

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

“ENSAYO DE UNA FUENTE DE PROTEINA UNICELULAR
EN LA ALIMENTACION DE POLLOS PARRILLEROS
Y ALGUNOS EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO”.

T E S I S

PRESENTADA A LA
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P O R:

GERMAN FRANZ ALVAREZ GILL

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO:

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, MAYO DE 1982.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

01
T(638)
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
RECTOR EN FUNCIONES
DR. RAUL OSEGUEDA PALALA

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

<i>DECANO:</i>	<i>DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.</i>
<i>VOCAL 1o.:</i>	<i>ING. AGR. OSCAR R. LEIVA</i>
<i>VOCAL 2o.:</i>	<i>ING. AGR. GUSTAVO MENDEZ</i>
<i>VOCAL 3o.:</i>	<i>ING. AGR. FERNANDO VARGAS</i>
<i>VOCAL 4o.:</i>	<i>PROF. LEONEL ENRIQUEZ DURAN</i>
<i>VOCAL 5o.:</i>	<i>P. A. ROBERTO MORALES</i>
<i>SECRETARIO:</i>	<i>ING. AGR. CARLOS FERNANDEZ.</i>

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

<i>DECANO:</i>	<i>DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.</i>
<i>EXAMINADOR:</i>	<i>DR. DAVID MONTERROSO</i>
<i>EXAMINADOR:</i>	<i>ING. AGR. ANIBAL MARTINEZ</i>
<i>EXAMINADOR:</i>	<i>ING. AGR. SALVADOR CASTILLO</i>
<i>SECRETARIO:</i>	<i>ING. AGR. CARLOS SALCEDO.</i>

Guatemala, 20 de Abril de 1982.

Dr. Antonio Sandoval S.
Decano de la Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
Presente.

Señor Decano:

En cumplimiento a la designación hecha por esa Decanatura, he asesorado al Estudiante German F.F. Alvarez Gill, en su trabajo de Tesis intitulado "ENSAYO DE UNA FUENTE DE PROTEINA UNICELULAR EN LA ALIMENTACION DE POLLOS PARRILLEROS, Y ALGUNOS EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO", como requisito final para optar al Título de Ingeniero Agrónomo.

He revisado su trabajo, el que, por considerar satisfactorio en mi opinión, y ajustado a los principios técnicos requeridos para la elaboración de dicha Tesis, se hace acreedor a mi aprobación,

Atentamente,



Ing. Agr. Jorge A. Wellmann D.

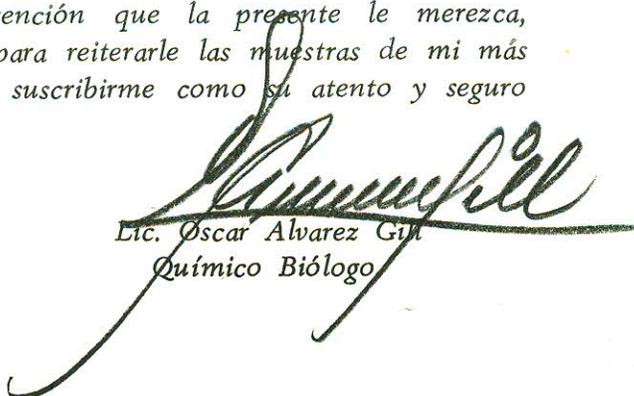
Guatemala, 20 de Abril de 1982.

Dr. Antonio Sandoval S.
Decano de la Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
C i u d a d.

Señor Decano:

De manera respetuosa y atenta me dirijo a Ud., para hacer de su conocimiento que tuve a la vista el informe de Tesis Ad-Grado del Bachiller German F.F. Alvarez Gill, titulado "ENSAYO DE UNA FUENTE DE PROTEINA UNICELULAR EN LA ALIMENTACION DE POLLOS PARRILLEROS Y ALGUNOS EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO"; el cual, a mi leal saber y entender, cumple con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para este tipo de trabajos; por lo que gustoso, firmo la presente en calidad de Asesor.

Al agradecer la atención que la presente le merezca, aprovecho la oportunidad para reiterarle las muestras de mi más distinguida consideración y suscribirme como su atento y seguro servidor,



Lic. Oscar Alvarez Gill
Químico Biólogo

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis "ENSAYO DE UNA FUENTE DE PROTEINA UNICELULAR EN LA ALIMENTACION DE POLLOS PARRILLEROS Y ALGUNOS EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO", que fuera aprobada por la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, previo a obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRONOMO

DEDICO ESTE ACTO

A:

DIOS CREADOR DEL UNIVERSO

*LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA*

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

LA FINCA "DOÑA MARIA LA EMBAULADA"²²

DEDICO ESTA TESIS

- A mis abuelos* Clemencia Beteta vda. de Alvarez (Q.E.P.D.)
Eduardo Centeno
Aida Gottlieb de Centeno (Q.E.P.D.)
- mis padres* Lic. Oscar Alvarez Beteta
Ketty Gill Gottlieb de Alvarez
- mis hermanos* Ing. Julio Roberto
Ing. Erick Mauricio
Lic. Oscar Eduardo
Arq. Mario Enrique
Sec. Aida Clemencia
- mi cuñada* Sec. Brenda de Mansylla
- mis amigos* Lic. Ariel Aparicio
Lic. Víctor Flores
Lic. Darío Pérez
Lic. Raúl Contreras
Ing. Guillermo Rivera
Ing. Miriam Guilló
Ing. Sandra Aguilar
Ing. Juan Aguilar
Ing. Baldemar Portillo
Ing. Eugenia Gramajo
Ing. Francisco Aguilar
Sr. Herman Mey
- mis sobrinos* Anaite Mansylla
Juan Pablo Castillo
María Alejandra Castillo
Juan Manuel Mansylla
Julio Rafael Mansylla
Ema Sofía Castillo
Rodrigo Alvarez

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a las personas que en una u otra forma prestaron su colaboración en la realización del presente trabajo de tesis, especialmente a:

Lic. Oscar E. Alvarez Gill

Ing. Jorge A. Wellmann Paz

Ing. Inf. Guillermo Rivera O'M.

