% de metioni - na en la dieta aumentaban los valores a 74-79% pa - ra la utilización neta de proteína y 86-90% para -

FIGURA Nº 2. CUADRO COMPARATIVO DE APORTE DE AMINOACIDOS DE LA LEVADURA np CON OTROS GRANOS EN LA ALIMENTACION HUMANA



SIMBOLOGIA
 ———— NECESIDADES
 - - - - - APORTE

1).- TOMADO DE CHAMPAGNAT (1967)

el valor biológico de la proteína.

2.3. Contenido de calcio y fósforo de la levadura y parafina.

Para la levadura n-parafina ha sido informado, que contiene 0.015-0.030% de calcio y 1.3-1.6% de fósforo. Esto da una relación Ca:P de 0.01 la cual es mucho más baja que la obtenida comunmente en otros alimentos convencionales utilizados para la fabricación de alimentos (Kihlberg, 1972). Esta información indica que su contenido de fósforo es elevado. Taylor et. al. (1973) señala que de acuerdo a estudios de biodisponibilidad con pollitos su disponibilidad biológica es elevada.

2.4. Contenido vitamínico de la levadura n-parafina.

Las levaduras a partir de hidrocarburos, son una de las fuentes más ricas de vitaminas B (Bressani, 1968; Waldroup, 1971; Litchfield, 1967).

Cuando se ha utilizado como suplemento alimenticio (0.5-1.5%) ha provisto vitaminas del complejo B.

Por otra parte Tada et. al., (1972) encontraron -- que el contenido de B₁₂ presente en levaduras n-parafines era mucho más bajo de lo esperado - - - (2mcg/100g) por lo que se aconseja suplementarla - para evitar un descenso en la incubabilidad de los huevos de gallinas reproductoras.

3.- VALOR NUTRICIONAL DE LAS LEVADURAS A PARTIR DE HIDROCARBUROS EN LA ALIMENTACION DE AVES Y OTRAS ESPECIES.

3.1. Pruebas de seguridad.

Con el objeto de comprobar si la levadura n-parafina es un producto seguro para ser utilizado en la alimentación de los animales se han llevado a cabo numerosos estudios con respecto a la toxicidad que pueda presentar este material.

Taylor et. al., (1973) encontraron que en la evaluación nutricional de las levaduras a partir de hidrocarburos en la alimentación de monogástricos, existe un problema complejo, el cual está basado principalmente en 3 categorías; la primera el establecer el valor nutritivo del alimento en cuestión tomando en cuenta factores como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los animales en la etapa de experimentación. La segunda es determinar que la levadura no sea tóxica ni que produzca efectos nutricionales o reproductivos adversos en los organismos que la consuman. Y tercero que los productos de los animales alimentados con este producto que son destinados a la alimentación humana, no presenten materiales ni sustancias nocivas (residuos) a la salud del hombre. Al respecto Shacklady (1969) realizó una serie de experimentos con el objeto de estudiar la toxicidad

dad del material en la alimentación de pollos de engorda. Dividiendo el estudio en tres fases: fase aguda (de 3-6 semanas), subcrónica (90 días) y crónica de (1.5-2 años) alimentando a ratas, ratones y pollos con un nivel de levadura de 40% en la ración para la fase aguda, encontró que no hubo diferencias significativas en cuanto a la eficiencia alimenticia, ni alteraciones patológicas de los órganos (músculos, riñones e hígado) de los animales en experimentación. Para la fase subcrónica la levadura fue incluida en la dieta a niveles de 10, 20 y 30% de sustitución, los resultados coincidieron con los hallados en la primera fase y finalmente para la fase crónica se llevaron a cabo sustituciones de 7.5 y 15% de levadura n-parafina por proteína proveniente de harina de pescado o una mezcla de harina de pescado-pasta de soya adicionando metionina. Se encontró que no hubo diferencias significativas cuando se adicionaba metionina en la ración. No sucedió lo mismo cuando este aminoácido no fue suplementado a la dieta, en el cual los animales presentaron ganancias de peso y eficiencia alimenticia significativamente más pobres. El hígado, riñón, músculo y grasa de los animales en tratamiento fueron suministrados a manera de dieta a ratas por un período de tiempo que varió de 2-12 semanas, no presentándose al final ningún efecto indicativo de toxicidad.

Yoshida y Horiuchi (1975), realizaron una serie de experimentos similares a los anteriores en gallinas de postura usando 15% de levadura n-P como reemplazo por pasta de soya y comparando esta dieta con una testigo. El experimento tuvo una duración de 52 semanas, al final se realizaron exámenes histológicos post mortem, los cuales indicaron que no había ningún indicio de que el riñón, ovario y molleja de las aves en experimentación hubieran aumentado de tamaño con la dieta a base de 15% de levadura. Por lo que concluyeron que este material no provocaba ningún efecto tóxico desfavorable para las aves que lo consumieran.

Experimentos extensivos han sido desarrollados en los cuales levaduras cultivadas en n-parafinas y aceite derivado del petróleo fueron administrados a cerdos y aves (Shacklady, 1969). Se encontró que el comportamiento de las ganancias de peso, consumo de alimento así como de la conversión alimenticia fue similar a los controles. Se observó una ligera baja en la producción de huevo, en gallinas alimentadas con levadura al 20%. Los huevos de estas gallinas se usaron para pruebas de toxicidad, alimentando a ratas durante 3 meses con dichos huevos, no se observaron signos de anormalidad en ninguno de los órganos de los animales en experimentación. En otras pruebas alimenticias Kihlberg (1972) observó un retraso en el desarrollo en pollos ali-

mentados con dietas conteniendo 20% de levadura a partir de hidrocarburos. Una levadura producida en Japón proveniente de n-parafinas fue probada en cerdos con un período de 110 días en sustitución de harina de pescado y de pasta de soya (4 y 7.5%) Las ganancias de peso así como la eficiencia alimenticia fueron más altas que la dieta control, no se observó ningún cambio anormal en el examen histopatológico de los animales en estudio.

Períodos prolongados de alimentación a base de levaduras de n-parafinas han sido señalados como causantes de ciertos efectos negativos en ratas, como distrofia hepática cuando los animales son alimentados con niveles de más de 15% de levadura en la ración (De Groot et. al., 1971). Estos autores en estudios subsecuentes no encontraron efectos tóxicos.

En un estudio de 2 años de duración llevado a cabo en ratas alimentadas con levadura crecida en aceite derivado del petróleo (De Groot et. al., 1970) indicaron que no observaron efectos nutricionales negativos cuando se alimentaron ratas con niveles del 30% en la dieta ni cuando la dieta se administró por más de tres generaciones. El uso exitoso de levaduras a partir de hidrocarburos como complementos proteicos sin causar efectos nutricionales o patológicos negativos, han sido informados en pollos, gallinas y pavos con niveles de 5-10% de -

levadura en la dieta, cerdos 10-20%, minks 5-10% y peces 30-50% (Kihlberg, 1972).

Otro problema que ha sido largamente investigado - en estudios de proteína unicelular es la importancia que tiene la gran cantidad de ácidos nucleicos presentes en las levaduras a partir de hidrocarburos.

Un contenido alto en ácidos nucleicos es característico de células de crecimiento rápido, comparando la concentración de estos compuestos con otros ingredientes.

Si se comparan los ingredientes convencionales usados para la fabricación de dietas contra los microorganismos producidos en n-parafinas; estos, presentan una cantidad más alta de ácidos nucleicos - (AN) expresados en base a la proteína oscilando -- entre 8 y 25 g. de AN X 100 g de proteína. (Kihlberg, 1972).

El contenido más alto de RNA en los tejidos del -- animal alimentado con levaduras crecidas en n-parafinas es encontrado en la mucosa intestinal, páncreas, hígado y riñón del mismo. El hígado contiene de 4 g de AN por 100 g de proteína en comparación con ingredientes dietéticos como pescado y -- sardina que contienen de 2.2 a 5.7 g de AN por cada 100 g de proteína respectivamente (Bressani, -- 1968).

Los ácidos nucleicos una vez ingeridos por el animal son depolimerizados por las nucleasas pancreáticas, convirtiéndolos en nucleósidos los cuales se desdoblán en sus bases antes de su absorción en el intestino. Las bases púricas, adenina y guanina son metabolizadas a ácido úrico. Un incremento en el consumo de purinas traerá consigo un aumento -- del nivel de ácido úrico en plasma, por lo que pueden presentarse uratos en tejidos y articulaciones dando como resultado problemas de gota. Así mismo, pueden llegar a formarse cálculos en vejiga y riñón (Kihlberg, 1972).

Estudios recientes fueron diseñados especialmente para encontrar la correlación cuantitativa existente entre los niveles de ácidos nucleicos alimentados por una parte y la concentración de ácido úrico en plasma y excreta de aves. Shannon y McNab -- (1972) realizaron estudios de reemplazo de levadura de n-parafina por proteína proveniente de harina de pescado a niveles de: 0, 5, 10 y 20% en dietas "peletizadas" para iniciación y finalización de pollos de engorda. No se encontraron en 8 semanas, diferencias en el peso de los pollos y los niveles de ácido úrico en plasma no se incrementaron conforme aumentaba el nivel de levadura en la dieta.

D'Mello (1973) realizó un estudio similar al anterior usando una dieta maíz-soya como control y --

otra con 10% de proteína microbiana desarrollada a partir de metanol en reemplazo de pasta de soya. Se observó que al final del experimento las concentraciones de aminoácidos, así como de ácido úrico en plasma eran similares en las dos dietas. Okomura y Tasaki (1968) realizaron una investigación -- con el objeto de observar la relación existente entre dietas con niveles crecientes de proteína y la concentración de amonio y ácido úrico en plasma, riñón e hígado de gallos Leghorn, encontrando que la concentración del ácido úrico en el plasma sanguíneo aumentaba conforme se incrementaban los niveles de proteína en la dieta y que el valor más alto era obtenido 2 horas después de la ingestión. Así mismo el contenido de ácido úrico y amonio en hígado y riñones aumentaba conforme se incrementaba el nivel de proteína en la dieta.

Hevia y Clifford (1977) encontraron que la concentración de ácido úrico en el plasma y la excreta de aves se incrementaba conforme aumentaban los niveles de proteína (20, 43 y 80%) en la dieta, concluyeron que la cantidad de proteína en la dieta podría ser considerada como un factor desencadenante en la producción de ácido úrico.

Miles y Featherston (1974) realizaron una investigación con el objeto de determinar la correlación existente entre las ganancias de peso como indicadores de los requerimientos de lisina en dietas pa

ra pollos de engorda, por una parte y las concentraciones de ácido úrico en excreta por la otra, encontraron que la concentración de ácido úrico bajaba conforme se aumentaban los niveles de lisina en la dieta; sugiriendo los autores, que la excreción de ácido úrico podría servir como indicador de los requerimientos de aminoácidos para el pollo.