C O N T E N I D O

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. RESUMEN	3
III. HIPOTESIS	5
IV. HIPOTESIS NULA	5
V. OBJETIVOS	7
VI. JUSTIFICACIONES	9
VII. REVISION BIBLIOGRAFICA	11
VIII. MATERIALES Y METODOS	17
IX. RESULTADOS Y DISCUSION	19
X. CONCLUSIONES	21
XI. RECOMENDACIONES	23
XII. APENDICE	25
XIII. BIBLIOGRAFIA	45

INTRODUCCION

Los países en vías de desarrollo basan su economía en una agricultura poco tecnificada, incidiendo en que una fuerte proporción de sus habitantes sufren déficit alimentario cualitativa y cuantitativamente ya que las dietas se caracterizan por ser pobres en contenido proteico-calórico, lo que indefectiblemente se traduce en graves problemas de salud, de tal suerte que la tuberculosis, la desnutrición y las enfermedades de transmisión feco-oral son las que presentan mayores índices de morbilidad y mortalidad (Cáceres et. al 1978).

Tal panorama obliga urgentemente a encaminar las tareas de la investigación agrícola y pecuaria de estos países hacia la búsqueda de mejores fuentes de alimento, principalmente proteína, basados en tecnología sencilla y de bajo costo, con el fin de proporcionar alimento de buena calidad a las grandes masas de población humana. En tal sentido es sabido que las proteínas de origen animal contienen en su estructura primaria los aminoácidos requeridos por el humano y son bien aceptados por la mayoría de los conglomerados.

Las aves de corral destinadas a la producción de carne requieren un período de tiempo bastante corto (7-8 semanas) para llegar a edad de sacrificio y para su explotación requieren de poco espacio. Sin embargo, los costos de producción se ven especialmente afectados por la alimentación, por lo que conviene investigar sistemas de producción tendientes a reducir éstos, a fin de obtener un producto a precio más bajo que permita mayor accesibilidad a la población de escasos recursos económicos.

Insistiendo en el aspecto alimenticio de aves, es importante señalar que los precios de los concentrados empleados para este fin fluctúan dependiendo de las materias primas empleadas en su

elaboración, las que en una buena mayoría de los casos son productos agrícolas que el hombre también utiliza de manera directa para su alimentación; verbigracia el maíz; por lo que la utilización de estos productos destinados al consumo animal resultan competitivos para la alimentación humana, especialmente desde el punto de vista energético.

En lo que toca a proteínas, los microorganismos, en especial los mohos y levaduras, representan una de las grandes alternativas, ya que existen especies que no presentan patogenicidad ni para el hombre ni para otras especies animales, a la vez que poseen en su pared celular grandes cantidades de proteína de buena calidad y tienen un tiempo de generación bastante corto. Además de estas características intrínsecas, poseen la cualidad de que su utilización en alimentación animal no presentan competencia para la nutrición humana y se puede conseguir en grandes cantidades como subproductos en la fabricación de otras sustancias. Conocidas tales bondades de los mismos, se planificó este estudio a través del cual a partir de una dieta tradicional cuya fuente de proteína fue la harina de soya se sustituyó la misma en niveles crecientes del 25, 50, 75 y 100% por iguales niveles de levadura seca del género *Saccharomyces* ensayándose en pollos de engorde Arbor acres.

RESUMEN

Niveles del 25, 50, 75 y 100o/o de la fracción proteica proporcionada por la harina de soya en dietas destinadas al engorde de pollos parrilleros, fueron sustituidos por el equivalente en peso seco de la levadura de cerveza. Una dieta tradicional fue utilizada como testigo (ver cuadro 3).

Para el efecto se usaron 250 pollos de un día de nacidos, distribuidos en 5 bloques con 5 repeticiones cada uno y cada repetición con 10 unidades; los cuales fueron alimentados Ad-libitum con dietas de inicio de 3,291-3,415 kilo calorías de alimento y 23o/o de proteína; y dietas de finalización de 3,321-3,465 Kcal. de alimento y 20o/o de proteína, durante 52 días, correspondiendo 32 días para el inicio y 20 para finalización.

Durante el desarrollo del experimento se registraron las siguientes variables: peso inicial, semanal y final por tratamiento; consumo de alimento semanal y final por tratamiento; eficiencia de conversión alimenticia, así como la incidencia de enfermedades y mortalidad por tratamiento y costo-beneficio por tratamiento.

Además fueron evaluados índices metabólicos tales como: glucosa, proteínas totales, creatinina y ácido úrico en el suero de los animales al finalizar el experimento.

Los resultados permitieron establecer que sustituciones hasta del 50o/o de la fracción proteica no modificaron la conducta de la parvada; no habiendo variación significativa en los índices metabólicos ni en la conversión alimenticia, pero sí resultaron más rentables que el testigo.

En substituciones por arriba del 50o/o hubo incidencia

notoria sobre el consumo de alimento que al incrementarse afectó negativamente la conversión alimenticia. El mismo tratamiento afectó significativamente la concentración de ácido úrico.