Shacklady (1973) mantuvo expresamente ratas alimentadas con dietas conteniendo de un 30 a un 40% de levadura como única fuente de nitrógeno, por un período de más de un año con resultados satisfactorios. Siendo que hace algunos años la levadura ganó la reputación de ser una fuente inferior de proteína dado que las ratas alimentadas con cierto tipo de levaduras fracasaron en su desarrollo normal, presentando severas lesiones hepáticas (Lindan y Work, 1951).

La necrosis hepática fue de hecho provocada por dietas con un contenido bajo en tocoferol en levaduras producidas en Gran Bretaña, no así con dietas conteniendo levadura producida en E.U.A. (György et. al., 1950)

D'Mello (1973) realizó un estudio con pollos de engorda alimentados con dietas conteniendo 10% de proteína microbiana crecida en metanol en sustitución de pasta de soya. No encontró diferencias significativas con respecto a crecimiento, conversión

o retención de nitrógeno del grupo control y del grupo que recibió el 10% de proteína microbiana. Los niveles de aminoácidos en plasma, sugirieron que la disponibilidad de aminoácidos en la proteína bacteriana es satisfactorio. Por otra parte, los datos de determinaciones de ácido úrico en plasma, demostraron que el pollo como es uricotelicú es capaz de disponer del exceso de ácidos nucleicos presente en este tipo de levaduras.

Woodham y Deans (1973) experimentaron con pollos de crecimiento, seis muestras diferentes de levaduras desarrolladas a partir de hidrocarburos, varias combinaciones de aminoácidos fueron incorporadas a las dietas, así mismo varias evaluaciones fueron hechas en base a una mezcla de proteína proveniente de las levaduras, con diferentes fuentes convencionales de proteínas encontrando lo siguiente: cuando las levaduras se combinan con cereales, el valor nutricional no se mejora con la suplementación de aminoácidos, no así si se suplementa con proteínas convencionales como el caso de la harina de pescado, pasta de algodón, pasta de soya o pasta de girasol, en las cuales la suplementación de aminoácidos, especialmente metionina, tuvo una respuesta satisfactoria. De acuerdo con este estudio, es posible el empleo de hasta 15%, si la dieta contiene metionina suplementaria.

Se observó que cuando la metionina se adicionaba a la ración, la levadura puede reemplazar con ventaja hasta un 50% de harina de pescado en una dieta a base de cereales y harina de pescado.

Así mismo, cuando se reemplazaron las dos terceras partes de la ración de crecimiento de los animales, el crecimiento fue equivalente al obtenido con una dieta a base de harina de pescado como única fuente de proteína.

Waldroup, et. al. (1971), llevaron a cabo 3 experimentos con pollos de engorda, para estudiar el valor nutritivo de levaduras obtenidas en fracciones de alcanos de alta pureza, niveles de hasta un 30% de levadura se incorporaron en dietas altas en -- energía con 5% de harina de pescado (anchoveta) en dietas en forma de harina o peletizadas con alimentación ad libitum o controlada. Los resultados indicaron que en dietas sin "peletizar" existía un excelente crecimiento con hasta 15% de levadura, -- cuando la dieta se suministró en forma "peletizada", se vió que los pollos aceptaban satisfactoriamente niveles de hasta un 30% o más. Las comparaciones entre consumo de alimento a libre acceso y consumo controlado indicaron que los bajos crecimientos observados con dietas altas en levaduras -- (30%) se debieron a problemas de textura del alimento, ocasionados por la consistencia de la levadura.

D'Mello y Acamovic (1976) encontraron que la inclusión de 10 a 20% de proteína microbiana utilizando como sustrato metanol, reducía el nivel de crecimiento y la conversión alimenticia de los pollos de engorda de 1 a 14 días de edad, cuando se adicionaba a dietas semipurificadas en forma de harina. Con el desecado de la proteína microbiana diferente al convencionalmente usado en la producción de este tipo de levaduras (secado y luz), se incrementaron los niveles de crecimiento y conversión alimenticia y se observó que inclusiones de más de 29% de levadura en la dieta, causaban efectos nutricionales adversos.

Yoshida (1976) menciona que 4 clases de levaduras, crecidas en n-parafinas, con 57-65% de proteína cruda en base seca, tenían una composición similar de aminoácidos y una digestibilidad del 83 al 86%.

3.2. Contenido de energía metabolizable en la levadura n-parafina.

Al respecto Yoshida (1976) informa una serie de experimentos con pollos alimentados con 4 tipos diferentes de levaduras a partir de n-parafinas observando que el contenido de energía metabolizable -- varió de 2,850 a 3,380 Kcal/kg en base seca.

Hibino y Tarashima (1973) mencionan un estudio en aves para determinar la energía metabolizable en pollos de engorda y gallinas, en donde se obtuvie-

ron valores de energía metabolizable de 3,150 ----
3,170 Kcal/kg de materia seca respectivamente.
Shacklady (1969) indica que el material empleado -
en sus estudios contenía 2,550 Kcal/kg en base se-
ca.

La información analizada sugiere que la PUC pueda ser una -
fuente alternativa de proteínas para la alimentación de los
animales, ya que los datos publicados no mencionan efectos_
tóxicos.

Por otra parte, la información publicada ha sido realizada_
en su totalidad en el Extranjero contemplando materia pri-
ma diferente a la que se utiliza en nuestro medio, además -
de que este material se piensa producir en el País en un fu-
turo próximo con objeto de substituir parte de las proteínas
convencionales en alimentación de aves como son, la pasta -
de soya y la harina de pescado que no se producen en sufi-
ciente cantidad en el País y se importan en grandes cantida-
des con la consecuente fuga de divisas.

Rojas (1982) en una serie de estudios con aves con una leva-
dura n-P (Cándida sp) proporcionada por Albamex, S.A. de --
C.A., Empresa Mexicana que pretende en un futuro producir -
en México proteína unicelular, encontró que la levadura es_
una fuente potencial de proteína para el futuro en dietas -
para aves. En sus estudios con pollos, encontró que la li-
sina disponible y el valor bruto de la proteína se asemeja_
al de la pasta de soya y que puede ser utilizada satisfacto-
riamente a niveles hasta de 10% en dietas para gallinas.

Por este motivo se realizaron cinco experimentos con pollos de engorda, con objeto de estudiar el valor nutritivo de la levadura crecida en n-parafina, cuando se emplea como reemplazo de la pasta de soya y harina de pescado en dietas de tipo práctico para estas aves.

MATERIAL Y METODOS

Manejo general, colección de datos y muestras para su análisis.

Pollitos de engorda sin sexar fueron obtenidos de una casa-comercial para llevar a cabo una serie de 5 experimentos; - las aves fueron alojadas, durante la fase de iniciación en criadoras eléctricas en batería con piso de alambre y temperatura controlada por termostato y en la fase de finalización en jaulas para aves en desarrollo cuando fueron los experimentos continuados en esta etapa.

Durante la primera semana de vida se les ofreció una dieta de iniciación. Posteriormente las aves se pasaron y se asignaron al azar a cada uno de los tratamientos.

Las dietas fueron proporcionadas a las aves en grupos por triplicado, para los experimentos 1, 3, 4 y 5 y por cuadruplicado para el experimento 2. Los animales fueron alimentados por un período de 21 días en los experimentos 1 y 5; de 28 días en los experimentos 2 y 3 y de 56 días en el experimento 4. El agua y el alimento fueron ofrecidos ad libitum. Los experimentos 1, 2 y 3 fueron finalizados cuando las aves tenían una edad de 4 semanas, el experimento 4 terminó a las 9 semanas de edad y el 5 cuando tenían 3 semanas de edad.

Cada semana durante el período de experimentación, se llevaron a cabo registros de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia para cada tratamiento.

Se llevaron a cabo análisis de ácido úrico en excreta y ácidos nucleicos en algunos tejidos para los experimentos 3 y 4 respectivamente, los cuales se detallarán posteriormente.

El procedimiento utilizado para la obtención de muestras de excretas en el experimento 3 fue el siguiente: la recolección se llevó a cabo por triplicado los días 19, 20 y 21 de experimentación, teniendo mucho cuidado de no contaminar las muestras con plumas, alimento u otro material. Posteriormente la excreta fue almacenada por congelación en frascos. Posteriormente fueron desecadas y molidas finamente en un molino de laboratorio, una vez hecho esto se llevaron a cabo las determinaciones de ácido úrico por el método enzimático de la uricasa, descrito por Featherston y Sholz (1968) y empleado también por Liddle et. al. (1959) y Hevia y Clifford (1977). (Ver apéndice).

Al final del cuarto experimento, 4 animales de cada tratamiento fueron sacrificados con el objeto de obtener muestras para llevar a cabo un análisis químico cuantitativo del contenido de ácidos nucleicos en: hígado, riñón, músculo pectoral y cerebro pertenecientes a cada uno de los animales en observación. Este análisis fue llevado a cabo por medio de una modificación a la técnica descrita por Schneider (1964). Así mismo se llevó a cabo un análisis de proteínas totales contenidas en estos tejidos por el método descrito por Lowry et. al. (1951) (Ver apéndice).

La levadura crecida en n-parafina (Cándida sp) utilizada en estos experimentos fue proporcionada por Albamex, S.A. de C.V. El análisis químico proximal llevado a cabo se reali-

zó de acuerdo a los métodos sugeridos por la A.D.A.C. (1975). El Cuadro 3 describe la composición proximal de la levadura. En el Cuadro 4 se presenta el contenido de proteína de los ingredientes proteicos utilizados para las diferentes dietas experimentales así como el contenido de algunos aminoácidos.

Finalmente las determinaciones de los ácidos nucleicos contenidos en la levadura de n-parafina utilizada, basándose en una modificación a la técnica utilizada por Clark (1946) y Davidson (1976), se observan en el Cuadro 5.

Los datos obtenidos de las variables en estudio fueron sometidos a un análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental empleado, como lo señalan Snedecor y Cochran, (1971). Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, las medias se compararon a través de la prueba de rango múltiple de Duncan (1955). Los análisis estadísticos de los datos aparecen en el apéndice.

CUADRO 3

RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA LEVADURA (Candida sp) EMPLEADA

CONSTITUYENTE	%
Humedad (100-110°C)	2.10
Proteína (N X 6.25)	55.30
Cenizas	10.82
Extracto Etéreo	0.10
Fibra cruda	6.60
Extracto Libre de Nitrógeno	25.08
Calcio (Ca)	0.06
Fósforo (P)	2.66

CUADRO 4

CONTENIDO DE PROTEINA Y DE ALGUNOS AMINOACIDOS ESENCIALES DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

PROTEINA Y AMINOACIDOS	SORGO	PASTA DE SOYA	HARINA DE PESCADO	LEVADURA
Proteína cruda (NX6.25) % <u>a/</u>	8.65	48.76	64.96	55.30
Lisina % <u>b/</u>	0.22	2.93	4.90	3.45
Metionina % <u>b/</u>	0.12	0.65	1.93	0.58
Metionina + Cistina % <u>b/</u>	0.27	1.34	2.52	1.24
Arginina % <u>b/</u>	0.38	3.28	3.66	2.48
Treonina % <u>b/</u>	0.27	1.81	2.68	2.20

a/ Determinada en el laboratorio.

b/ Valores de soya, pescado y sorgo tomados del N.R.C.