HIPOTESIS

*“Las levaduras del género **Sacharomyces**, empleadas en la elaboración de alcohol etílico no poseen en su composición sustancias que resulten tóxicas para las aves de corral; por el contrario, su contenido celular es rico en proteína y además su período de generación es bastante corto; por lo que resulta ser una valiosa fuente de proteína destinada a la alimentación de pollos de engorde. Por lo anterior deberá ser un buen sustituto de la proteína suministrada por la harina de soya en los concentrados administrados a los mismos”.*

HIPOTESIS NULA

*“Las levaduras del género **Sacharomyces** empleadas en la elaboración de alcohol etílico no pueden ser utilizadas como un sustituto parcial o total de la fracción proteica proporcionada por la harina de soya de las dietas tradicionales empleadas en la alimentación de pollos para engorde”.*

OBJETIVOS

A. Generales:

- A-1 *Investigar nuevas fuentes de proteína destinadas a la preparación de dietas de consumo animal, que no sean competitivas en la alimentación humana.*
- A-2 *Disminuir los costos de producción de los alimentos (dietas) destinadas a la nutrición de las especies de importancia económica.*

B. Específicos:

- B-1 *Evaluar la utilización de la levadura del género **Sacharomyces** (que se emplea en la preparación de alcoholes) como sustituto parcial o total de la fracción proteica proporcionada por la harina de soya en una dieta tradicional destinada a la alimentación de pollos de engorde.*
- B-2 *Reducir en alguna medida los costos de producción de carne de pollo con el fin de proporcionar a la población proteína de alta calidad a menor precio.*
- B-3 *Utilizar de manera adecuada sustancias de desecho industrial.*

JUSTIFICACIONES

- a. *En los países denominados del tercer mundo, como el nuestro, se hace necesario diseñar sistemas adecuados de producción de alimentos que permitan ofrecer un producto de buena calidad y a un precio al alcance de toda la población. En tal virtud, se requiere del estudio de fuentes alimenticias no tradicionales destinadas a la fabricación de alimentos para los animales de los cuales el hombre se sirve, y cuya materia prima sea de fácil acceso y su proceso de producción no complicado y que no compita con la alimentación humana.*
- b. *En Guatemala el volumen de crecimiento de los productos de desecho provenientes de las actividades industriales y agrícolas, requieren que se desarrollen procesos para su aprovechamiento los que deben ajustarse a la disponibilidad de los recursos del país.*
- c. *Es necesario evitar la importación de materia prima para la elaboración de alimentos destinados al consumo animal, tal el caso de la soya, que no se produce en Guatemala, evitándose así la fuga de divisas.*

REVISION BIBLIOGRAFICA

La idea de la utilización de materias de desecho para la obtención de proteína unicelular no es nueva, pero en los últimos años ha cobrado nuevo interés, a causa de los problemas que representa la disposición de los grandes volúmenes de productos de desecho agro-industriales, así como la necesidad por desarrollar nuevas fuentes de proteína distintas de las convencionales. Como producto de esta búsqueda se han encontrado microorganismos que pueden utilizarse en la alimentación animal dado su alto contenido proteico (Gray et. al 1,963/1,964).

El principal incentivo para intensificar la investigación sobre las formas de utilizar los microorganismos como alimento, ha sido el pronóstico acerca del incremento de población y su relación con las fuentes de alimento.

Los trabajos realizados por los laboratorios de USA Army Eatick Massachusetts, han demostrado que ciertos mohos poseen un complejo enzimático capaz de degradar la celulosa.

Mendels y colaboradores han encontrado que las mutantes inducidas de *Trichoderma viride* son capaces de producir la enzima extracelularmente en mayores cantidades cuando se enfrentan a un sustrato celuloico (Reese et. al 1972, Reese Mendels 1971).

En Guatemala, al utilizarse levaduras del género *Rodotorula* como fuente de proteína, no se tuvo relación significativa en la variación de fuentes clásicas de proteína en la alimentación de pollitas (Ramírez A., Elías L. G. y Bresan R. 1,976).

Actualmente se inicia en el mundo la utilización de alcoholes como substitutos parciales de los energéticos derivados del petróleo (gasohol), por lo que las levaduras del género

Sacharomyces que se utilizan en la preparación del alcohol etílico, pueden representar una fuente de proteína destinada a la alimentación de aves de corral, ya que no poseen acción patógena sobre ellas (Ramírez A. et. al 1976).

Las Levaduras

Características generales

Las levaduras y organismos afines pertenecen a la subdivisión de las talofitas, designadas como Eumicetos y hongos verdaderos porque no poseen clorofila; representan un grupo de microorganismos bastante mal definidos, situados entre las bacterias y los hongos superiores. Se caracterizan por una forma de reproducción vegetativa. No obstante, la gemación puede alterarse con la simple ección o ser situada por ella en algunas especies.

Distribución en la naturaleza

Las levaduras están ampliamente distribuidas en la naturaleza, su habitat puede ser no solo las capas superiores del suelo, sino también muchas materias orgánicas, sobre todo las de origen vegetal que no contienen hidratos de carbono. Proctor 1934 ha demostrado que puede encontrarse levaduras en las capas altas del aire.

Forma de las células

Las células individuales de las levaduras suelen ser esféricas, ovoides y/o dibsoideas; algunas pueden presentar células muy ensanchadas o alargadas, sus tamaños pueden variar considerablemente según la especie, nutrición, edad y otros factores. Pueden oscilar entre uno y nueve micras de ancho y de dos a veinte micras de longitud. Las células específicas de levaduras industriales tienen un diámetro medio de dos a seis

micras.

Contenidos celulares

El citoplasma está formado por una capa semi líquida, finamente granulada, contenida por un material albuminoideo intimamente relacionado con una savia celular acuosa, con materias orgánicas y sales en dilución. Contienen del 68 al 83o/o de humedad a la vez que sustancias nitrogenadas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales. Los principales compuestos nitrogenados se detallan en el cuadro 1. Normalmente el contenido de nitrógeno de la levadura varía entre el 7 y 9o/o aunque puede aumentarse hasta el 14o/o. Un elevado porcentaje del nitrógeno total (entre el 64 y 76o/o) lo constituyen las proteínas puras. Alrededor del 10o/o se presentan en las bases púricas y aproximadamente el 4o/o en las pirimidinas; cerca del 15o/o del nitrógeno se presenta en forma de aminoácidos libres, nucleótidos y otros productos.