(1977) y para la levadura de Rojas (1982)

CUADRO 5

RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ACIDOS NUCLEICOS EN LA LEVADURA DE N-PARAFINA

	% EN PESO	% DE PUREZA
DNA	0.83	80
RNA	6.80	93.8

Experimento 1

OBJETIVO

Observar el efecto de la suplementación de metionina en dietas semi-purificadas a base de levadura n-P como la única fuente de proteína.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se emplearon 90 pollitos de engorda sin sexar de 7 -- días de edad. El diseño experimental que se utilizó -- fue completamente al azar de 3 tratamientos con 3 re-
peticiones cada uno y 10 aves por repetición. Los tra-
tamientos consistieron en la suplementación de 0 y --
0.14% de DL-metionina a una dieta basal semi-purifica-
da a base de levadura n-P como única fuente de proteí-
na (20%), se utilizó como dieta testigo una dieta se-
mi-purificada a base de pasta de soya con DL-metioni-
na como única fuente de proteína (20%). Las dietas ex-
perimentales que fueron utilizadas en el experimento --
se pueden observar en el Cuadro 6.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de este estudio se pueden observar en --
el Cuadro 7, las mejores ganancias de peso, consumo y
conversión alimenticia ($P < 0.05$) al final del experi-
mento fueron las obtenidas por los animales que consu-
mieron la dieta testigo a base de soya suplementada --
con 0.14% DL metionina. Se puede observar que los --
pollos que consumieron la dieta experimental a base --

CUADRO 6

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EMPLEADAS (Exp. 1)

INGREDIENTES	DIETA (%)		
	T-1	T-2	T-3
Pasta de soya	41.017	-	-
Levadura n-P	-	37.502	37.502
Almidón de maíz	49.463	53.118	52.978
Mezcla de Minerales a/	5.380	5.380	5.380
Aceite de cártamo	3.000	3.000	3.000
Cloruro de colina (25%)	0.800	0.800	0.800
DL-metionina	0.140	-	0.140
Mezcla de Vitaminas a/	0.200	0.200	0.200
ANALISIS CALCULADO			
Proteína	20.00	19.99	19.99
Lisina	1.20	1.29	1.29
Metionina	0.40	0.217	0.354
Metionina + Cistina	0.69	0.465	0.602

a/ Márquez y Avila (1974)

CUADRO 7

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE METIONINA EN DIETAS CON LEVADURA n-P COMO UNICA FUENTE DE PROTEINA (Exp. 1)

	DATOS DE 7 A 28 DIAS		
	GANANCIA DE PESO (g)	CONSUMO DE ALIMENTO (g)	CONVERSION ALIMENTICIA
Soya	423.0a	656.0c	1.55a
Levadura n-P	110.3b	374.0a	3.39b
Levadura n-P + D.L. Metionina	169.9b	478.0b	2.84b

a, b y c/ Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

de levadura con suplementación de 0.14% de metionina, tuvieron mayor peso y mejor conversión alimenticia; - con diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) - entre la dieta de levadura con y sin suplementación - de metionina.

Estos resultados no concuerdan con lo informado por - Shacklady (1969) el cual observó que cuando se adicio naba metionina no había diferencias significativas en pesos entre las dietas con levadura y la dieta testi- go a base de harina de pescado o de una mezcla de ha- rina de pescado y soya. Cuando este aminoácido no fue suplementado a las dietas conteniendo 7.5 y 15% de le vadura, los animales presentaron ganancias de peso -- significativamente más pobres, lo que indicó que me-- tionina es el aminoácido primer limitante en la leva- dura, en concordancia con este estudio Woodham y Deans (1973) observaron que cuando se suplementaba metioni- na a las dietas conteniendo 10, 20 y 30% de reemplazo de levadura se presentaba una respuesta significativa mente en ganancia de peso y eficiencia alimenticia de los animales en experimentación.

En apoyo a esto, Shacklady (1969) encontró que adicio nando un valor más alto de suplementación de metioni- na (0.3%) en la ración que el que fue utilizado en -- este experimento (0.14%) aumentaban los valores para el valor biológico y la utilización neta de la proteí- na proveniente de la levadura de n-parafina.

Por otro lado, en este estudio no obstante que no se se

observó efecto de la suplementación de metionina en la dieta basal de levadura n-P como única fuente de proteína en el peso de las aves, la suplementación de metionina a la dieta basal de levadura repercutió en un mayor consumo de alimento ($P < 0.05$). Este dato -- coincide en parte con los resultados de varios investigadores (Woodham y Deans, 1973) y Shacklady, 1969) que han mostrado que metionina es el primer aminoácido limitante de la levadura y de que la suplementación de este aminoácido mejora la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia de los pollos. Por otra parte, el bajo peso y por ende mala conversión con respecto a la dieta testigo de pasta de soya, se debió en gran parte a que las dietas de levadura se ofrecieron en forma de harina, a este respecto la consistencia de la levadura es fina y el empleo de almidón como fuente de energía a la dieta repercutió en una textura no aceptable, lo que se reflejó en un bajo consumo de alimento por los pollos en estas dietas.

Waldroup et. al., (1971) encontraron que es factible el empleo de hasta un 30% o más de levadura con excelentes resultados en pollos si las dietas son "peletizadas" ya que el empleo de estas dietas en forma de harina, reduce el consumo de alimento por la textura fina que adquieren debido a la levadura.

Experimento 2

OBJETIVO

Observar el comportamiento de pollos de engorda, alimentados con diferentes niveles de levadura n-P en -- sustitución de la harina de pescado de la dieta.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se emplearon 120 pollitos sin sexar de 7 días de edad. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 3 tratamientos, cada uno por cuadruplicado y con 10 aves por repetición. Los tratamientos consistieron en el reemplazo del 0, 5 y 10% de la harina de pescado de la dieta testigo, sorgo + soya + pescado - por levadura n-P. La composición de las dietas experimentales utilizadas se puede apreciar en el Cuadro 8. Todas las dietas fueron iguales en el contenido de -- proteína por un ajuste en la cantidad de sorgo y pasta de soya, el contenido de metionina, calcio y fósforo fue similar en todas las dietas, no así el de energía metabolizable el cual fue menor a medida que aumentó el nivel de levadura en la dieta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los mejores niveles de crecimiento durante las 4 semanas de experimentación fueron los obtenidos por los animales alimentados con la dieta testigo a base de -- pasta de soya y pescado (Cuadro 9).

Los pollitos alimentados con la dieta conteniendo 5 y 10% de levadura n-P presentaron niveles de crecimiento y conversiones alimenticias significativamente --

CUADRO 8

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES, EMPLEADAS PARA ESTUDIAR EL REEMPLAZO DE HARINA DE PESCADO POR LEVADURA n-P (Exp. 2).

INGREDIENTE	DIETAS %		
	T 1	T 2	T 3
Sorgo	70.49	68.43	66.43
Pasta de soya	15.18	16.55	17.87
Levadura	-	5.00	10.00
Harina de pescado	10.00	5.00	-
Sal	0.50	0.50	0.50
Aceite de cártamo	2.00	2.00	2.00
Fosfato de calcio	0.86	0.86	0.86
Carbonato de calcio	0.66	1.31	1.95
DL-Metionina	0.08	0.12	0.16
Vitaminas y minerales <u>a/</u>	0.23	0.23	0.23
ANALISIS CALCULADO			
Proteína (%)	20.0	20.0	20.0
Metionina (%)	0.426	0.426	0.427
Energía Metabolizable Kcal/kg	3126	3020	2930
Calcio total (%)	0.918	0.981	1.033
Fósforo total (%)	0.748	0.742	0.730
Lisina (%)	1.089	1.052	1.014
Arginina (%)	1.131	1.109	1.086
Met + Cis (%)	0.725	0.714	0.701

a/ Cuca, Avila y Pró (1980)

CUADRO 9

EFFECTO DEL REEMPLAZO DE HARINA DE PESCADO POR LEVADURA n-P EN DIETAS CON 20% DE PROTEINA PARA POLLOS DE ENGORDA (Exp. 2)

RESULTADOS DE 7 A 35 DIAS			
TRATAMIENTOS	GANANCIA DE PESO (g)	CONSUMO DE ALIMENTO (g)	CONVERSION ALIMENTICIA
Pescado 10%	707.2a	1,309.6a	1.86a
Pescado + levadura n-P 5%	562.4b	1,316.1a	2.43b
Levadura n-P	462.3c	1,155.8b	2.49b

a, b y c/ Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

($P < 0.05$) más pobres.

Se encontró para ganancia de peso y conversión alimenticia un efecto lineal ($P < 0.05$). Los animales presentaron un efecto proporcionalmente negativo conforme aumentaba el porcentaje de reemplazo de proteína proveniente de harina de pescado por levadura n-P, -- este efecto negativo en el crecimiento se observa en la Gráfica 1.

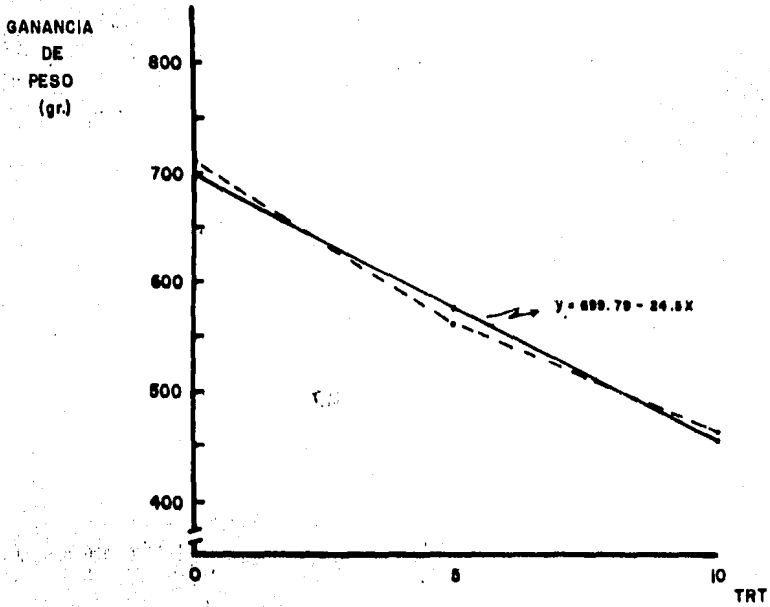
Los animales alimentados con la dieta testigo y con la dieta conteniendo un 5% de levadura n-P no presentaron diferencias significativas en cuanto al consumo de alimento; no así en los pollos que consumieron la dieta con el 10% de reemplazo en el que el consumo -- fue apreciablemente menor (Gráfica 2). Waldroup, et al. (1971) observaron que conforme se aumentaba el -- nivel de levadura en sustitución de algún otro ingrediente, la dieta adquiría una textura polvosa bajando el consumo de alimento y repercutiendo en un menor -- crecimiento, como fue observado en este estudio.

Con respecto a la conversión alimenticia, se encontraron diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$); o sea -- que con el reemplazo de harina de pescado por levadura, los animales presentaban una conversión alimenticia inferior a la de los pollos alimentados con la -- dieta testigo. En concordancia con este estudio Shannon y McNab (1972) observaron que aún con 10% de reemplazo habían diferencias significativas en la conversión alimenticia y las ganancias de peso, las cuales --

GRAFICA 1

EFFECTO EN GANANCIA DE PESO DE POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE LEVADURA.

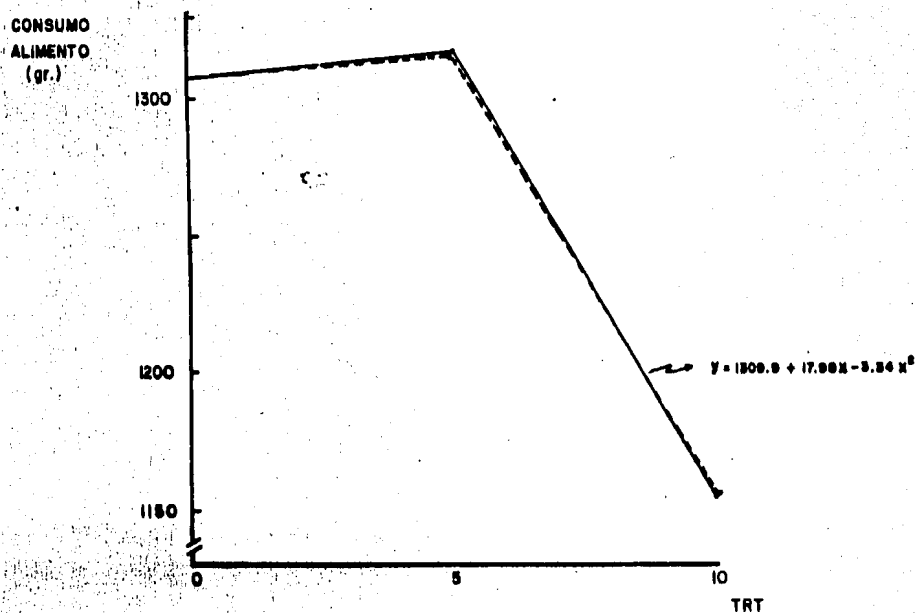
(EXPERIMENTO 2)



GRAFICA 2

EFFECTO EN CONSUMO DE ALIMENTO DE POLLOS DE
ENGORDA ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES
DE LEVADURA.

(EXPERIMENTO 2)



resultaron significativamente más pobres. Así mismo - encontró que los animales alimentados con la dieta -- con 5% de reemplazo obtuvieron una mejor eficiencia - que a otros niveles de sustitución.

Es probable también, que el menor crecimiento observado en las aves que recibieron 5 y 10% de levadura, haya sido debido también a la menor calidad de la proteina de la levadura en relación con la harina de pegcado.

Experimento 3

OBJETIVO

Observar el comportamiento de la levadura n-P en la engorda de pollos cuando se sustituye el 0, 33.33, 66.66 y 100% de la pasta de soya por levadura en la dieta.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se emplearon 240 pollitos sin sexar de 7 días de edad. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar y en los tratamientos se empleó un arreglo factorial 2 X 4; siendo el primer factor 2 niveles de proteína (20 y 16%) y el segundo factor el reemplazo de la proteína de soya (0, 33.33, 66.66 y 100%) por proteína de levadura n-P. La composición de las dietas experimentales utilizadas se puede apreciar en el Cuadro 10. Todas las dietas fueron isoproteicas por un ajuste en la cantidad de sorgo y pasta de soya. El contenido de metionina, calcio y fósforo así como de energía metabolizable fue similar para todas las dietas. En los tres últimos días del experimento se recolectaron las excretas de los animales con el objeto de realizar la determinación de ácido úrico en ellas. (Ver Material y Métodos).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de este experimento se pueden observar en el Cuadro 11. Para ganancia de peso, se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) únicamente --

CUADRO 10

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES CON DIFERENTES NIVELES DE LEVADURA n-P EN SUSTITUCION DE LA PASTA DE SOYA
(Exp. 3)

INGREDIENTES	DIETAS %							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Sorgo	67.94	69.483	70.523	71.498	77.91	78.981	79.690	80.097
Pasta de soya	22.31	14.60	6.98	-	12.34	8.05	3.71	-
Levadura	-	6.55	13.11	19.10	-	3.61	7.23	10.52
Harina de pescado	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Harina de Hueso	2.90	2.00	2.00	2.00	2.90	2.00	2.00	2.00
Carbonato de calcio	-	0.50	0.50	0.50	-	0.50	0.50	0.50
Vitaminas y minerales a/	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
DL-Metionina	0.12	0.137	0.157	0.172	0.12	0.129	0.140	0.153
Aceite de Cártamo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<u>ANALISIS CALCULADO</u>								
Proteína (%)	20.0	20.0	20.0	20.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Metionina (%)	0.442	0.449	0.459	0.465	0.389	0.393	0.398	0.406
Metionina + Cistina (%)	0.728	0.728	0.728	0.728	0.621	0.621	0.621	0.621
E. Metabolizable (Kcal-kg)	2980	3009	3025	3040	3065	3088	3098	3105
Lisina (%)	1.196	1.118	1.112	1.120	0.796	0.744	0.690	0.700
Calcio Total (%)	1.241	1.183	1.103	1.035	1.192	1.154	1.118	1.124
Fósforo Total (%)	0.880	0.992	0.947	0.982	0.742	0.815	0.889	0.875

a/ Véase pie de nota Cuadro 8.

entre niveles de proteína. El crecimiento de los pollos alimentados con las dietas al 20% de proteína -- fue mayor que el de aquellos que recibieron las de -- 16% de proteína, efecto debido a que el nivel de 20% de proteína cae en el requerimiento de los pollos.

El reemplazo de la pasta de soya por levadura no redujo significativamente la ganancia de peso de los animales.

Sin embargo, se puede apreciar en el Cuadro 11 que a niveles altos de sustitución de soya por levadura -- (33%) se observaron tendencias entre las medias de ganancia de peso ($P > 0.05$) cuando estas fueron comparadas con las medias de las dietas testigo a 16 y 20% de proteína a ser menores.

CUADRO 11

EFFECTO DEL REEMPLAZO DE PASTA DE SOYA POR LEVADURA n-P EN DIETAS SORGO + SOYA CON 20% Y 16% DE PROTEINA PARA POLLOS DE ENGORDA DE 1-5 SEMANAS DE EDAD (Exp. 3)

PROTEINA %	REEMPLAZO DE SOYA POR LEVADURA %				PROMEDIO
	0	33	66	100	
	GANANCIA DE PESO (g)				
20	709.9	668.3	645.7	608.5	658.1 ^a
16	<u>638.2</u>	<u>627.4</u>	<u>597.2</u>	<u>571.8</u>	<u>608.6</u> ^b
PROMEDIO	674.1	647.8	621.4	590.1	
	CONSUMO DE ALIMENTO (g)				
20	1323.2 ^b	1328.1 ^b	1309.6 ^b	1326.4 ^b	1321.8 ^b
16	<u>1365.7</u> ^b	<u>1403.4</u> ^b	<u>1352.6</u> ^b	<u>1311.4</u> ^b	<u>1358.3</u> ^b
PROMEDIO	1344.4	1365.7	1331.1	1319.0	
	CONVERSION ALIMENTICIA				
20	1.86	1.98	2.03	2.18	2.01 ^a
16	<u>2.28</u>	<u>2.24</u>	<u>2.12</u>	<u>2.29</u>	<u>2.23</u> ^b
PROMEDIO	2.07	2.11	2.07	2.23	

ab/ Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

Resultados que hasta cierto punto se comparan con los de Shacklady (1969) y Waldroup (1971) quienes observaron en estudios llevados a cabo con pollos, una reducción en crecimiento con niveles de sustitución de 20% o más de soya por levadura n-P.

En cuanto al consumo de alimento, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas. Los resultados obtenidos para la conversión alimenticia coincidieron con los resultados encontrados en la ganancia de peso. En apoyo a estos resultados Hoogerheide (1973) realizó varios estudios en los cuales utilizó 3 diferentes niveles de reemplazo, dividiéndolos de acuerdo a las ganancias de peso y conversión alimenticia de las aves que consumieron las dietas en: mínimo 5.7% (sin efectos nutricionales adversos); recomendable el 15% (ganancias de peso y conversión alimenticia similares a las del testigo) y máximo 20-25% (eficiencia alimenticia más pobre).

Kihlberg (1972) señaló, que niveles de más de 30% de levadura en la ración, pueden provocar una distrofia hepática en animales que consumen esta dieta por un período largo de tiempo debido a una deficiencia de selenio.

Con respecto a los análisis de ácido úrico llevados a cabo en las excretas de los animales en experimentación (Cuadro 12) se observó que conforme aumentaba el nivel de reemplazo de la soya por levadura n-P en las raciones ya sea a 20 o 16% de proteína, el contenido

CUADRO 12

CONTENIDO DE ACIDO URICO EN LA EXCRETA DE AVES ALIMENTADAS CON DIETAS EN LAS QUE SE REEMPLAZO PASTA DE SOYA POR LEVADURA (Exp. 3)

PROTEINA (%)	REEMPLAZO DE SOYA POR LEVADURA %				PROMEDIO
	0	33	66	100	
	ACIDO URICO (mg/g de excreta)				
20	6.29 ^a	7.22 ^b	9.12 ^c	14.34 ^d	9.24 ^c
16	6.52 ^a	7.99 ^b	9.84 ^c	14.57 ^d	9.73 ^c
PROMEDIO	6.40 ^a	7.61 ^b	9.48 ^c	14.45 ^d	

abcd/ Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

de ácido úrico en la excreta de los animales se veía incrementado cuadráticamente ($P < 0.01$) siendo el efecto lineal el más importante.

Esta información corrobora lo encontrado por Shannon y McNab (1972); Okomura y Tasaki (1968) quienes han demostrado que las aves por ser uricotélicas, no presentan problema alguno en la eliminación de los productos finales del metabolismo de los ácidos nucleicos.

Experimento 4

OBJETIVO

Observar el comportamiento de la levadura n-P en el engorde de pollos cuando se sustituye el 0, 2, 4, 6 y 8% de pasta de soya y el 2, 4, 6 y 8% de la harina de pescado por levadura n-P en dietas prácticas para pollos de engorda.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se emplearon 270 pollitos de engorda sin sexar de 7 días de edad. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar y en los tratamientos un arreglo factorial 2 X 4 vs. testigo; siendo el primer factor el reemplazo de la proteína de soya o de pescado por proteína de levadura n-P y el segundo factor niveles de 2, 4, 6 y 8% de levadura n-P. Se empleó como testigo una dieta sorgo + soya + pescado. La composición de las dietas experimentales para la etapa de iniciación y para la etapa de finalización se pueden apreciar en los Cuadros 13 y 14 respectivamente. Todas las dietas fueron isoproteicas por un ajuste en la cantidad de sorgo, soya y pescado; el contenido de metionina, calcio y fósforo así como de energía metabolizable fue similar para todas las dietas. Al final del experimento los animales (4 de cada lote) fueron sacrificados con el objeto de obtener muestras para llevar a cabo un análisis químico cuantitativo de ácidos nucleicos en diferentes tejidos (Ver Material y Métodos).