Neuberg (1964) revisó los datos referentes a los componentes glucósidos de las levaduras encontrando como los principales: glucógeno, lactosa, fosfatos, deoxiribosatrealosa, amilosa y celulosa.

Los lípidos están constituidos por triglicéridos, fosfolípidos y esteroides. Se encuentran en sus grasas los glicéridos de los ácidos hexadecanoico (palmítico), oleico, esteárico, linoleico, mirístico y otros. Los fosfolípidos son lecitina y cefalina; el ergosterol es el esteroide más abundante.

Reproducción de las levaduras

Las levaduras poseen tres tipos de reproducción: por gemación, escisión y copulación y formación de esporas. Dentro de éstas la más frecuente y normal es la primera de las mencionadas (gemación), y ocurre cuando el microorganismo

alcanza el tamaño de adulto, produciéndose una estrangulación de la membrana, de donde aparece una prominencia o yema, la que va creciendo hasta separarse, dando lugar a una nueva célula. El tiempo de generación de las mismas aparece en el cuadro 2.

Cuando se da un alargamiento de la célula esférica u ovalada, formándose un tabique interno para luego separarse en dos células nuevas; se le denomina reproducción por escisión.

Indices Metabólicos

Glucosa

Los monosacáridos glucosa, fructosa y galactosa, productos finales de la digestión de los carbohidratos, son absorbidos por la mucosa intestinal. Después de su absorción, la glucosa circulante es captada principalmente por el hígado, pero también por los músculos y otros tejidos. La fructosa y galactosa son transformadas por el hígado en glucosa; toda la glucosa que no se necesita de inmediato es fosforilada a glucosa 1-fosfato y luego transformada en una sustancia de reserva, el glucógeno. Además de esta sustancia de reserva, el exceso se transforma principalmente en ácidos grasos y se almacena como lípidos.

Proteína sérica

Las principales proteínas que se encuentran en el suero son albúmina y globulinas. En la actualidad, las técnicas más precisas permiten dividir a las proteínas del suero, especialmente a las globulinas, en una amplia variedad de fracciones. En orden progresivo de pesos moleculares se encuentran: moléculas pequeñas de proteína como la albúmina (pm 65,000-70,000), luego las globulinas de tamaño intermedio (pm 150,000-300,000), hasta llegar a las más grandes globulinas B (pm 1,300,000 ó más).

Dentro de las funciones principales desarrolladas por las

proteínas, puede citarse la conservación de la presión oncótica, la acción amortiguadora de pH al actuar como búfferes y formar una reserva para el crecimiento o regeneración de tejidos.

El hígado, además de producir la enorme cantidad de enzimas y otras proteínas que necesitan sus propias células, sintetiza muchos otros polisacáridos "para exportación", produce casi la totalidad de los factores necesarios en los mecanismos de la coagulación y prácticamente todas las proteínas plasmáticas, excepto las globulinas gamma.

Creatinina

La creatinina es un compuesto nitrogenado que se encuentra casi exclusivamente en el músculo. Desempeña un papel muy especial en el mecanismo de la contracción y se excreta bajo la forma de su anhídrido, la creatinina.

La excreción de creatinina es notablemente constante y proporcional al tamaño de la masa muscular. Las cifras sanguíneas son también muy constantes, puesto que no varían con el régimen se acepta como índice del metabolismo endógeno. Puede pensarse que una substancia cuya presencia en la sangre se debe al metabolismo endógeno y que no es reabsorbida por los túbulos renales, constituye una buena guía de la función glomerular y renal.

Acido úrico

La fosforilasa de nucleósidos de purina, hidroliza inosina y guanosina, para producir respectivamente hipoxantina y guanina; luego, esta última es desaminada por la guanasa, para producir xantina. La oxidasa de xantina produce xantina a partir de la hipoxantina. Finalmente, la xantina es transformada en ácido úrico por la propia oxidasa de xantina (Lynch et. al 1972).

MATERIAL Y METODOS

A. Universo de trabajo:

El desarrollo del experimento tuvo lugar en la finca "Doña María la Embaulada", situada en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez; a 1,920 m.s.n.m., con una precipitación media anual de 1,186 mms., y una temperatura media anual de 17°C, con una mínima de 6.2°C y una máxima de 25.8°C.

Se emplearon 250 pollos Arbor acres, sin sexar, los cuales fueron repartidos al azar en 5 bloques y cada bloque en 5 repeticiones o unidades experimentales de 10 aves cada una. Con los animales así distribuidos, fueron evaluados cuatro diferentes niveles de la fracción proteica proporcionada por la harina de soya, por su equivalente en levadura seca del género *Sacharomyces*, correspondientes al 25, 50, 75 y 100/o (cuadros 4, 5, 6 y 7).

Durante el desarrollo del experimento se consideraron los siguientes parámetros: peso promedio inicial, semanal y final por tratamiento; consumo promedio de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad, incidencia de enfermedades e índices de rentabilidad por tratamiento. Además, se consideraron índices metabólicos que incluyeron glucosa, proteína sérica, creatinina y ácido úrico en el suero de las aves; puesto que en condiciones normales la glucosa puede considerarse como un parámetro para establecer las funciones de absorción del intestino, las proteínas evalúan la función hepática, la creatinina la función renal y debido a que la concentración de las bases púricas en la levadura es mayor que en la harina de soya, y el ácido úrico representa la etapa final del catabolismo de estos compuestos nitrogenados.