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EMPLEADAS EN LA ETAPA DE INICIACION (Exp. 4)

INGREDIENTES	DIETAS (%)								
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
Sorgo	70.47	70.54	71.12	71.63	71.89	69.78	68.94	68.19	67.49
Pasta de soya	17.88	15.61	13.23	10.85	8.56	18.37	18.91	19.44	19.97
Levadura n-P	-	2.00	4.00	6.00	8.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Harina de pescado	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	6.00	4.00	2.00	-
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Harina de hueso	1.80	1.50	1.10	0.70	0.50	1.70	1.80	2.00	2.00
Carbonato de calcio	-	0.50	0.70	0.97	1.20	0.30	0.50	0.50	0.65
Vitaminas y minerales <u>a/</u>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
DL Metionina	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.16
Aceite de cártamo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<u>ANALISIS CALCULADO</u>									
Proteína (%)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Metionina (%)	.446	.442	.448	.445	.430	.423	.401	.400	.400
E. Metabolizable (Kcal/kg)	3045	3043	3055	3064	3068	3026	3004	2985	2967
Calcio	1.161	1.187	1.181	1.138	1.146	1.141	1.039	1.025	1.006
Fósforo	0.737	0.741	0.746	0.727	0.728	0.711	0.765	0.724	0.719
Met. + Cistina	0.751	0.746	0.754	0.749	0.726	0.719	0.718	0.708	0.708

a/ Véase pie de nota cuadro 8.

CUADRO 14

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES UTILIZADAS EN LA ETAPA DE FINALIZACION (Exp. 4)

INGREDIENTES	DIETAS (%)									
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	
Sorgo	73.94	74.01	74.58	75.07	75.36	73.09	72.39	71.65	70.93	
Pasta de soya	13.16	10.89	8.52	6.16	3.84	13.81	14.21	14.73	15.28	
Levadura n-P	-	2.00	4.00	6.00	8.00	2.00	4.00	6.00	8.00	
Harina de pescado	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	6.00	4.00	2.00	-	
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Harina de hueso	1.80	1.50	1.10	0.70	0.50	1.70	1.80	2.00	2.00	
Carbonato de calcio	-	0.50	0.70	0.97	1.20	0.30	0.50	0.50	0.65	
Vitaminas y minerales a/	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
DL-Metionina	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.16	
Aceite de cártamo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flor de cempasúchil	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	
<u>ANALISIS CALCULADO</u>										
Proteína (%)	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	
Metionina (%)	.447	.445	.441	.439	.435	.425	.400	.400	.400	
E. Metabolizable (Kcal/kg)	3043	3041	3053	3063	3067	3024	3003	2984	2966	
Met. + Cistina	0.765	0.758	0.754	0.700	0.743	0.736	0.723	0.723	0.723	
Calcio	1.010	1.062	1.004	1.001	1.003	1.003	1.016	1.001	0.1003	
Fósforo	0.708	0.720	0.700	0.698	0.703	0.705	0.720	0.703	0.699	

a/ Véase pie de nota cuadro 8.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 15 se presenta el resumen promedio obtenido en las 9 semanas de experimentación. En la ganancia de peso se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos. Este efecto fue debido a que al comparar el tratamiento testigo contra el factorial hubo diferencia estadística. Al comparar medias se vió que la sustitución de 6% de levadura por pasta de soya, redujo el crecimiento, también la inclusión de 4 y 8% de levadura a expensas del pescado significativamente disminuyó la ganancia de peso de los pollos.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas con respecto a las ganancias de peso entre las dietas de soya y de pescado que incluían niveles de levadura (2, 4, 6 y 8%). El consumo de alimento fue similar ($P > 0.05$) entre tratamientos.

En conversión alimenticia, el comportamiento fue similar al observado en ganancia de peso. Los datos de este estudio coinciden con los resultados informados -- por D'Mello (1973), Waldroup, et. al. (1971), Shacklady (1969), quienes realizaron experimentos con niveles bajos de reemplazo de soya y harina de pescado -- por levadura n-P en dietas para pollos de engorda, observando que a niveles bajos de levadura n-P no se encontraban diferencias estadísticas significativas para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

USO DE LEVADURA n-P EN DIETAS PRACTICAS PARA POLLOS DE ENGORDA DE 1-9 SEMANAS DE EDAD (Exp. 4)

REEMPLAZO	LEVADURA %				PROMEDIO	TESTIGO
	2	4	6	8		
GANANCIA DE PESO (g)						
Soya	1823.1 ^{ab}	1803.5 ^{ab}	1761.0 ^b	1811.5 ^{ab}	1799.8	1912.7 ^a
Pescado	1869.5 ^{ab}	1753.1 ^b	1806.6 ^{ab}	1713.4 ^c	1785.6	
Promedio	1846.3	1778.3	1783.8	1762.4		
CONSUMO DE ALIMENTO (g)						
Soya	4001.2 ^b	3954.9 ^b	3846.8 ^b	4051.0 ^b	3963.5	4081.2 ^b
Pescado	4178.6 ^b	3842.9 ^b	4108.2 ^b	3940.2 ^b	4017.5	
Promedio	4090.0	3898.9	3977.5	3995.6		
CONVERSION ALIMENTICIA						
Soya	2.19 ^{ab}	2.19 ^{ab}	2.18 ^{ab}	2.23 ^{ab}	2.20	2.13 ^b
Pescado	2.23 ^{ab}	2.19 ^{ab}	2.27 ^{ab}	2.29 ^a	2.24	
Promedio	2.21	2.19	2.22	2.26		

abc/ Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Por lo que respecta al análisis químico cuantitativo de ácidos nucleicos realizados en hígado, riñón, músculo pectoral y cerebro los resultados se pueden observar en el Cuadro 16, no encontrándose diferencias estadísticas significativas al final del experimento -- para ninguno de los tratamientos utilizados. De igual manera se observó un efecto similar en los análisis de proteínas practicados en dichos tejidos (Cuadro -- 17). Por lo que se concluye que las dietas administradas no fueron de ninguna manera deficientes en proteína y por lo tanto no causan ningún efecto adverso en el desarrollo de los tejidos.

Al respecto Mendes y Waterlow (1958) informaron que cuando la dieta es deficiente en proteína la relación proteína corporal-ácidos nucleicos se ve significativamente disminuida, Munro y Fleck (1966) mostraron -- que los mecanismos de síntesis proteica del hígado -- son altamente sensitivos a las variaciones en la disponibilidad de aminoácidos en el organismo y propusieron que el aporte de aminoácidos hepáticos afecta el equilibrio entre polisomas, ribosomas y sus subunidades.

Posteriormente se han llevado a cabo estudios con el objeto de relacionar la cantidad de ácidos nucleicos en los diferentes tejidos de los animales y el grado de nutrición de estos, alimentándolos con dietas ricas en proteínas o con dietas deficitarias en ella.

Al respecto Young y Alexis (1966) realizaron una se--

CUADRO 16

EFFECTOS DEL CONTENIDO DE ACIDOS NUCLEICOS EN DIFERENTES TEJIDOS (mcg RNA/g.) PROVOCADO POR EL USO DE LEVADURA n-P EN DIETAS PRACTICAS PARA POLLOS DE ENGORDA DE 1-8 SEMANAS. a/ (Exp. 4)

REEMPLAZO	LEVADURA %				PROMEDIO	TESTIGO
	2	4	6	8		
HIGADO						
Soya	4.887	4.735	4.812	5.172	4.902	5.010
Pescado	<u>5.325</u>	<u>5.768</u>	<u>5.539</u>	<u>5.685</u>	5.579	
PROMEDIO	5.106	5.252	5.176	5.428		
RIÑON						
Soya	2.480	3.083	3.113	2.430	2.776	3.208
Pescado	<u>2.859</u>	<u>3.264</u>	<u>2.339</u>	<u>2.384</u>	2.712	
PROMEDIO	2.670	3.174	2.726	2.407		
MUSCULO PECTORAL						
Soya	0.694	0.788	0.897	0.865	0.811	0.835
Pescado	<u>0.668</u>	<u>0.642</u>	<u>0.867</u>	<u>0.529</u>	0.676	
PROMEDIO	0.681	0.715	0.882	0.697		
CEREBRO						
Soya	1.734	1.861	1.898	1.772	1.816	2.020
Pescado	<u>1.859</u>	<u>1.792</u>	<u>1.875</u>	<u>1.894</u>	1.855	
PROMEDIO	1.796	1.826	1.886	1.833		

a/ No existieron diferencias estadísticas entre tratamientos para ninguna variable ($P > 0.05$)

CUADRO 17

EFFECTOS DEL CONTENIDO PROTEICO EN DIFERENTES TEJIDOS (mg Prot/g.) PROVOCADO POR EL USO DE LEVADURA n-P EN DIETAS PRACTICAS PARA POLLOS EN ENGORDA DE 1-8 SEMANAS DE EDAD. a/ (Exp. 4)

REEMPLAZO	LEVADURA %				PROMEDIO	TESTIGO
	2	4	6	8		
	HIGADO					
Soya	19.66	20.45	21.65	19.59	20.34	21.75
Pescado	<u>19.02</u>	<u>20.04</u>	<u>19.69</u>	<u>20.76</u>	19.88	
PROMEDIO	19.34	20.24	20.67	20.18		
	RIÑON					
Soya	21.29	21.60	19.51	19.91	20.51	21.97
Pescado	<u>21.60</u>	<u>20.49</u>	<u>19.82</u>	<u>19.66</u>	20.39	
PROMEDIO	21.40	21.04	19.67	19.78		
	MUSCULO PECTORAL					
Soya	20.07	20.77	20.24	20.84	20.50	29.87
Pescado	<u>21.39</u>	<u>21.13</u>	<u>21.30</u>	<u>21.07</u>	21.22	
PROMEDIO	20.73	20.95	20.80	20.96		
	CEREBRO					
Soya	20.48	19.48	18.24	19.02	19.30	19.57
Pescado	<u>19.28</u>	<u>20.49</u>	<u>18.38</u>	<u>19.18</u>	19.33	
PROMEDIO	19.88	19.99	18.31	19.10		

a/ No existieron diferencias estadísticas entre tratamientos para ninguna variable ($P > 0.05$)

rie de pruebas en ratas jóvenes alimentándolas con -- dietas adecuadas en proteína (18% caseína) o deficitarias en proteína (3% caseína) y observaron que en las ratas bien alimentadas, la concentración de RNA en -- las células musculares descendía con el desarrollo, - pero la concentración de RNA muscular total aumentaba el triple; no así como en las ratas mal alimentadas - en las cuales la concentración de RNA celular y total del músculo se mantuvo a niveles bajos durante todo - el experimento.