B. Aspectos Metodológicos:

Las aves se alojaron en un gallinero de piso, asignando un espacio de un pie cuadrado por ave. Durante los primeros 15 días se les proveyó de calor artificial, utilizándose los procedimientos tradicionalmente recomendados. Desde su arribo y durante los primeros 32 días las aves fueron alimentadas con raciones de iniciación isoproteicas e isocalóricas con un contenido de 23o/o de proteína cruda y un rango de 3,291-3,415 Kilocalorías por Kg de alimento. La alimentación y la bebida fueron administradas *Ad-libitum*.

Dentro del plan profiláctico se contempló la vacunación contra el New Castle, utilizándose la cepa B-1, aplicándose a los 8 y 23 días de nacidos.

Semanalmente fueron registrados para cada tratamiento el consumo de alimento, el peso promedio, la conversión alimenticia, el índice de mortalidad y la incidencia de enfermedades.

Al finalizar el experimento se privó a las aves de alimento para tenerlas en ayuno por 12 horas. Luego por punción intracardiaca fueron obtenidas muestras de sangre; de ellas se separó el suero, determinándose los metabolitos glucosa, proteína total, ácido úrico y creatinina.

Los resultados de las diferentes variables fueron estudiados por medio del Análisis de Varianza, para lo cual fueron utilizadas las computadoras de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los pesos promedios de cada tratamiento por semana y al final del experimento se anotan en el cuadro 15, en el que se puede notar que para el tratamiento "C" en el que la proteína proveniente de la harina de soya fue sustituida en un 50o/o por el equivalente en levadura seca, presenta los pesos más altos alcanzados, siendo el promedio 2.83 Lbs. por ave, que representa un incremento de 0.21 Lbs. sobre el tratamiento testigo y que de acuerdo con el análisis de varianza no presenta diferencia significativa.

El consumo promedio de alimento por ave para cada tratamiento, registrado por semana y al final del experimento se presenta en el cuadro 16 en el que puede notarse que las aves correspondientes al tratamiento "C" consumieron un promedio de 0.7 Lbs. más que las utilizadas como testigo (tratamiento "A") a lo largo de los 52 días, representando el mayor consumo pero no mostrando variación significativa.

Los datos sobre la conversión alimenticia se presentan en el cuadro 18. De acuerdo al análisis de varianza, hubo diferencia significativa respecto del testigo para los tratamientos "D" y "E" con substituciones del 75 y 100o/o respectivamente, no así para los tratamientos "B" y "C" en los que el nivel de substitución de la fuente proteica fue del 25 y 50o/o respectivamente.

Los datos sobre el costo final por ave se presentan en el cuadro 18. Siendo el promedio más bajo el correspondiente al tratamiento "E". Sin embargo, como puede observarse en ese mismo cuadro, el nivel de beneficio económico no es el más alto debido a que ese tratamiento posee el nivel menos efectivo de conversión alimenticia. Además, fueron las aves de ese tratamiento las que tuvieron menor peso al finalizar el experimento. Por el contrario, las aves del tratamiento "C" mostraron el mayor beneficio económico. El análisis de varianza mostró diferencia

significativa entre todos los tratamientos, siendo el tratamiento "C" el más rentable.

Los resultados de los metabolitos estudiados se presentan en el cuadro 17. El análisis de varianza mostró que tanto para la glucosa como para las proteínas séricas no existió diferencia significativa para ninguno de los distintos tratamientos, por lo que puede inferirse que no existe alteración en sus vías metabólicas. Los valores de ácido úrico se incrementaron conforme se aumentó la fracción de levadura seca en las distintas dietas; esta variación fue más cuando esta fracción sobrepasó el 50o/o. Consecuentemente, debe considerarse que la concentración de las bases púricas, como parte de los compuestos nitrogenados, son mayores en las levaduras del género *Sacharomyces* que en la harina de soya y que el ácido úrico es uno de los productos finales del catabolismo de estas bases, por lo que estos resultados eran de esperarse.

Los niveles de creatinina no muestran una alteración tan notoria como los del ácido úrico; sin embargo, sí se incrementan significativamente y de manera proporcional a la cantidad de levadura, lo que indica un posible daño renal.

Se puede entonces suponer que cuando los niveles de levadura seca sustituyen en más del 50o/o a la harina de soya, existe una alteración a nivel renal, la cual es debida al acúmulo de cristales de urato sódicos que pueden causar hemorragia.

CONCLUSIONES

1. *La utilización de levadura seca del género **Sacharomyces** en la preparación de dietas destinadas al engorde de pollos parrilleros, es viable y económicamente rentable, siempre que el nivel de levadura a emplear no substituya más de la mitad de la fracción proteica proporcionada por la harina de soya.*
2. *Raciones con niveles más altos del 50o/o de proteína proporcionada por levadura de cerveza tienden a afectar la conversión alimenticia, incrementando el consumo de alimento por ave, los niveles de ácido úrico en el plasma y afectando la función renal.*
3. *La substitución parcial de la harina de soya por levadura seca del género **Sacharomyces** contribuye a reducir los costos en la alimentación de pollos parrilleros.*
4. *Las levaduras del género **Sacharomyces** no presentan patogenicidad para los pollos de engorde.*

RECOMENDACIONES

1. *El nivel de substitución de proteína de soya por levadura seca del género **Sacharomyces** que resulta más rentable para los productores de pollo de engorde, es de 50o/o.*
2. *Dados los resultados derivados de la presente investigación, se recomienda estudiar la conveniencia de substituir la harina de soya por levadura del género **Sacharomyces** en programas de aves de postura.*

A P E N D I C E

CUADRO UNO

COMPUESTOS NITROGENADOS DE LAS LEVADURAS

Compuestos principales	Substancias minoritarias
<i>Proteínas</i>	<i>Adenocín Trifosfato (ATP)</i>
<i>Aminoácidos</i>	<i>Acido Adenílico</i>
<i>Purinas:</i>	<i>Cefalina</i>
<i>Adenina</i>	<i>Vitaminas:</i>
<i>Guanina</i>	<i>Biotina</i>
	<i>Acido fólico</i>
<i>Primidinas:</i>	<i>Acido nicotínico</i>
<i>Citocina</i>	<i>Acido p-aminobenzoico</i>
<i>Uracilo</i>	<i>Piridoxina</i>
	<i>Riboflavina</i>
	<i>Tiamina</i>

CUADRO DOS

TIEMPO DE GENERACION

ORGANISMO	TIEMPO DE GENERACION PARA DOBLAR SU MASA
<i>Bacterias y Levaduras</i>	<i>10 - 120 minutos</i>
<i>Algas y Mohos</i>	<i>2 - 6 horas</i>
<i>Pastos</i>	<i>1 - 2 semanas</i>
<i>Aves de corral</i>	<i>2 - 4 semanas</i>
<i>Cerdos</i>	<i>4 - 6 semanas</i>
<i>Vacunos</i>	<i>8 - 16 semanas</i>

Fuente: Humphrey 1964.

CUADRO TRES

FORMULA DE LA RACION TESTIGO DE INICIACION

TRATAMIENTO "A"

INGREDIENTES	o/o F	o/o PT	o/o APORTADO
Maíz	50.50	9.4	4.74
Levadura	00.00	51.8	0.00
Harina de soya	18.00	41.8	7.52
Harina de pescado	4.00	50.4	2.01
Harina de carne	7.50	47.5	3.56
Harina de algodón	5.00	37.5	1.87
Harina de carne y hueso	6.00	37.4	2.24
Harina de hueso	0.40	5.1	0.02
Granillo de trigo	6.00	7.8	1.06
Sal común	0.25	0.0	0.00
Grasa animal	1.50	0.0	0.00
Mezcla de microingredientes	0.75	0.0	0.00
Coccidiostatos	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
Ración testigo de iniciación	23.02	2.26	6.42	3.383

CUADRO CUATRO

FORMULA DE LA RACION UTILIZADA EN EL DESARROLLO DEL TRATAMIENTO "B"

INGREDIENTES	RACION "B" DE INICIACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
<i>Maíz</i>	52.20	9.4	4.91
<i>Levadura</i>	3.60	51.8	1.86
<i>Harina de soya</i>	14.40	41.8	6.01
<i>Harina de pescado</i>	4.00	50.4	2.01
<i>Harina de carne</i>	1.50	47.5	3.56
<i>Harina de algodón</i>	5.00	37.5	1.87
<i>Harina de carne y hueso</i>	47.50	37.4	1.77
<i>Harina de hueso</i>	0.40	5.1	0.02
<i>Granillo de trigo</i>	6.00	17.8	1.06
<i>Sal común</i>	0.24	0.0	0.00
<i>Grasa animal</i>	1.00	0.0	0.00
<i>Mezcla de microingredientes</i>	0.80	0.0	0.00
<i>Coccidiostatos</i>	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS

o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
<i>Ración "B"</i>	23.07	2.15	5.35	3.348

CUADRO CINCO

FORMULA DE LA RACION A UTILIZAR EN EL
DESARROLLO DEL TRATAMIENTO "C"

INGREDIENTES	RACION "C" DE INICIACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
<i>Maíz</i>	52.07	9.4	4.99
<i>Levadura</i>	7.18	51.8	3.71
<i>Harina de soya</i>	10.80	41.8	4.51
<i>Harina de pescado</i>	3.20	50.4	1.61
<i>Harina de carne</i>	6.50	47.5	3.08
<i>Harina de algodón</i>	5.00	37.5	1.87
<i>Harina de carne y hueso</i>	5.00	37.4	1.87
<i>Harina de hueso</i>	0.40	5.1	0.02
<i>Granillo de trigo</i>	7.50	17.8	1.34
<i>Sal común</i>	0.25	0.0	0.00
<i>Grasa animal</i>	0.25	0.0	0.00
<i>Mezcla de microingredientes</i>	0.75	0.0	0.00
<i>Coccidiostatos</i>	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS

o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
<i>Ración "C"</i>	23.00	2.13	5.06	3.299

CUADRO SEIS

FORMULA DE LA RACION A UTILIZAR EN EL
DESARROLLO DEL TRATAMIENTO "D"

INGREDIENTES	RACION "D" DE INICIACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/oPA
<i>Maíz</i>	52.70	9.4	4.95
<i>Levadura</i>	10.77	51.8	5.57
<i>Harina de soya</i>	7.23	41.8	3.02
<i>Harina de pescado</i>	3.00	50.4	1.52
<i>Harina de carne</i>	6.80	47.5	3.23
<i>Harina de algodón</i>	4.00	37.5	1.50
<i>Harina de carne y hueso</i>	5.00	37.4	1.87
<i>Harina de hueso</i>	0.40	5.1	0.02
<i>Granillo de trigo</i>	8.00	17.8	1.42
<i>Sal común</i>	0.25	0.0	0.00
<i>Grasa animal</i>	0.95	0.0	0.00
<i>Mezcla de microingredientes</i>	0.80	0.0	0.00
<i>Coccidiostatos</i>	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS

o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
<i>Ración "D"</i>	23.10	2.05	5.55	3.415

CUADRO SIETE

FORMULA DE LA RACION A UTILIZAR EN EL DESARROLLO DEL TRATAMIENTO "E"

INGREDIENTES	RACION "E" DE INICIACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
<i>Maíz</i>	54.50	9.4	5.11
<i>Levadura</i>	18.00	51.8	9.32
<i>Harina de soya</i>	0.00	0.0	0.00
<i>Harina de pescado</i>	3.00	50.4	1.52
<i>Harina de carne</i>	4.50	47.5	2.18
<i>Harina de algodón</i>	3.30	37.5	1.23
<i>Harina de carne y hueso</i>	5.80	37.4	2.17
<i>Harina de hueso</i>	0.40	5.1	0.02
<i>Gravillo de trigo</i>	8.50	17.8	1.51
<i>Sal común</i>	0.25	0.0	0.00
<i>Grasa animal</i>	0.85	0.0	0.00
<i>Mezcla de microingredientes</i>	0.80	0.0	0.00
<i>Coccidiostatos</i>	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS

o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
<i>Ración "E"</i>	23.06	1.73	5.46	3.291