Los ribosomas de las ratas alimentadas con la dieta - baja en proteína fueron menos activos durante la síntesis proteica in vitro que el de las ratas bien alimentadas. Winick y Noble (1966) indicaron que la mala nutrición da como resultado un descenso en el peso, - síntesis proteica y contenido de ácidos nucleicos en los tejidos de las ratas subalimentadas con dietas bajas en proteína a diferentes edades. En concordancia con lo anterior, Howarth y Baldwin (1971) encontraron que la restricción alimenticia inhibía la síntesis y acumulación de ácidos nucleicos y proteína en los tejidos musculares de las ratas y que la cantidad de -- RNA determinaba la síntesis proteica del músculo.

Ashley y Fisher (1967) señalaron que las concentraciones de RNA en el músculo bien podrían servir como un factor para evaluar las pérdidas de nitrógeno durante las insuficiencias proteicas provocadas por dietas deficientes en proteína.

Experimento 5

OBJETIVO

Investigar el comportamiento de los pollos de engorda en iniciación, en dietas con niveles elevados de levadura n-P peletizada y en harina, en reemplazo de proteína de la pasta de soya.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se emplearon 120 pollitos sin sexar de 7 a 28 días de edad. El Diseño experimental fue completamente al azar y en los tratamientos se utilizó un arreglo factorial 2 X 2 siendo el primer factor el empleo de dos niveles de levadura y el segundo factor el efecto de la levadura harina vs. "pelet". La composición de las dietas experimentales utilizadas se pueden apreciar en el Cuadro 18.

Todas las dietas fueron isoproteicas por un ajuste en la cantidad de sorgo y soya. El contenido de metionina, calcio y fósforo así como de energía metabolizable fue similar para todas las dietas. La levadura fue pastillada en una "peletizadora" comercial (Albamex, S.A. de C. V.) y posteriormente fue molida antes de ser incorporada en las dietas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al finalizar la tercer semana de experimentación se observó que las aves alimentadas con la levadura n-pg rafina que se peletizó, produjeron ganancias de peso superiores ($P < 0.05$). Se puede apreciar que la ganancia

CUADRO 18

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES BASALES PARA ESTUDIAR EL EFECTO DE LA TEXTURA DE LA LEVADURA (Exp. 5)

INGREDIENTE	DIETA EXPERIMENTAL (%)	
	10	20
Sorgo	67.57	69.20
Pasta de soya	17.70	6.06
Levadura n-P	10.00	20.00
Sal	0.50	0.50
Harina de Hueso	1.85	2.00
Carbonato de Calcio	1.00	0.85
Vitaminas y minerales ^a	0.23	0.23
DL-Metionina	0.15	0.18
Aceite de Cártamo	1.00	1.00
<u>ANALISIS CALCULADO</u>		
Proteína (%)	20.00	20.00
Metionina (%)	.404	.418
E. Metabolizable (Kcal/kg)	2966	2991
Calcio	1.083	1.015
Fósforo	0.741	0.858
Met. + Cistina	0.698	0.715

a/ Ver pie de nota Cuadro.8

cia de peso se redujo en la dieta al incrementar de 10 a 20% de la levadura en forma de harina, esta información indica que la textura de la levadura es un factor limitante para su empleo en altos niveles. Se observó que los animales alimentados con dietas a base de levadura "peletizada" consumieron ($P > 0.05$) -- una mayor cantidad de alimento que aquellos pollos -- que consumieron dietas con levadura en forma de harina (Cuadro 19).

Durante los últimos años se ha visto que cuando una dieta es pastillada las ganancias de peso así como el consumo de alimento se ven aumentadas. Shannon y McNab (1972) y Waldroup et. al., (1971) llevaron a cabo estudios con dietas pastilladas conteniendo niveles altos de levadura, encontrando que las dietas "peletizadas" eran superiores a las dietas en forma de harina.

EFECTO DE LA TEXTURA DEL ALIMENTO EN DIETAS CON NIVELES ALTOS DE LEVADURA n-P PARA POLLOS EN CRECIMIENTO (Exp. 5)

RESULTADOS DE 7 A 28 DIAS			
LEVADURA n-P	GANANCIA DE PESO (g)	CONSUMO DE ALIMENTO (g)	CONVERSION ALIMENTICIA
Harina 10%	503.5 ^{ab}	1101.5 ^{ab}	2.18 ^b
Harina 20%	417.9 ^a	974.4 ^a	2.33 ^b
"Pelet" 10%	572.0 ^{ab}	1442.8 ^c	2.52 ^b
"Pelet" 20%	595.1 ^b	1341.8 ^c	2.25 ^b

abc/ Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

RESUMEN GENERAL Y CONCLUSIONES

Se realizaron 5 experimentos, con objeto de determinar el valor nutricional de una levadura (Cándida sp.) crecida sobre n-parafina como fuente de proteína para aves, los estudios se llevaron a cabo con pollos de engorda de 7 días de edad.

En el experimento 1, se observó el efecto de la suplementación de DL-metionina a dietas semipurificadas en base de levadura n-P como la única fuente de proteína, encontrándose que las mejores ganancias de peso, consumo y conversión alimenticia fueron las obtenidas por los animales que consumieron una dieta testigo a base de pasta de soya suplementada con 0.14% de DL-metionina. El consumo de alimento de los pollos alimentados con levadura se mejoró con la suplementación de metionina ($P < 0.05$). El bajo peso y la mala conversión de las dietas con levadura n-P respecto a la dieta testigo, se debió a que las dietas se ofrecieron en forma de harina, a este respecto la consistencia de la levadura es fina y el empleo de almidón como fuente de energía a la dieta repercutió en una textura no aceptable, lo que se reflejó en un bajo consumo de alimento.

Experimento 2. Se observó el comportamiento de pollos de engorda, alimentados con diferentes niveles de levadura n-P (0, 5 y 10%) en sustitución de harina de pescado, encontrándose que los mejores niveles de crecimiento durante las cuatro semanas de experimentación fueron los obtenidos por los animales alimentados con la dieta testigo a base de pasta -

de soya y harina de pescado. Así mismo, los pollitos alimentados con la dieta conteniendo 5 y 10% de levadura n-P presentaron niveles de crecimiento significativamente más pobres ($P > 0.05$). Por otra parte se encontró para ganancia de peso y conversión alimenticia un efecto lineal negativo a ($P < 0.05$), probablemente debido a la menor calidad de proteína de las dietas con levadura.

Experimento 3. Se llevó a cabo la determinación del valor nutritivo de la levadura n-P en la engorda de pollos cuando se sustituye el 0, 33.33, 66.66 y 100% de la proteína de pasta de soya en dietas con dos niveles de proteína (20 y 16%) de la ración.

Se encontró que el crecimiento de los pollos alimentados con dietas al 20% de proteína fue mayor que el de aquellos que recibieron 16% de proteína. El reemplazo total de la pasta de soya por levadura tendió a reducir la ganancia de peso así como la conversión alimenticia de los animales en ambos tipos de dietas. En cuanto al consumo de alimento no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$).

Con respecto al contenido de ácido úrico en excretas, se encontró que conforme aumentaba el nivel de levadura este se veía incrementado de manera proporcional.

Experimento 4. Se observó la sustitución del 0, 2, 4, 6 y 8% de pasta de soya y el 2, 4, 6 y 8% de la harina de pescado por levadura n-P en dietas prácticas para pollos de engorda, encontrándose que en la ganancia de peso existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) debido a que el 6% de reemplazo de levadura por soya redujo el crecimiento, obte-

niéndose el mismo efecto en el reemplazo del 4 y 8% de levadura por harina de pescado. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) para consumo de alimento entre los tratamientos restantes.

Con respecto a la conversión alimenticia, el comportamiento fue similar al observado en ganancias de peso.

En cuanto a los análisis químico cuantitativo de ácidos nucleicos y proteínas realizados en hígado, riñón, músculo pectoral y cerebro, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Experimento 5. Se estudió el comportamiento de niveles de 10 y 20% de sustitución de levadura n-P por pasta de soya cuando se somete a procesos de "peletización", encontrándose que las aves alimentadas con la levadura n-P peletizada, produjeron ganancias de peso superiores, así mismo esta se redujo cuando la levadura se administró en forma de harina. Esto indica que la textura de la levadura es un factor limi tante para su empleo en altos niveles. Por otra parte se ob servó que los animales alimentados con la levadura "peletizada" consumieron una mayor cantidad que los que lo hicieron con levadura en harina.

De acuerdo a esta serie de experimentos realizados se puede concluir:

- 1.- Las dietas a base de levadura n-P requieren una suple mentación de DL-metionina, de lo contrario el consumo y conversión alimenticia se ven disminuidas.
- 2.- La levadura crecida en n-P tiene una mejor eficiencia al alimenticia cuando es proporcionada en forma "peletiza-

da".

- 3.- El reemplazo de pasta de soya por levadura n-P a altos niveles de sustitución tiende a disminuir el crecimiento y la eficiencia alimenticia.
- 4.- Conforme se aumenta el nivel de levadura el contenido de ácido úrico en excretas aumenta en forma proporcional.
- 5.- A niveles bajos de levadura n-P no se encuentran diferencias significativas para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.
- 6.- Las dietas con altos niveles de levadura "peletizadas" son superiores en cuanto a conversión alimenticia y ganancia de peso que las dietas en forma de harina.
- 7.- No se observó ningún efecto adverso en los tejidos estudiados por la levadura como lo indican los análisis realizados de ácidos nucleicos y proteínas.

La información analizada sugiere que la proteína unicelular puede ser una fuente alternativa de proteína para la alimentación de los animales, ya que los datos hasta ahora publicados no mencionan efectos tóxicos en los animales alimentados con este tipo de productos. Sin embargo debido a que la información publicada ha sido realizada en su totalidad en el extranjero empleando materia prima diferente a la que se utiliza en nuestro medio y a que este material se piensa producirlo en México en un futuro próximo con objeto de sustituir parte de las proteínas convencionales en alimentos para aves, como son la pasta de soya y la harina de pescado,

que no se producen en suficiente cantidad en el País y se -
importan en grandes cantidades con la consecuente fuga de -
divisas, deberán realizarse más investigaciones en este ---
campo.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C., 1975 Official Methods of Analysis., Association of the official Analytical Methods., 12 th Ed., Washington, D.D.
- Ashley, J.H. and H. Fisher., 1967, Protein reserves and muscle constituents of protein-depleted and repleted-cocks, Br. J. Nutr., 21: 661-670.
- Bressani. R., 1968, Single-Cell protein, Ed. R.I., Mateles, S.R. Tannenbaum, 90-121 V. Cambridge, Mass. Inst. Tech.
- Callihan, C.D. and C.E. Dunlap., 1969, The economic of microbial proteins produced from cellulosic wastes, Compost., 10: 6-11.
- Clark, J.M., 1946, Experimental Biochemistry, ED. W.H. Freeman and Company, 125-136.
- Clement, G., 1972, Recent advances in the food alga, spirulina, Presented At. Chem. Prot. Evaluation, Reading, England. Conference. Jun 10-12.
- Cuca, G.M., E. Avila, G. y A. Pró. M., 1980, La alimentación de las aves, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx., Boletín 1: 15.
- Champagnat, A., 1967, Proteins from petroleum, World Petroleum., 38, 64-68.
- Davidson, J.N., 1976, The biochemistry of the nucleic acids, Eighth Ed. Academi. Press; 67-68.

- De Groot, A.P., H.P. Til. and V.J. Feron., 1970, Safety evaluation of yeast grown on hidrocarbons. 1. One year feeding study in rats with yeast grown on gas-oil, Food, Cosmet. Toxicol., 8: 267-276.
- De Groot., A.P., H.P. Til. and V.J. Feron., 1971, Safety evaluation of yeast grown on hidrocarbons. III. Two-year feeding and multigeneration study in rats with yeast grown on gas-oil, Food, Cosmet. Toxicol., 9: 787-800.
- D'Mello, J.P.F., 1973, The use of methane-utilising bacteria as a source of protein for young chicks, Br. Poult. Sci., 14; 291-301.
- D'Mello, J.P.F. and T. Acamovic., 1976, Evaluation of methanol grown bacteria as a source of protein an energy for young chicks, Br. Poult. Sci., 17: 396-401.
- Duncan, D.B., 1955, Multiple range and multiple F test, Biometrics., 11: 1-42.
- FAO/WHO., 1965, Protein requirements, Fao. Nutr. Meetings, Rep. Ser. No. 37, Food and Agric. Org., Rome.
- Featherston, W.R. and R.W. Scholz., 1968, Changes in liverxanthine dehydrogenase and uric acid excretion in chicks during adaptation to a high protein diet, J. Nutr., 95: 393-398.
- Finn. R.K., 1970, Microbial cells from wastes as a feed supplement, Proc. Cornell Research Conf., 21.
- Foster, J.W., 1962, Hydrocarbons as substrates for microorganisms, Antonie Van Leeuwenhoek. 28: 271-274.
- György, P., C.S. Rose., RM. Tomarelli and M. Goldblatt., 1950, Yeast in the production of dietary massive hepatic necrosis in rats, J. Nutr., 41: 265-278.

- Hevia, P. and Clifford., 1977, Protein intake, uric acid metabolism and protein efficiency ratio in growing chicks, J. Nutr., 107: 959-964.
- Hibino, S. and H. Terashima., 1973, Enzymatic digestion of yeast in some animals., single cell protein, Proceedings of the Int. Symp. Held in Rome, Italy, Nov 7-9. ED. P. Davids. : Academic Press. Lon. N.Y. San Fco.
- Hoogerheide, J.C., 1973, Proposed guidelines for testing of single cell protein, destined as major protein source for animal feed: Its standards of identity, single cell protein, Proceedings of the int. Symp. Held in Rome, Italy. Nov 7-9 ED. P. Davis. Academic Press. Lon. N.Y. San Fco.
- Howerth, R.E. and R.L. Baldwin., 1971, Synthesis and accumulation of protein and nucleic acid in rat gastrocnemius muscles during normal growth, restricted growth, and recovery from restricted growth, J. Nutr., 101: 477-844.
- Kihlberg, R., 1972, The microbe as a source of food, Annv. Rev. Microbiol., 26: 427-465.
- Koseka, K., H. Hoshii. and M. Yoshida., 1972, Available energy of yeast grown on various carbon sources by growing chicks, Japan. Poult. Sci., 9: 159-164.
- Liddle, L., J.E. Seegmiller. and L. Laster., 1959, The enzymatic spectrophotometric method for determination of uric acid, J. Lab. Clin. Med., 54: 903-913.
- Lindan, O. and E. Work., 1951, The nutritive properties of two yeast used to produce massive dietetic liver necrosis in rats, Biochem. J., 48: 344-349.
- Litchfiel, J.H., 1967, Microbial Technology, ED. H.J. Peppler, 107-44. New York: Reinhold.

- Lowry, O.H., Rosebrough., A.L. Farr and R.J. Randall., 1951, Protein measurements with the folin phenol reagent, J. Biol. Che., 193: 265.
- Marquez, V.A., and E. Avila. G., 1974, Effect of amino acid supplementation to triticale diets, Poult. Sci., 53: 1231-1233.
- Méndes, C.B., and J.C. Waterlow., 1958, The effect of a low protein diet, and of refeeding on the composition of liver and muscle in the weanling rat, Brit. J. Nutr., 12: 74-78.
- Miles, R.D. and W.R. Featherston., 1974, Uric acid excretion as an indicator of the amino acid requeriment of chicks, Proc. of the Soc. for Exp. Biol. and Med., 145: 686-689.
- Miller, T.L. and M.J. Johnson., 1966, Utilization of gas-oil by a yeast culture, Biotech. Bioeng., 8: 567-580.
- Munro, H.N., and a Fleck., 1966, Recent developments in the measurement of nucleic acids in biological materials. A supplementary review, Analyst., 91: 78-185.
- N.R.C., 1977, Nutrient requirements of poultry, The National Research Council. Seventh revised Ed. Washington, D.C.
- Okomura, J.I. and I. Tsaki., 1968, Effect of fasting refeeding and dietary protein level on uric acid and amonia content of blood, liver and kidney in chickens, J. Nutr., 97: 316-320
- Peppler, H.J., 1970, The yeasts, ED. A.H. Rose, J.S. Harrison New York: Academic., 3: 421-462.
- Rojas, R.E.E., 1982, El valor nutricional de la levadura crecida en n-parafina en dietas para aves. Tesis de Maestro en Ciencias, Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán, UNAM.

- Schneider, W.C., 1945, Phosphorus compound in animal tissues I. extraction and estimation of desoxyribose nucleic acid and ribose nucleic acid, J. Biol. Chem., 161: 293-303.
- Shacklady, C.A., 1968, Single cell proteins, nutritional value application and acceptability yeasts from gas oil, A.I.I. A. Intl. Symp. on new source of proteins in human nutrition, Amsterdam.
- Shacklady, C.A., 1969, The production and evaluation of protein derived from organisms grown on hydrocarbon residues, Proc. Nutr. Soc., 28: 91-97.
- Shacklady, C.A., 1973, Response of livestock and poultry to SCP, Single cell protein, proceedings of the int. Symp. Held in Rome, Italy. Nov. 7-9 Ed. P. Davis. Academic Press. Lon. N.Y. San Fco.
- Shannon, D.W.F. and McNab., 1972, The effect of different dietary levels of a n-paraffin-grown yeast on the growth and food intake of broiler chicks, Br. Pult. Sci., 13: 267-272
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran., 1971, Statiscal Methods, 6th Ed., The Iowa University Press, Ames, Iowa.
- Tada, M., F. Seño., T. Murata. and A. Kawasaki., 1972 Effect of vitamin B₁₂ on hatchability of hens fed petroleum yeast, Japan. Poult. Sci., 9: 17-21.
- Taylor. J.C., E.W. Lucas., D.A. Gable. and G. Graber., 1973, Evaluation of single cell proteins for non ruminants, Single cell protein, Proceedings of th Intl. Symp. Held in Rome, Italy. Nov 7-9. Ed. P. Davis. Academic Press. Lon. N.Y. San Fco.
- U.S.A. Dep. of Agric., 1979, Fat and oil situation, economic estadistic and cooperative service. Dept. of Agric. U.S.A. Bull.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

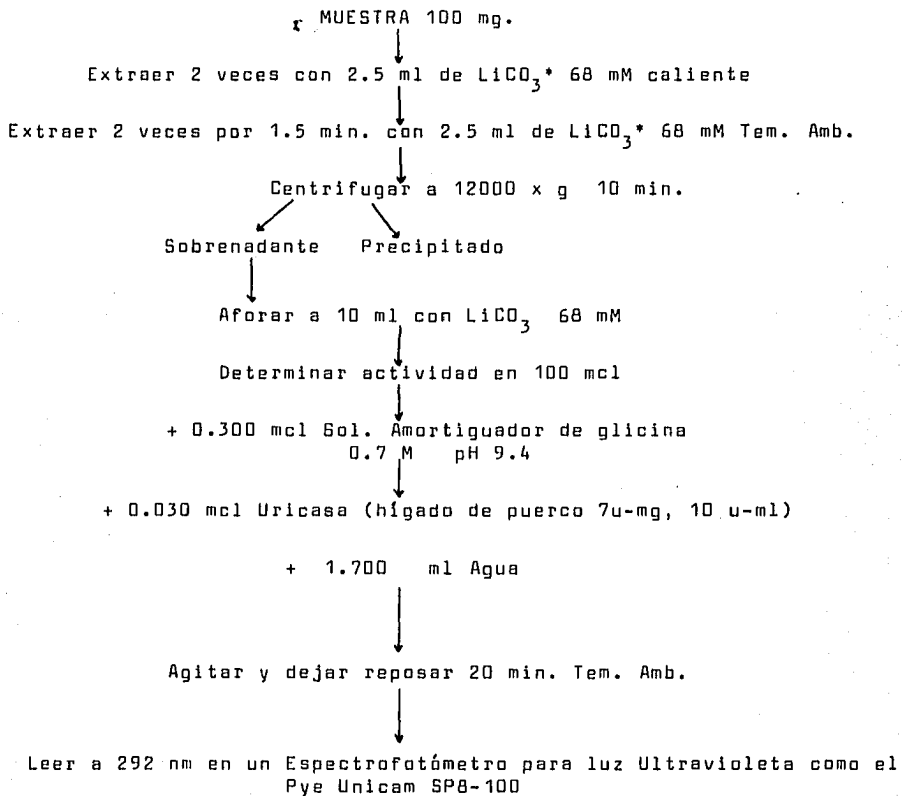
- Waldroup, P., 1971, Yeast protein fermentation, Hydrocarbon Utilization, Feedstuffs., July 17, 32-34.
- Waldroup, P.W., C.M. Hillard. and R.J. Mitchell., 1971, The nutritive value of yeast grown on hydrocarbon fractions for broiler chicks, Poult. Sci., 50: 1022-1027.
- Waldroup, P.W. and J.R. Payne., 1974, Feeding value of methanol derived single cell protein for broiler chicks, Poult. Sci., 53: 1039-1042.
- Winick, M. and A. Noble., 1966, Cellular response in rats during malnutrition at various ages, J. Nutr., 89: 300-306.
- Woodham, A.A. and P.S. Deans., 1973, Amino acid and protein supplementation of chick diets containing single cell protein sources, Br. Poult. Sci., 14: 569-578.
- Yang, S.P., F.T. Lam. and C.S. Gandy., 1969, The nutritional value of single-cell protein, presented at the 8th Int. Congr. Nutr., Sept. 2-9. Prague, Czechoslovakia.
- Yoshida, M., 1976, Yeast grown on n-paraffin as future poultry feed, World's Poult. Sci. J., 34: 221-233.
- Yoshida, M. and T. Horiuchi., 1975, Statistical analyses of histopathological changes of hens on yeast grown on n-paraffin, Japan Poult. Sci., 12: 457-491.
- Young, V. R. and S.D. Alexis., 1968, In vitro activity of ribosomes and RNA content of skeletal muscle in young rats fed adequate or low protein, J. Nutr., 96: 255-262.

APENDICE

22

ESQUEMA I

METODO EMPLEADO PARA LA EXTRACCION Y DETERMINACION DE ACIDO URICO EN
HECES 1/ (Experimento 3)



1/ Adaptación del método sugerido por Liddle et al. (1959) y Featherston y Sholz (1968)

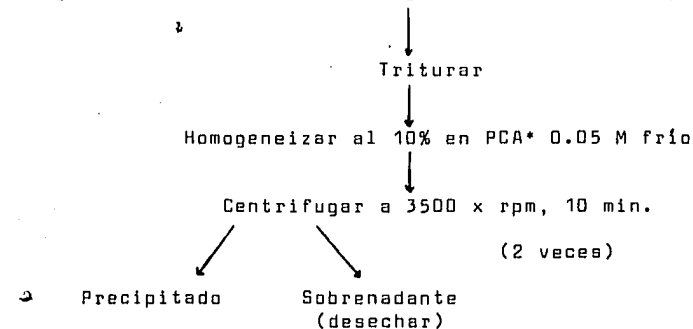
* Carbonato de Litio

ESQUEMA II

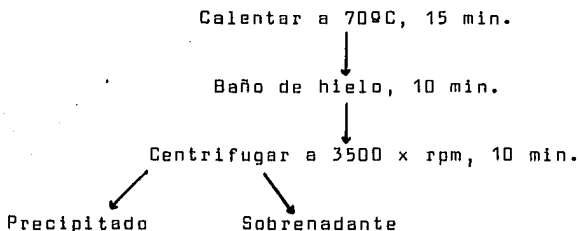
METODO EMPLEADO PARA LA EXTRACCION DE RNA^{1/} Y PROTEINAS^{2/}

(Experimento 4)

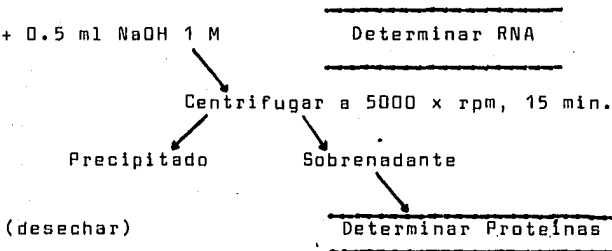
Congelar el Tejido a -70°C (Hígado, riñón, cerebro, músculo pectoral)



+ 1 ml PCA* 1 M
Agitar



+ 0.5 ml NaOH 1 M



1/ Adaptación del método sugerido por Schneider (1945)

2/ Adaptación del método sugerido por Lowry et. al., (1951)

* Acido Perclórico

ESQUEMA III

METODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACION DE RNA.

(Experimento 4)

Curva Estandar

Tubo	Concentración de RNA por mcg	Concentración de RNA mcg/ml por tubo	Acido Perclórico p.5M (ml)	ACETATO CUPRICO 0.5% (ml)	ORCINOL 1% (ml)
Blanco	-	-	1.0	0.200	1.500
1	0.200	20	0.800	0.200	1.500
2	0.400	40	0.600	0.200	1.500
3	0.600	60	0.400	0.200	1.500
4	0.800	80	0.200	0.200	1.500
5	1.000	100	-	0.200	1.500
Muestras 200 mc1	-	-	0.800	0.200	1.500

↓

Cada tubo contiene un volumen final de 2.700 ml.

↓

Se incuban los tubos en baño maría a 92°C por 20 min.

↓

Se dejan enfriar

↓

Leer a 660 nm en un Espectrofotómetro para luz Infra Roja como Pye Unicam SPB-100

ESQUEMA IV

METODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACION DE PROTEINAS ^{1/}

(Experimento 4)

Curva Estandar

Tubo	Albúmina 30%		Agua Dest.	Solución A*	Solución B**
	Conc. mg	ml	(ml)	(ml)	Reactivo de Folin (ml)
Blanco	0.000	0.000	0.500	2.000	0.200
1	0.100	0.020	0.400	2.000	0.200
2	0.200	0.040	0.300	2.000	0.200
3	0.300	0.060	0.200	2.000	0.200
4	0.400	0.080	0.100	2.000	0.200
5	0.500	0.100	0.000	2.000	0.200
Muestras 10 mcl.	-	-	0.500	2.000	0.200

* Solución A: Se prepara al momento de usarse; de la siguiente manera: Na_2CO_3 al 2% + Tartrato de Na 0.02% + NaOH 0.1N a 50 ml de esta solución se le añade 1 ml de CuSO_4 0.5%. Después de agregada esta solución a los tubos de la curva estandar se dejan reposar por 10 minutos.

** Solución B: Reactivo de Folin, se prepara de la siguiente manera: 2.2 ml de este reactivo + 2.8 ml de agua destilada se le añaden a los tubos y se dejan reposar por 20 minutos a temperatura ambiente y posteriormente se lee a 550 nm en un espectrofotómetro como el Pye Unicam SP8-100.

1/ Adaptación al método sugerido por Lowry et. al. (1951)

CUADRO 20

ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES, GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA MEDIDAS EN EL EXPERIMENTO 1.

FUENTE DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS			
	gl	GANANCIA DE PESO g	CONSUMO DE ALIMENTO g	CONVERSION ALIMENTICIA
Totales	8	-	-	-
Tratamientos	2	82721.4**	61035.9**	2.45**
Error	6	1252.8	444.4	0.11

** Indica diferencia altamente significativa ($P < 0.01$).

CUADRO 21

ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES, GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA DEL EXPERIMENTO 2.

FUENTE DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS			
	gl	GANANCIA DE PESO g	CONSUMO DE ALIMENTO g	CONVERSION ALIMENTICIA
Totales	11	-	-	-
Tratamientos	2	60,646.7**	32,935.5**	0.44**
Lineal	(1)	119,969.2**	47,328.9**	0.81**
Cuadrático	(1)	1,324.2	18,542.0*	0.07
Error	9	2,814.1	3,381.4	0.05

* Indica diferencia significativa ($P < 0.05$)

** Indica diferencia altamente significativa ($P < 0.01$)

CUADRO 22

ANALISIS DE VARIANZA PARA OBSERVAR EL EFECTO DEL REEMPLAZO DE PASTA DE SOYA POR LEVADURA n-P CON 20 % y 16 % DE PROTEINA PARA POLLOS DE ENGORDA DE 1-5 SEMANAS DE EDAD EN EL EXPERIMENTO 3.

ORIGEN DE LA VARIACION	CUADRADOS MEDIOS			
	gl	GANANCIA DE PESO	CONSUMO DE ALIMENTO	CONVERSION ALIMENTICIA
Tratamientos	7	5575.7	3083.6	0.073
Niveles de levadura n-P	(3)	52122.6	2412.8	0.036
Lineal	(1)	11550.3	4800.4	0.080
Cuadrática	(1)	3185.5	1672.7	0.020
Cúbica	(1)	1970.7	1836.4	0.020
Niveles de Proteína	(1)	14646.6*	7979.6	0.290*
Tratamiento por niveles	(3)	3005.1	2122.4	0.036
Error	16	2988.1	12639.9	0.036

* Indica diferencia significativa ($P < 0.05$).

CUADRO 23

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS DE ACIDO URICO EN EXCRETAS DE AVES ALIMENTADAS CON NIVELES ELEVADOS DE LEVADURA EN EL EXPERIMENTO 3.

FUENTE DE VARIACION	gl	CUADRADO MEDIO
Totales	23	-
Tratamientos	7	32.71
Niveles levadura	(3)	75.33
Lineal	(1)	202.98**
Cuadrática	(1)	21.34**
Cúbica	(1)	1.77
Niveles Proteína	(1)	1.30
Levadura x Proteína	(3)	0.56
Error	16	0.37

** Indica diferencia altamente significativa ($P < 0.01$).

CUADRO 24

ANALISIS DE VARIANZA PARA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA DEL EXPERIMENTO 4.

FUENTE DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS			
	gl	GANANCIA DE PESO g	CONSUMO DE ALIMENTO g	CONVERSION ALIMENTICIA
Totales	26	-	-	-
Tratamientos	8	10937.2*	39979.6	0.0074
Factorial vs. testigo	(1)	38412.9**	21935.3	0.0278*
Soya o pescado x levadura	(1)	1194.2	17501.4	0.0130
Niveles de Levadura	(3)	8160.4	36977.1	0.0059
Soya o pescado x niveles	(3)	7803.2	56489.6	0.0004
Error	18	3477.0	20296.6	0.0052

* Indica diferencia significativa (P < 0.05)

** Indica diferencia altamente significativa (P < 0.01).

CUADRO 25

ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE PROTEINAS EN TEJIDOS EN mg DE Prot./b
EN BASE HUMEDA DEL EXPERIMENTO 4.

FUENTE DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS				
	g1	HIGADO	RIÑON	MUSCULO	CEREBRO
Totales	35	-	-	-	-
Tratamientos	8	3.57	3.68	1.20	2.17
Factorial vs. testigo	(1)	9.62	7.96	3.44	0.33
Soya o pescado x levadura	(1)	1.68	0.20	4.25	0.05
Niveles de levadura	(3)	2.47	6.11	0.10	4.17
Soya o pescado x niveles	(3)	3.29	0.98	0.54	1.49
Error	27				

CUADRO 26

ANALISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE ACIDOS NUCLEICOS EN TEJIDOS DEL EXPERIMENTO 4.

FUENTE DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS				
	g1	HIGADO	RIÑON	MUSCULO	CEREBRO
Totales	35	-	-	-	-
Tratamientos	8	0.594	0.593	0.063	0.028
Factorial vs. testigo	(1)	0.189	0.764	0.029	0.122
Soya o pescado x levadura	(1)	3.674	0.039	0.144	0.010
Niveles de levadura	(3)	0.154	0.811	0.069	0.011
Soya o pescado x niveles	(3)	0.142	0.504	0.042	0.020
Error	27				

CUADRO 27

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO 5.

FUENTE DE VARIACION	CUADRADOS MEDIOS			
	g ₁	GANANCIA DE PESO g	CONSUMO DE ALIMENTO g	CONVERSION ALIMENTICIA
Totales	17	-	-	-
Tratamientos	3	19,029.9	138,734.0	0.0602
Tipos de presentación	(7)	45313.2**	376656.3*	0.0432
Niveles	(7)	2920.3	39033.6*	0.0176
Tipos x niveles	(7)	8856.4	512.3	0.1199
Error	8	2520.8	2087.9	0.0406

** Indica diferencia altamente significativa ($P < 0.01$)