CUADRO OCHO

FORMULA DE LA RACION TESTIGO DE FINALIZACION

TRATAMIENTO "A"

INGREDIENTES	RACION "A" DE FINALIZACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
Maíz	61.00	9.4	5.73
Levadura	0.00	51.8	0.00
Harina de soya	13.00	41.8	5.43
Harina de pescado	4.00	50.4	2.01
Harina de carne	1.50	47.5	3.56
Harina de algodón	5.00	37.5	1.87
Harina de carne y hueso	1.90	37.4	0.71
Harina de hueso	0.40	5.1	0.02
Granillo de trigo	4.00	17.8	0.71
Sal común	0.25	0.0	0.00
Grasa animal	2.10	0.0	0.00
Mezcla de microingredientes	0.75	0.0	0.00
Coccidios tatos	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS

RACION TESTIGO DE FINALIZACION

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
Ración testigo finalización	20.04	2.13	6.59	3,465

CUADRO NUEVE
FORMULA DE LA RACION DE FINALIZACION
TRATAMIENTO "B"

INGREDIENTES	RACION "B" DE FINALIZACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
<i>Maíz</i>	61.50	9.4	5.78
<i>Levadura</i>	2.62	51.8	1.35
<i>Harina de soya</i>	10.38	41.8	4.33
<i>Harina de pescado</i>	3.00	50.4	1.51
<i>Harina de carne</i>	7.00	47.5	3.32
<i>Harina de algodón</i>	6.25	37.5	2.34
<i>Harina de carne y hueso</i>	1.90	37.4	0.71
<i>Harina de hueso</i>	0.40	5.1	0.02
<i>Granillo de trigo</i>	3.75	17.8	0.86
<i>Sal común</i>	0.25	0.0	0.00
<i>Grasa animal</i>	0.10	0.0	0.00
<i>Mezcla de microingredientes</i>	0.75	0.0	0.00
<i>Coccidiostatos</i>	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS
o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
<i>Ración "B"</i>				
<i>Finalización</i>	20.20	2.11	6.43	3.454

CUADRO DIEZ

FORMULA DE LA RACION DE FINALIZACION
TRATAMIENTO "C"

INGREDIENTES	RACION "C" DE FINALIZACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
<i>Maíz</i>	62.30	9.4	5.85
<i>Levadura</i>	5.25	51.2	2.77
<i>Harina de soya</i>	7.75	41.8	3.24
<i>Harina de pescado</i>	2.00	50.5	1.00
<i>Harina de carne</i>	7.20	47.5	3.42
<i>Harina de algodón</i>	6.25	37.5	2.34
<i>Harina de carne y hueso</i>	1.90	37.4	0.71
<i>Harina de hueso</i>	0.40	5.1	0.02
<i>Granillo de trigo</i>	3.75	17.8	0.66
<i>Sal común</i>	0.25	0.0	0.00
<i>Grasa animal</i>	2.10	0.0	0.00
<i>Mezcla de microingredientes</i>	0.75	0.0	0.00
<i>Coccidiostatos</i>	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS

o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
<i>Ración "C"</i>				
<i>Finalización</i>	20.01	2.03	6.49	3,448

CUADRO ONCE
 FORMULA DE LA RACION DE FINALIZACION
 TRATAMIENTO "D"

INGREDIENTE	RACION "D" DE FINALIZACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
Maíz	65.00	9.4	6.11
Levadura	7.86	51.8	4.07
Harina de soya	5.14	41.8	2.14
Harina de pescado	1.00	50.4	0.51
Harina de carne	7.50	47.5	3.56
Harina de algodón	6.50	37.5	2.44
Harina de carne y hueso	1.90	37.4	0.71
Harina de hueso	0.40	5.1	0.02
Granillo de trigo	22.50	17.8	0.44
Sal común	0.25	0.0	0.00
Grasa animal	2.10	0.0	0.00
Mezcla de microingredientes	0.75	0.0	0.00
Coccidiosstatos	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS
 o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
Ración "D"				
Finalización	20.00	1.92	6.44	3.321

CUADRO DOCE

FORMULA DE LA RACION DE FINALIZACION
TRATAMIENTO "E"

INGREDIENTES	RACION "E" DE FINALIZACION		
	o/o E.F.	o/o PT	o/o PA
Maíz	64.90	9.4	6.10
Levadura	8.74	51.8	4.53
Harina de soya	0.00	0.0	0.00
Harina de pescado	1.10	50.4	0.55
Harina de carne	7.00	47.5	3.32
Harina de algodón	6.00	37.5	2.25
Harina de carne y hueso	2.00	37.4	0.74
Harina de hueso	0.30	5.1	0.01
Granillo de trigo	2.50	17.8	0.44
Sal común	0.25	0.0	0.00
Grasa animal	2.10	0.0	0.00
Mezcla de microingredientes	0.75	0.0	0.00
Coccidiostatos	0.10	0.0	0.00

TOTAL DE NUTRIENTES APORTADOS
o/o DE NUTRIENTES

	P	FC	EE	Kcal/Kg de alimento
Ración "E" Finalización	20.14	1.72	6.33	3.211

FORMULA DE FINALIZACION
 CUADRO TRECE
 TRATAMIENTO "E"

INGREDIENTES
 CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES
 EN PORCENTAJE DE PESO SECO

PROTEINAS TOTALES	LEVADURA DE CERVEZA
	51.8o/o
Aminoácidos esenciales	o/o del peso seco
Arginina	2.7
Histidina	1.3
Lisina	3.5
Fenil alanina	2.4
Triptofano	0.8
Treonina	2.8
Leucina	3.7
Isoleusina	2.1
Valina	2.4

Fuente: Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973.

PROMEDIOS DE PESOS INDIVIDUALES ACUMULADOS POR
CADA TRATAMIENTO EXPRESADO EN LIBRAS

CUADRO CATORCE

COMPARACION DEL CONTENIDO DE
AMINOACIDOS ESENCIALES

AMINOACIDOS	mg de AA/gr de nitrógeno	
	LEVADURA DE CERVEZA	SOYA
Arginina	325.00	452.00
Histidina	157.00	149.00
Lisina	422.00	395.00
Fenilalanina	289.00	309.00
Triptófano	0.96	0.86
Treonina	337.00	246.00
Leucina	446.00	482.00
Isoleucina	253.00	336.00
Valina	289.00	328.00
Metionina	33.00	47.00

Fuente: Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973.

CUADRO QUINCE

PROMEDIOS DE PESOS INDIVIDUALES ACUMULADOS POR CADA TRATAMIENTO EXPRESADO EN LIBRAS

D T	A	B	C	D	E
1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
8	0.28	0.30	0.29	0.28	0.28
14	0.57	0.59	0.58	0.57	0.58
21	0.87	0.86	0.86	0.85	0.81
28	1.16	1.15	1.22	1.14	1.08
35	1.73	1.74	1.77	1.68	1.59
42	2.11	2.14	2.21	2.02	2.07
49	2.48	2.51	2.63	2.31	2.07
52	2.62	2.72	2.83	2.46	2.22

D = días

T = tratamientos

Fuente: Investigación de campo.

CUADRO DIEZ Y SEIS

PROMEDIO DEL CONSUMO INDIVIDUAL ACUMULADO POR
CADA TRATAMIENTO EXPRESADO EN LIBRAS

D T	A	B	C	D	E
8	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19
14	0.78	0.79	0.79	0.78	0.79
21	1.58	1.59	1.61	1.61	1.59
28	1.99	2.00	2.09	2.15	2.10
35	3.50	3.65	3.80	3.83	3.65
42	5.00	5.30	5.50	5.51	5.51
49	6.70	7.10	7.41	7.30	7.00
52	7.80	8.20	8.50	8.40	8.20

D = días

T = tratamientos

Fuente: Investigación de campo.

CUADRO DIEZ Y SIETE

PROMEDIO DE LA CONCENTRACION DE METABOLITOS EN
SUERO POR TRATAMIENTO AL FINAL DEL EXPERIMENTO

T M	GLUCOSA mg/dl	PROTEINAS TOTALES gr/dl	ACIDO URICO mg/dl	CREATININA mg/dl
A	174.60	3.31	2.75	1.01
B	179.20	3.52	3.21	1.02
C	200.00	3.38	3.60	1.19
D	198.80	3.27	3.90	1.23
E	200.00	3.54	5.05	1.33

T = tratamientos

M = metabolitos

Fuente: Investigación de laboratorio.

CUADRO DIEZ Y OCHO

ANALISIS DE COSTOS POR ALIMENTACION GANANCIAS DE PESO Y BENEFICIO ECONOMICO

T	C.A.	C./L.P.	P.P.F.	P.V.L.P.	P.V.P.	C.F.	B.E.
A	1.97:1	0.148	2.62	0.70	1.83	1.15	0.68
B	3.01:1	0.141	2.72	0.70	1.90	1.16	0.74
C	3.00:1	0.134	2.83	0.70	1.98	1.14	0.84
D	3.40:1	0.126	2.46	0.70	1.72	1.06	0.66
E	3.60:1	0.109	2.27	0.70	1.55	0.89	0.66

T = tratamientos

C.A. = conversión alimenticia

C./L.P. = costo por libra de alimento proporcionado

P.P.F. = peso promedio final por ave

P.V.L.P. = precio de venta por libra en pie

P.V.P. = precio de venta por ave

C.F. = costo final por ave

B.E. = beneficio económico

Costos calculados en Quetzales, con los precios que rigen el mercado interno del país, primer trimestre 1982.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- CACERES, A.M. Niveles de contaminación fecal del lago de Atitlán. *Mortero (Guatemala)*: 1978. 1pp.
- 2.- GRAY, W.D., PINTO P.V., PATHAK, S.G. Growth of fungi in sea water medium *appl microbiol. U.S.A.*, 1963. 501-505pp.
- 3.- GRAY, W.D., OCHY, M.A. The scoud fungi imperfecti as a potencial source of edible protein. *Developin microbiol. U.S.A.*, 1964. 384-389pp.
- 4.- HAEHN, H. *Bioquímica de las fermentaciones. Trad. Bolivar Ignacio. España, Aguilar, 1956. 553p.*
- 5.- INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. *Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. Guatemala, 1968.*
- 6.- KLEE, O. *Residuos de destilería de la fabricación del alcohol en la alimentación de pollitas de reemplazo. Tesis Licda. en Zootecnia. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1979. 55 p.*
- 7.- MORALES, J.L. *Avicultura. Trad. por J.L. De La Loma. México. U.T.H.E.A., 1962. 557p.*
- 8.- PEPLER, H.J. *Industrial production of single-cell protein from carbohydrates. In: Metals and tennembau S.R. Ed. Single-Cell Protein. Cambridge, Mass, the M.I.T. Press, 1968, 229-242pp.*
- 9.- PRESCOTT, S.C., DUNN, C.G., *Microbiología industrial. 3a. ed. Trad. & Oncom., Barcelona, España, Aguilar. 1962. 38-49pp.*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1948

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis