

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



Francisco Fernando Espinoza Escobar

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“CARACTERIZACION DE SUBPRODUCTOS DERIVADOS DE LA
FABRICACION DE LA CERVEZA DESTINADOS PARA LA
ALIMENTACION ANIMAL”**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA.**

POR

Francisco Fernando Espinoza Escobar

Al conferírsele el Grado Académico de

Licenciado en Zootecnia

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	Med. Vet. Leonidas Ávila Palma
SECRETARIO:	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	Mag.Sc. Med. Vet. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	Med. Vet. Y Zoot. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV:	Br. Javier Enrique Baeza Chajón
VOCAL V:	Br. Ana Lucía Molina Hernández

ASESORES

Lic. Carlos Enrique Saavedra

Lic. Miguel Ángel Rodenas

Lic. Alvaro Enrique Díaz

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su
consideración el Trabajo de Tesis Titulado:**

**“CARACTERIZACION DE SUBPRODUCTOS DERIVADOS DE LA
FABRICACION DE LA CERVEZA DESTINADOS PARA LA
ALIMENTACION ANIMAL”**

**Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad
de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Como requisito previo a optar el título profesional de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

TESIS QUE DEDICO A:

DIOS.

LA MEMORIA DE MIS PADRES

MIS HERMANOS:

MI ESPOSA Y A MIS HIJOS

AGRADECIMIENTOS A:

LA MEMORIA DE MI AMIGO Y CATEDRÁTICO

LIC. RICARDO DISLY

MI AMIGO Y ASESOR

LIC. ALVARO E. DÍAZ

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE ME AYUDARON

PARA LA REALIZACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
2.1	General	3
2.2	Específicos	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1	Definición General:	4
3.1.1	Insumos para la Fabricación de la Cerveza.	4
3.1.1.1	Malta:	4
3.1.1.2	Agua:	5
3.1.1.3	Lúpulo:	5
3.1.1.4	Levadura:	5
3.1.1.5	Grits:	5
3.1.1.6	Azúcar:	6
3.2	Proceso Industrial de Fabricación.	6
3.2.1	Filtración previa	7
3.2.2	Obtención de la cerveza.	7
3.2.3	Inyección de la levadura.	7
3.2.4	Envase y embotellado.	8
3.2.5	Subproductos.	8
3.2.5.1	Levadura:	9
3.2.5.2	Bagazo de cerveza:	9

IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1	Localización:	11
4.2	Materiales:	11
	Manejo del estudio	12
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
Fase1:	Identificación de los subproductos resultantes del proceso de fabricación de la cerveza.	13
5.1 Fase 2:	Toma de muestras.	14
5.2 Fase 3:	Análisis bromatológico del Afrecho de cerveza.	14
5.3 Fase 3:	Generalidades de los productores que usan el sub-producto.	16
5.4 Fase 4:	Determinación de Volúmenes de disponibilidad y costos.	19
VI.	CONCLUSIONES	21
VII.	RECOMENDACIONES	22
VIII.	RESUMEN	23
IX.	BIBLIOGRAFÍA	28
X.	ANEXOS	31

I. INTRODUCCION

La alimentación es uno de los rubros de mayor incidencia en el costo de producción de las explotaciones pecuarias. La avicultura, la producción de cerdos y la de ganado bovino de carne y leche se sostienen en gran medida con el uso de maíz y soya.

El grano de maíz es el concentrado energético por excelencia para la producción animal, sin embargo, cada vez más los mercados internacionales exigen que se profundice el destino del maíz para el consumo humano y últimamente se busca diversificar su industrialización para otros usos, básicamente para la producción de etanol a partir del almidón. Esta situación ha provocado un incremento sustancial en los costos de estos productos a nivel internacional, el maíz ha sufrido incrementos en el orden del 128 % durante el período de 2007-2010 (la cotización en el mercado internacional en el mes de mayo 2011 se sitúa alrededor de 165.54 us \$ /ton); la soya con incrementos cercanos al 60% (353.47 us \$/ton). (3).

En este contexto, se vuelve apremiante la necesidad de encontrar alternativas para reemplazar ya sea total o parcialmente las materias primas tradicionales para la elaboración de concentrados (maíz y soya), por otras fuentes de proteína y energía con características nutricionales semejantes (1).

Aunado a esta situación, aparece la prohibición de utilizar subproductos de origen animal para la fabricación de concentrados por el apareamiento de la enfermedad de la vaca loca (*encefalitis espongiiforme bovina*). Es por ello que el sector pecuario mundial ha fijado con especial atención su visión en los subproductos de la industria alimentaria, los cuales constituyen una alternativa viable para ser utilizadas en las explotaciones pecuarias Intensivas y semi-intensivas que requieren de niveles importantes de proteína y energía para mantener sus producciones con costos que permitan una rentabilidad aceptable (1).

Ante la variación de los precios de los productos pecuarios en los mercados locales e internacionales y a la elevada incidencia de los costos de la alimentación a nivel de finca, es muy importante bajar el impacto económico que representa la dieta, por lo que es importante la incorporación de la mayor cantidad posible de subproductos generados por la industria alimentaria en las raciones de las especies pecuarias explotadas (bovinos, cerdos, aves, conejos, etc.), tratando de hacer más eficiente la producción con alimentos más económicos.

En Guatemala existen industrias que generan subproductos susceptibles de ser utilizadas por la industria pecuaria, tal es el caso de la fabricación de la cerveza que genera contingentes importantes de subproductos.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Actualizar información de los subproductos derivados de la fabricación de la cerveza utilizados en la alimentación animal.

2.2 Específicos

- a. Identificar los subproductos derivados de la fabricación de la cerveza.
- b. Determinar el uso del afrecho, la levadura y la forma actual de ofrecimiento en las diferentes explotaciones pecuarias.
- c. Determinar el valor nutricional de los subproductos (proteína, energía y fibra cruda).
- d. Determinar los volúmenes de disponibilidad y costos para el sector pecuario.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Definición General:

El término “cerveza” es una expresión genérica para designar al producto originalmente obtenido por fermentación de un extracto acuoso de malta, que abarca tanto lo que en la Gran Bretaña se denomina “ale”, una bebida a la que se añade lúpulo, con o sin adición de otras fuentes de carbohidratos, fabricada con levaduras altas, como a aquellas otras bebidas de malta a las que se añade lúpulo y son fermentadas con levaduras bajas. Su producción se basa en procesos biotecnológicos que incluyen la germinación de la cebada para producir malta, la maceración de adjuntos cerveceros ricos en almidón con enzimas generadas durante el malteo con la posterior aromatización del mosto dulce con lúpulo (*Humulus lupulus*) y, finalmente, con la fermentación del mosto aromatizado con levadura. (2,16)

3.1.1 Insumos para la Fabricación de la Cerveza.

En el proceso de fabricación de la cerveza intervienen básicamente 6 ingredientes principales que son: Malta, agua, lúpulo, levadura, otras fuentes de almidón y azúcar, cada uno de estos elementos desempeñan durante el proceso acciones vitales para la obtención de un producto de alta calidad, a continuación se describe brevemente el papel de cada uno de ellos en el proceso (7):

3.1.1.1 Malta:

Constituye una de las materias primas utilizadas de la elaboración de la cerveza, constituida principalmente por semillas de cebada que han germinado durante un período limitado, hasta que han brotado a unos dos o tres centímetros y posteriormente son retirados y desecados. La elaboración de la cerveza se puede hacer con cualquier cereal que se "maltea" (es decir cualquier semilla que posea almidón y sea susceptible de germinar); la cebada posee entre un 60%-65% de almidón.

3.1.1.2 Agua:

Otro elemento principal, interviene no sólo en los momentos iniciales de mezclado con la malta, sino que en algunos de los filtrados posteriores, introduce un sabor característico al producto final, dependiendo de sus características fisicoquímicas, es una de las razones por la que una cerveza del mismo tipo varía de un lugar a otro. Entre el 85 y 92% de la cerveza es agua.

3.1.1.3 Lúpulo:

El *Humus lupulus* es un ingrediente relativamente moderno en la cerveza, se trata de una planta trepadora de la familia del cannabis que es la encargada de proporcionar además de un sabor amargo característico, llega a estabilizar la espuma. Los lúpulos son responsables de los aromas y los sabores florales de unos tipos de cerveza. De esta planta se utiliza la flor hembra sin fecundar. Este ingrediente posee muchas propiedades medicinales entre ellas las tranquilizantes. Otros de los fundamentos de la adición de la malta es el frenado de los procesos enzimáticos tras el primer filtrado. Además posee propiedades bactericidas, que favorecen al proceso (17,20).

3.1.1.4 Levadura:

Se denomina así a los organismos unicelulares (de tamaño 5 a 10 micras) que transforman mediante fermentación los glúcidos y los aminoácidos de los cereales en alcohol etílico y dióxido de carbono (CO₂). Existen dos tipos de fermentación: la fermentación alta, que corresponden a las levaduras flotantes *Saccharomyces cerevisiae*, que genera la cerveza Ale y la fermentación baja que corresponde a las levaduras que se van al fondo durante la fermentación *saccharomyces carlsbergensis* que sirve para la elaboración de la cerveza Lager. La fermentación alta resulta en sabores afrutados y otras características atípicas de las lagers, debido a la producción de esteroides y otros subproductos de fermentación (1,16).

3.1.1.5 Grits:

Los **Grits**, son añadidos o agregados que hacen más estable la elaboración, generalmente son otro tipo de cereales, tales como trigo, avena, maíz e incluso

centeno. Además de la estabilización de espuma, estos cereales añaden distintos sabores a la cerveza y aumentan la percibida 'densidad' de la bebida misma (7).

3.1.1.6 Azúcar:

A veces, el azúcar se añade durante la fase de ebullición para aumentar la cantidad de alcohol en el producto final o incluso para diluirlo (7).

3.2 Proceso Industrial de Fabricación.

Todas las cervezas se elaboran mediante los procesos descritos por una fórmula simple, generalmente la elaboración de la cerveza se divide en tres fases principales:

1. **Obtención del mosto de la cerveza**
2. **Obtención de la cerveza**
3. **Envase y embotellado**

En las primeras fases antes de comenzar el procedimiento de elaboración, se procede a recoger los ingredientes para limpiarlos y esterilizarlos convenientemente, todo ello se pasa por diferentes tamices. El agua que interviene en el proceso tiene que ser normalizada para que sea acorde con las recetas cerveceras, y se limpia e higieniza por igual los grits. La malta y los grits se muelen ("molturación de la malta") posteriormente para que se puedan meter por los tamices y eliminar de esta forma todos los restos de cáscaras de los cereales molidos. Todos los ingredientes quedan finalmente en una textura harinosa (16,17).

Los ingredientes tamizados (malta y el grit) se introducen en grandes recipientes en los que se introduce agua y se remueve hasta que se forma una pasta consistente. La proporción entre la malta y el grit dependerá de la receta del maestro cervecero, pero generalmente suele ser aproximadamente de un 1/3 de malta. A la mezcla acuosa se la hace hervir durante unos minutos para favorecer el ataque sobre el almidón de las enzimas (18).

En paralelo se está calentando una mezcla ligeramente acuosa de malta hasta aproximadamente 55° C, se detiene la temperatura para activar las enzimas y se sube hasta 90° C para ser mezcladas las dos en un solo recipiente. La mezcla anterior a una serie de operaciones destinadas a activar diversas enzimas que reducen las cadenas

largas de azúcares en otras más simples y fermentables. Principalmente, se trata de hacer pasar la mezcla por diversas etapas más o menos largas de temperatura, cada etapa siendo óptima para enzimas diferentes. De este proceso de maceración de la malta se obtiene, un líquido claro y azucarado que se denomina "mosto". El proceso completo dura unas horas (2).

3.2.1 Filtración previa

El mosto, que tiene muchas partículas en suspensión, debe ser filtrado convenientemente para que quede un mosto limpio libre de impurezas que interfieran la fermentación, es por esta razón por la que la malta remojada que existe al final del proceso anterior con forma de masa espesa sobrante (denominada "afrecho") se retira y se emplea como subproducto para la elaboración de alimento para los animales. A esta fase de la filtración se la suele denominar primera filtración, la segunda se hace tras la fermentación. El mosto filtrado y esterilizado no debe ponerse en contacto con el aire (2,16,20).

3.2.2 Obtención de la cerveza.

En las fases anteriores se ha procurado que el mosto convierta el almidón en azúcares y se ha aromatizado con **lúpulo**, ahora queda a disposición de la **fermentación**. El mosto dulce, de color azulado, pasa a cubas específicas para ser **fermentado** convenientemente, de este proceso se obtiene la cerveza y el **CO₂**.

3.2.3 Inyección de la levadura.

Antes de entrar en los tanques de fermentación se enfría el mosto a una temperatura de 15°C a 20°C para que al inyectar la levadura (que son organismos vivos) estén en condiciones propicias. Llegados a este punto se introduce una mezcla de aire y de levadura para que comience la fermentación, ésta suele durar varios días (entre cinco y diez, dependiendo de la receta). Este proceso de fermentación del mosto es exotérmico y libera grandes cantidades de calor que hacen que las cubas deban ser refrigeradas constantemente para que sea posible la estabilización de la temperatura. La temperatura estabilizada dependerá en gran medida del tipo de fermentado y éste depende del empleo de levaduras de:

- Alta fermentación (Saccharomyces cerevisiae), esta permanece en actividad por un intervalo de 4 a 6 días a temperaturas relativamente altas entre los 18 y 25° C. Las cervezas en este caso son de tipo Ale.
- Baja fermentación (Saccharomyces carlsbergensis), que se mantiene en actividad fermentativa durante un período de 8 a 10 días a temperaturas comprendidas entre 6 y 10°C. Las cervezas en este caso son de tipo Lager.

Tras el proceso de fermentación se reserva el CO₂ sobrante en recipientes especiales para la posterior carbonatación de la cerveza (20).

3.2.4 Envase y embotellado.

Tras el envejecimiento, suele filtrarse el líquido, en tanques especiales de acero inoxidable, de donde se envían a la planta de embotellado y enlatado. Durante esta fase son importantes dos parámetros: la hermeticidad (que no se introduzca aire) y el movimiento de los envases.

3.2.5 Subproductos.

En la actualidad los subproductos derivados de la fabricación de la cerveza tienen un costo de alrededor de 6 veces menos que los concentrados comerciales, costo que, además, incluye el transporte del subproducto hasta la explotación. Y es que la escasez de cereales en mercados netamente exportadores como el americano, debido sobre todo a la proliferación de las plantas de biodiesel y a la fuerte demanda que estas tienen de materias primas como el maíz, está provocando una fuerte demanda de subproductos de la industria alimentaria para ser incluidos en la alimentación animal.

La industria cervecera genera cantidades importantes de subproductos susceptibles de ser utilizados en la alimentación animal, a continuación se describen los más importantes:

3.2.5.1 Levadura:

La levadura de cerveza es un subproducto que se obtiene durante la fabricación de esta bebida pero no contiene alcohol. Básicamente, es un fermento (levadura más restos de cerveza) que procede de la descomposición de la cebada y no es otra cosa que las células secas y pulverizadas de un tipo de hongo conocido como Saccharomyces cerevisiae al fabricar cervezas tipo Lager y Saccharomyces carlsbergensis cuando se fabrican cervezas tipo Ale. También, la levadura de cerveza puede cultivarse en laboratorios para ser utilizada específicamente como suplemento nutricional (1). Debido a su proceso de obtención la levadura de cerveza tiene un sabor muy amargo, que resulta desagradable, por lo que es sometida a un procedimiento de "lavado" que busca eliminar este sabor. La levadura de cerveza es complemento rico en proteínas y vitaminas del complejo B, además de una gran variedad de minerales. Es dos veces más rica en proteínas que las semillas oleaginosas como almendras, nueces y avellanas, y sólo es igualada por el huevo y la leche. Además contiene todos los aminoácidos considerados esenciales por la Organización Mundial de la Salud. Debe destacarse el alto contenido de dos aminoácidos: Lisina y Triptófano (16,17,20)

3.2.5.2 Bagazo de cerveza:

También conocido como afrecho o cebadilla, este subproducto de la industria cervecera es el resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado. Es un producto húmedo cuyo contenido en materia seca es de un 20-25% (6).

El bagazo de cerveza es un subproducto rico en proteína, siendo su contenido proteico medio de un 24-26% sobre materia seca. El extracto etéreo representa un 6%. Es un subproducto rico también en fibra, con un contenido en FND del 44% y en FAD del 20%, aunque se trata de una fibra muy poco efectiva (18%). El contenido en lignina es de un 5% y el de cenizas de un 7%. En el residuo mineral destaca el contenido en P (6 g/kg), siendo más bajo (3 g/kg) el contenido en Ca (8).

El contenido en energía metabolizable es de 2,86 Mcal/kg. La degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de un 7 %/h. Se trata pues de un alimento de elevado contenido proteico, siendo ésta una proteína que escapa, en buena parte, de la degradación ruminal, es utilizado en la alimentación de rumiantes, especialmente vacas lecheras, debido a su alto contenido de fibra su utilización en monogástricos es limitada, sin embargo se utiliza en cerdos y aves (8).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización:

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de Cervecería Centroamericana ubicada en la Finca el Zapote zona 2, de la ciudad de Guatemala, en lugar en que se realiza el proceso de fabricación de la cerveza y en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, donde se realizaron los análisis bromatológicos correspondientes.

Ambas localidades se encuentran ubicadas en la zona de vida bosque húmedo subtropical templado con una altitud 1,450 msnm., con una temperatura promedio que oscila entre 20°C – 26°C y con una precipitación pluvial promedio de 1,100 – 1,349 mm. /año (4).

4.2 Materiales:

- Muestras de los subproductos de la fabricación de la cerveza.
- Bolsas plásticas.
- Hielera
- Lapicero
- Balanza
- Hojas de registro.
- Instrumento para encuesta
- Computadora.

MANEJO DEL ESTUDIO

Para el desarrollo de la presente investigación se planificaron cuatro fases principales:

Fase 1: Identificación de los subproductos resultantes del proceso de fabricación de la cerveza.

Fase 2: Toma de muestras de los subproductos y análisis Bromatológico.

Fase 3: Caracterización de los productores que usan el subproducto.

Fase 4: Análisis e interpretación de resultados.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase1: Identificación de los subproductos resultantes del proceso de fabricación de la cerveza.

Durante el proceso de fabricación de la cerveza, se realizan una serie de filtraciones que tienen por objetivo la separación y eliminación de las partículas insolubles del producto final (7, 16, 17).

De la primera filtración se obtiene el *afrecho de cerveza*, que es una mezcla de materias primas (malta y cereales no malteados, los cuales permiten que la estabilidad de la cerveza sea buena) que han sido sometidas a los tratamientos adecuados de limpieza, molidas al grado necesario para poderlas someter a los procesos de malteado y cocción para hacer solubles los almidones, este subproducto al salir del filtrado tiene las siguientes características, Olor: característico a granos cocinados en proceso leve de fermentación, color: café-grisáceo, consistencia pastosa al tacto, al ser apretada fuertemente con el puño no moldea, lo cual indica un alto contenido de humedad, de acuerdo con los resultados de los análisis bromatológicos efectuados para el presente trabajo la humedad es cercana al 90 % (tabla No. 1).

Antes de entrar en los tanques de fermentación se enfría el mosto (la porción líquida que resulta después de la primera filtración) a una temperatura de 15°C a 20°C para que al inyectar la levadura (que son organismos vivos) estén en condiciones propicias para desarrollar su actividad en el proceso de elaboración de la cerveza (16). Llegados a este punto se introduce una mezcla de aire y de levadura para que comience la fermentación, ésta suele durar varios días (entre cinco y diez, dependiendo de receta). Este proceso de fermentación del mosto es exotérmico (13) y libera grandes cantidades de calor que hacen que las cubas deban ser refrigeradas constantemente para que sea posible la estabilización de la temperatura.

La levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), queda depositada en el fondo de los tanques mientras va fermentando la mezcla. Finalizado el proceso de fermentación, se separa la levadura, y se obtiene un producto cremoso, líquido, que constituye la levadura fresca, subproducto alto en humedad que posee un sabor amargo muy marcado (característica dada por el lúpulo) y, aunque se obtenga con la

elaboración de la cerveza no contiene alcohol (13, 17), de acuerdo con Bueno C. (13), este subproducto se utiliza tal y como se obtiene después del filtrado para la alimentación animal, sin embargo para su utilización en la industria farmacéutica deberá de someterse a una serie de lavados para eliminar las impurezas y el sabor amargo procedentes del cereal y el lúpulo (blanqueado), posteriormente se prensa para eliminar la mayor cantidad de agua, con lo cual se consigue un producto apto para la industria.

La producción de levadura en Cervecería Centroamericana se canaliza para dos industrias fundamentales, la industria farmacéutica y para la alimentación animal (dadas las limitaciones provocadas por la falta de infraestructura adecuada, tanto para el transporte como dentro de las unidades productivas, no es demandado), por lo tanto, este subproducto en particular no está disponible para los productores en general, es por ello que en la presente investigación únicamente se estudió a detalle el afrecho de cerveza.

5.1 Fase 2: Toma de muestras.

Las muestras se obtuvieron directamente de las tolvas de despacho del afrecho. Cada muestra pesó 1 Kg., esta recolección se llevó a cabo de la manera siguiente:

Durante 5 semanas se tomaron muestras los días martes y jueves, y luego se homogenizaron perfectamente, hasta obtener una muestra representativa de la producción de la semana. Este procedimiento se replicó durante 5 semanas consecutivas, se dejó una semana intermedia y se repitió el procedimiento otras 5 semanas. Al final de este período se analizaron en total 10 muestras. Las muestras se identificaron y se almacenaron en refrigeración a temperatura entre los 4° y 6° C. para su posterior traslado al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para sus respectivos análisis.

5.2 Fase 3: Análisis bromatológico del Afrecho de cerveza.

Este, se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. En donde las muestras fueron analizadas, determinándose su composición bromatológica, dichos resultados se muestran en la tabla No.1.

Tabla No. 1. Valor nutricional del subproducto (base seca)

no. de muestra	Agua %	Pc %	Fad %	Edn Mcal/kg
1	78.98	18.96	0.55	3.19
2	80.40	11.19	0.61	3.51
3	79.93	16.25	0.36	3.29
4	79.68	15.24	0.24	3.32
5	78.49	17.80	1.41	3.24
6	79.89	21.46	0.33	3.21
7	79.23	22.70	0.33	3.18
8	79.88	24.94	0.30	3.20
9	79.23	15.82	0.47	3.29
10	80.78	14.62	0.44	3.33
Promedio	79.649	17.898	0.504	3.276

FUENTE: Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2010.

Los resultados de los análisis bromatológicos consignados en la Tabla anterior, muestran que el afrecho de cerveza es un subproducto rico en fibra, con un contenido en FAD del 0.504 %, aunque se trata de una fibra muy poco efectiva (18%), de acuerdo con La fundación Española para el desarrollo de la Nutrición animal (8), este tipo de fibras tienen la característica de modificar el patrón de fermentación ruminal, aumentando la concentración de ácido acético, cuya característica fundamental, es que no acidifica de forma excesiva el pH del rumen y promueve la producción de grasa de la leche.

Sin embargo este tipo de fibra no posee la efectividad que resulta del estímulo físico de “rascado ruminal” necesario para promover la rumia. Es posible entonces que se reduzca la regurgitación del bolo de alimento o la eructación de gas y que disminuya la neutralización de la acidez del contenido ruminal al reducirse la producción de saliva. Aún así, este tipo de alimento es excelente para las vacas lecheras (10).

El contenido en lignina es de un 5% y el de cenizas de un 7%. En el residuo mineral destaca el contenido en P (6 g/kg), siendo más bajo (3 g/kg) el contenido en Ca. De acuerdo con el NRC, citado por Davis D. Lyn (6), en su estudio “Sistemas de Alimentación en Rebaños Lecheros de Alta Producción”, resalta que el contenido de cenizas en la ración de vacas lecheras, deberá de establecerse entre el 7 y el 8%, por lo tanto el afrecho de cerveza, con cerca del 6 % de cenizas en base fresca más el complemento con otros alimentos de la dieta, debería de satisfacer los requerimientos para animales de esta categoría.

En relación al contenido de proteína del afrecho de cerveza, este es cercano al 18%, uno de los factores fundamentales que hacen que esta proteína revista especial importancia, es el hecho que es resistente a la degradación microbiana en el rumen (14), La proteína sobre pasante (PSP) es directamente biodisponible en el intestino delgado. Esta es útil cuando el animal necesita alimentación por encima de lo que los microorganismos pueden producir. De acuerdo con Mansilla (10), es recomendable para rebaños exigentes en las épocas críticas de pastoreo (forrajes en floración durante lluvia y en sequía), por ejemplo: Vacas paridas de primer parto, vacas con terneros múltiparas en situación de postparto. Para lograr altos niveles en la producción y reproducción de los rumiantes a pastoreo se requiere de una dieta balanceada.

Experiencias con vacas alimentadas exclusivamente con el afrecho de cerveza, no se observaron disturbios digestivos derivados de la inclusión de malta húmeda. En este aspecto se hace hincapié en la necesidad de atender los requerimientos de los animales a alimentar, contemplando los niveles de producción esperados, efectuando un correcto balance de nutrientes. Dado el alto contenido de proteínas de este alimento, existe un cierto temor relacionado con la incorporación de cantidades importantes, esto, debido a que se ha demostrado que dietas muy ricas en proteínas provocan altas concentraciones de amonio en el rumen, compuesto que luego pasa al torrente sanguíneo. Este proceso puede aumentar el requerimiento de energía, ya que ésta es necesaria para la detoxificación del amonio a nivel hepático. En experiencias realizadas en la EEA (Estación experimental) de Concepción del Uruguay (9), concluyen que la suplementación con 60 % del afrecho húmedo eleva los contenidos de amonio en el rumen como para satisfacer los requerimientos de los microorganismos ruminales, por lo tanto la inclusión del subproducto en estos niveles no provoca desbalances que puedan significar problemas para la vaca lechera.

Las características nutricionales descritas anteriormente, hacen del subproducto una fuente importante de nutrientes para la alimentación animal y especialmente para vacas de alta producción láctea.

5.3 Fase 3: Generalidades de los productores que usan el subproducto.

En esta fase, se elaboró un instrumento (boleta de encuesta) en donde se consignó información general sobre los aspectos básicos del comprador como: propietario, nombre y ubicación de la finca (unidad productiva), cantidad de afrecho que compra, frecuencia, especie animal que explota, forma de ofrecimiento, etc., este

instrumento se corrió a 40 productores que tienen acceso al subproducto, con la finalidad de hacer un análisis detallado del uso del mismo. (ver anexo 1).

En la tabla No. 2, se muestra que el 70 % de los entrevistados usan el afrecho de cervecería para la alimentación de bovinos (producción de leche), esta tendencia concuerda con estudios realizados alrededor del mundo, en el Uruguay, Garciarena (9), en el año 2002, indica que el afrecho de cervecería, al poseer altos contenidos de proteínas, le confiere atributos para ser utilizada en rumiantes de altos requerimientos, como los terneros destetados precozmente y las vacas lecheras de alta producción.

Dentro de la investigación, también se determinó que únicamente el 7.5 % de los entrevistados utiliza el afrecho para la alimentación de cerdos, de acuerdo con estudios realizados en unidades de producción porcina (11), no es recomendable la utilización del subproducto en cerdos durante las etapas de mayor requerimiento nutricional (lactantes y desarrollo), esto por sus altos contenidos de Fibra Bruta que se encuentran en el subproducto en valores del 15 al 20 %, además otro factor limitante en la alimentación de monogástricos, es la calidad de la proteína, que a pesar de sus valores, que oscilan alrededor del 20 %, la misma es deficitaria en lisina, lo cual también se constituye en una limitante para su utilización, si hay disponibilidad del subproducto, se recomienda utilizarlo únicamente en cerdas gestantes en niveles del 40 %.

Tabla No. 2. Número de productores, especie explotada y forma de ofrecimiento.

No. de productores	%	Especie Animal explotada	Forma de ofrecimiento
28	70	Bovinos	Fresco
3	7.5	Cerdos	Fresco
9	22.5	Bovinos y cerdos	Fresco

FUENTE: Investigación de campo.

Como características generales del uso del afrecho en las explotaciones pecuarias están:

- 1.- Su difícil manejo ya que el contenido de humedad del afrecho está alrededor del 80% (ver tabla No. 1).
- 2.- El 100 % de los productores incluidos en el estudio adquieren el afrecho de cerveza en el lugar de producción, lo transportan a la unidad productiva en camiones o pick up's y es suministrado en fresco a los animales sin ningún tipo de tratamiento ni manejo especial.

Otro aspecto importante a destacar es que un 80% de las unidades productivas, se encuentra en un radio no mayor de 30 km. del lugar de producción del afrecho (ver anexo). Como se mencionó anteriormente el transporte del subproducto, dado su gran volumen de masa total dificulta su traslado a lugares muy distantes, elevando los costos sustancialmente (20).

Estudios efectuados por Salgado M. (19), demuestran que en América Latina el uso y manejo de este subproducto es similar y concuerdan con lo anteriormente citado, haciendo énfasis en que este, es muy difícil de manejar y sobre todo de almacenar, debido a factores como:

- 1.- Alto contenido de humedad y a la riqueza en nutrientes solubles, lo cual hacen al subproducto altamente degradable.
- 2.- Ante la falta de infraestructura adecuada en las unidades productivas para su almacenamiento, ya que si se almacena a la intemperie puede deteriorarse rápidamente (dos o tres días). (9).

Otro aspecto a resaltar en el presente estudio se consigna en la tabla No. 3, en donde se muestra que el 40 % de los productores consumen entre 2 y 7 toneladas por año mientras que el 10 % de los entrevistados tienen consumos entre las 7 y 15 toneladas por año, esta situación, se infiere que está relacionada con el tamaño de la explotación y número de animales.

TABLA: No. 3. Consumo de Afrecho de Cerveza.

RANGO	PRODUCTORES	PORCENTAJE
2 a 7 ton/año	16	40.00 %
7.65 a 15 ton/año	15	37.50 %
15.5 a 30 ton/año	04	10.00 %
más de 30 ton/año	05	12.50 %
TOTAL	40	100.00 %

2. FUENTE: Investigación de campo

5.4 Fase 4: Determinación de Volúmenes de disponibilidad y costos.

Los volúmenes de disponibilidad del afrecho varían de acuerdo a las épocas del año, ya que la producción de cerveza se ve directamente influida por las mismas, además de la diversidad de productos fabricados. La tabla No. 4, muestra los rendimientos de afrecho que cada proceso en particular (tipos de cerveza) genera a lo largo de un año de producción, particularmente la empresa cuantifica esta producción en medidas (las cuales son equivalentes a 25 libras), y en esta presentación son despachadas, la producción estimada/año se situó en 2,421 toneladas métricas del afrecho.

TABLA: No. 4 Rendimiento del afrecho, por ciclo de producción (anual).

	Número de cocimientos (producción anual)	Tipo de cocimientos (producto elaborado)	Medidas de Afrecho por Cocimientos	Toneladas producidas en el período
	630	A	151,200	1,890
	120	B	160	240
	111	C	210	291
TOTAL	861		151,570	2,421

FUENTE: Investigación de campo

Nota: Cada medida de afrecho equivale, en promedio, a 25 libras. (varía dependiendo del % de humedad)

Con respecto a los costos del subproducto, la tabla No. 5, indica que la tonelada de afrecho, puesto en planta tiene un costo de Q 1,628.00, lo cual equivale a Q81.40 por quintal (entre Q 40.00 y Q 60.00 de diferencia por quintal de alimento balanceado). Comparativamente con los costos de un quintal de alimento balanceado para vacas lecheras que en la actualidad se cotiza entre los Q120.00 a Q145.00, el afrecho de cerveza se convierte en una opción viable para bajar significativamente los costos de alimentación que en las unidades productivas se sitúa alrededor del 80 %.

TABLA: No. 5. *Costo del subproducto (Q) por medida equivalente a 25 libras Puesto en planta.*

	Cantidad (lb.)	Precio (Q)
MEDIDA	25	28.50
TONELADA	2000	1,628.00

De las ventajas comparativas en relación al costo de los insumos, se debe de tomar en cuenta el manejo del subproducto, como ya se indicó con anterioridad se dificulta el manejo dado el alto porcentaje de humedad del mismo, lo cual aumenta relativamente los costos. Sin embargo sigue siendo una buena opción para los productores pecuarios.

VI. CONCLUSIONES

Con base a los resultados del presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. Existen dos tipos de subproductos generados por la industria Cervecera Nacional:
 - a.- El afrecho y
 - b.- La levadura.
2. De los cuales únicamente el afrecho de cerveza es puesto a disposición de los productores pecuarios, por su parte la levadura se canaliza hacia la industria farmacéutica.
3. El afrecho de cerveza es utilizado por un 70 % de los productores para alimentar bovinos de leche, el 22.5% hace uso del mismo para alimentar bovinos y cerdos, y un 7.5% lo utiliza para alimentar cerdos exclusivamente.
4. Se determinó el valor nutricional del afrecho de cerveza, siendo los valores de proteína cruda del 17.65 %, fibra ácido detergente de 0.504 y edn Mcal/kg. de 3.276.
5. La mayor parte de las unidades productivas se encuentran ubicadas en un radio de 30 km. de distancia del centro de producción del afrecho.
6. La industria cervecera produce 2,421 toneladas anuales de afrecho, dicho volumen está a disposición de los productores pecuarios con un costo de Q 1,628./ton., equivalentes a Q 81.04 por quintal (100 libras).

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios que determinen la forma de utilización del afrecho de cerveza en las explotaciones pecuarias y los beneficios que el subproducto pueda generar comparativamente con otros alimentos disponibles en el mercado.
2. Realizar estudios comparativos, que incluyan aspectos económicos, nutricionales, etc. que puedan incidir en el mejoramiento de las producciones pecuarias.
3. Realizar estudios que permitan encontrar nuevas alternativas para mejorar la conservación del subproducto y que permitan mantener o mejorar sus características nutricionales.

VIII. RESUMEN

Espinoza Escobar, Fernando. 2011. Caracterización de subproductos derivados de la fabricación de la cerveza destinados para la alimentación animal. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 38 p.

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la planta de producción de Cervecería Centroamericana (fuente de producción de los subproductos) y el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Análisis bromatológico).

Para la realización del presente estudio, se definieron los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL:

Actualizar información de los subproductos derivados de la fabricación de la cerveza utilizados en la alimentación animal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los subproductos derivados de la fabricación de la cerveza.
2. Determinar el uso del afrecho, levadura de cerveza y la forma actual de ofrecimiento en las diferentes explotaciones pecuarias.
3. Determinar el valor nutricional de los subproductos (proteína, energía y fibra cruda).
4. Determinar los volúmenes de disponibilidad y costos para el sector pecuario.

Para la recopilación de la información sobre la forma actual de utilización de los subproductos, se elaboró un formulario-encuesta. Esta encuesta se corrió directamente en el lugar de despacho de los subproductos. Los resultados de la misma, permitieron tomar una idea general de la infraestructura de las unidades productivas, el volumen de

consumo, la forma de transporte, la forma de administración y las especies animales a las cuales se ofrece el subproducto.

Considerando que el Afrecho de cerveza es el subproducto demandado y que está disponible para el sector pecuario (aunque del proceso de fabricación de la cerveza también se produzca la levadura de cerveza, sin embargo, el mismo se canaliza hacia la industria farmacéutica), el presente estudio se centró en él. Se tomaron muestras que se analizaron en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los análisis muestran un producto alto en humedad (80%), con porcentajes del 18 % de proteína lo cual lo hacen un subproducto que al ser incluido en dietas para vacas lecheras de alta producción llena los requerimientos nutricionales, otra característica importante es la baja degradabilidad de la proteína a nivel ruminal, lo cual favorece su asimilación y aprovechamiento a nivel del abomaso (estómago verdadero), el contenido de fibra fad (.504 %), favorece el funcionamiento del rumen, permitiendo un buen tono ruminal.

Por otro lado, el estudio demostró que económicamente el subproducto ofrece ventajas al ser comparado con el uso de alimentos balanceados ya que el costo de una tonelada de subproducto es de Q 1,628.00 puesto en planta, contra el costo de una tonelada de alimento balanceado que en la actualidad se cotiza alrededor de los Q 2,900.00 (Q 145.00 por qq. puesto en la distribuidora), otro aspecto importante a tomar en cuenta es que el subproducto es muy difícil de manejar dada la cantidad de agua del mismo, por lo tanto los volúmenes del producto son elevados, además que es altamente degradable y no puede guardarse por más de una semana, ya que por ser sumamente rico en nutrientes es muy susceptible al ataque de hongos y bacterias.

Bajo las condiciones de manejo actual del subproducto, por parte de los productores pecuarios (infraestructura, transporte, etc.), se recomienda la realización de estudios que permitan encontrar alternativas viables para la conservación del subproducto y que permitan mantener o mejorar sus características nutricionales.

SUMMARY

Espinoza Escobar, Fernando. 2011. Characterization of byproducts derived from the manufacturing of beer intended for animal feeding. Degree in Zootechnics. Guatemala, University of San Carlos de Guatemala, Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics.

The present study took place in the facilities of the production plant of Cervecería Centroamericana (source for the production of animal byproducts) and in the Bromatology Laboratory at the faculty of Veterinary Medicine *and Zootechnics* at the University of San Carlos de Guatemala (Analysis bromatological).

For the realization of the present study the following objectives were defined:

GENERAL OBJECTIVE

Update information of animal byproducts of the manufacturing of beer used in animal feeding.

SPECIFIC OBJECTIVES

1. Identifying the animal byproducts derived from the manufacturing of beer.
2. Determining the use of partly ground wheat and yeast from beer and the current form of offering in the different livestock farms.
3. Determining the nutritional value of byproducts (protein, energy, and crude fiber).
4. Determining the volumes of availability and cost to the livestock sector.

For information on the current uses of byproducts a form (survey) was developed. This survey was done directly at the place of dispatch of the byproducts. This survey indicates the average infrastructure of the productive units that acquire the byproduct, the volume of consumption, the way of

transporting, the route of administration and the species to which the byproduct is commonly offered.

Considering that the byproduct demanded is the partly ground wheat from beer which is available to the livestock sector (even though from the process of manufacturing beer the yeast is produced, the same is channelled into the pharmaceutical industry) the current study was focused on this fact. Samples were taken and sent to be analyzed in the Bromatology laboratory of the faculty of Veterinary Medicine *and Zootechnics* at the University of San Carlos of Guatemala.

The analysis show a high percentage of humidity (80%), with a percentage of 18% of protein which make a byproduct that when included in the diets of dairy cattle of high production fill the nutritional requirements. Another important characteristic is the low degradability of the protein at ruminal level, which benefits its assimilation and exploitation at the level of the abomasum (real stomach), the fiber fad content (.504 %) promotes the operation of the rumen, allowing a good rumen pitch.

On the other hand, the study showed that economically the byproduct offers advantages when compared with the use of balanced food since the cost of a ton of byproduct is Q 1,628.00 posted in plant, against the cost of a ton of balanced food that is currently traded around Q 2,900.00 (Q 145.00 per quintal, in the distributor). Another aspect to take in consideration is that the byproduct is hard to handle due to the amount of water it has, therefore the volumes that the producer must manage are extremely high, besides it's highly degradable and it cannot be saved for more than a week since its rich in nutrients that are highly susceptible to fungi and bacterial attack.

Under the conditions of the current management of the byproduct, on the part of livestock producers (infrastructure, transport, etc.), it is recommended to

make studies that studies that will enable them to find viable alternatives for the conservation of the byproduct and to maintain or improve their nutritional characteristics.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvite Xosé, R. 2007. Los ganaderos dan bagazo de cerveza a las vacas por la subida de los piensos (en línea). Consultado 24 dic. 2008. Disponible en <http://www.lavozdegalicia.es/hemeroteca/2007/04/22/5740411.shtml>
2. Brettanomyces, un hongo utilizado en la fabricación de cerveza. 1987. (en línea) Consultado 22 ene. 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki=Brettanomyces>
3. Chicago: precios de maíz, trigo y soja. 2011 (en línea) Consultado 15 mayo de 2011. Disponible en <http://www.rnw.nl/espanol/bulletin/chicago-precios-de-ma%C3%ADz-trigo-y-soja-caen-sensiblemente-tras-las-lluvias>
4. Cruz S, JR. de la. 1982. Clasificación de zona de vida Guatemala a nivel de reconocimiento, Instituto Nacional Forestal. p. 18
5. Cultivo de La avena (*Hordeum vulgare*) 2001. (en línea). Consultado 22 ene. 2009. Disponible en http://species.wikimedia.org/wiki/Hordeum_vulgare
6. Davis, D. 2008. Sistemas de alimentación para optimizar la rentabilidad de rebaños lecheros de alta productividad en EEUU. (en línea). Consultado 12 ago. 2011. http://www.produccionAnimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/81-alimentacion.pdf
7. De Cervezas y otras cosas. 2007. (en línea). Consultado día 22 ene. 2009. Disponible en <http://culturillacervecera.blogspot.com/search/label/elaboración>
8. FEDNA, (Fundación Española Para el Desarrollo de la Nutrición animal, ES.). 2004. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y subproductos

- fibrosos húmedos. España. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, ES. 28 p.
9. Garciarena, A. D., junio 2002. Subproductos en la alimentación de rumiantes, Congreso Latinoamericano de Buiatría. 9. 2002 06 12-15, 12 al 15. Paysandú, Uruguay. UY.
 10. Ing. Agr. Luis Enrique Mancilla MSc., PhD. Venezuela Bovina, Nutrición animal, suplementación estratégica en bovinos en pastoreo. 2006, (en línea) Consultado el día 08 de abril de 2011. <http://www.prollosa.com/asistencia2.html#up>
 11. Ingredientes utilizados en la alimentación de Cerdos. Campabadal, Carlos. 2004 (en línea). Consultado 10 mayo 2011. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cerdos_alimen_ingr.pdf
 12. Instituto de Medicina Biológica y anti envejecimiento, BIOSALUD. 2004. Utilización de la levadura de cerveza para preservar la salud (en línea). Consultado 22 dic. 2008. Disponible en <http://www.biosalud.org/es/uploads/File/articulos/pdf109.pdf>
 13. La Levadura de cerveza. Mariano José Bueno Cortez. 2005 (en línea). Consultado 12 jul. 2011. Disponible en <http://www.biosalud.org/archivos/divisiones/4levadura%20de%20cerveza.pdf>
 14. Metabolismo de proteínas en las vacas lecheras. Wattiaux, Michel A., Babcock Institute, 2008, (en línea). Consultado 12 ago. 2011. Disponible en http://www.infocarne.com/bovino/metabolismo_proteinas.asp
 15. Precio internacional del maíz y soya. 2011. (en línea). Consultado el 14 de junio de 2011. Disponible en http://www.infoserca.gob.mx/fisicos/sya_pci.asp

16. Proceso de la cerveza, proceso cervecero Beertec. Cervecería Polar. 2005 (en línea). Consultado 17 jun. 2011. Disponible en <http://beertec.galeon.com/productos1436661.html>
17. Proceso para la fabricación de cerveza. Cervecería Unión S.A. Colombia. 2003 (en línea). Consultado 01 ene. 2009. Disponible en <http://www.colombiapositiva.com/automatizacion/cervunion/proceso.htm>
18. Procesos exotérmicos. Consultado 5 sep. 2011. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Exot%C3%A9rmico>
19. Salgado Manzanares, SE. 1998. Determinación de la digestibilidad "in situ" del afrecho de cerveza. Tesis. Lic. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal. 45 p.
20. Subproductos de cervecería en la alimentación de ganado bovino. 2004. La posta. INIGAR –SAGAR. (en línea). Consultado 22 ene. 2009. Disponible en <http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologias/BovinosC/ARCHIVO27.pdf>

X. ANEXOS

Hoja de control			
Cliente	Ubicación	especie	medida /mes
Fca. Agua tibia	San José Pinula	Bovinos	1280
Marvin Orellana	Sanarate	Bovinos	40
Mario Aledón	Villa Nueva	Bovinos	50
Gilberto Paiz	San Pedro Ayampuc	Bovinos	100
Raúl Muralles	San Pedro Ayampuc	Bovinos	40
Jorge Guzmán	Mixco	Bovinos/porcinos	80
Ricardo Noriega	Mixco	Bovinos	80
Dora Monterroso	San Pedro Ayampuc	Bovinos	50
Ricardo García G.	Calzada la Paz	Bovinos	60
José Amilcar Osorio	Chinautla	Bovinos/porcinos	50
Instituto Indígena Santiago	Mixco	Bovinos	80
Noel López	Palencia	Bovinos	175
Carlos Santos	Milpas Altas	Bovinos	40
Domingo Hurtarte	Mixco	Bovinos	35
Armando Mayén	Sanarate	Bovinos	40
Rolad Eder	Jocotillo	Bovinos/cerdos	100
Estuardo Beltetón	canalitos	Bovinos	50
Mynor Ortíz	San Pedro Ayampuc	Bovinos	60
Marcos Castillo	San José Pinula	Bovinos	800
Isabel Alvarez	El Chutero	Bovinos	100
Efraín Morales	Palencia	Bovinos/cerdos	320
Estuardo López	Fiscal	Bovinos	60
Gonzalo Gática	Palencia	Bovinos	200
Alex González	Taxisco	Bovinos	100
Catarino Contreras	Santa Catarina	Bovinos	40
Rony Barrios	Santa Isabel	Bovinos/cerdos	40
Rosa Rodriguez	Palencia	Bovinos	60
Miguel Velazquez	Cipresales	Bovinos	80
Juan Morataya	Zona 18	Bovinos	600
Juan Santos	San Pedro Ayampuc	Bovinos	45
Hector Figueroa	Chimaltenango	Bovinos	400
Hacienda La Giralda	Puerto San José	Bovinos	200
Luis Gonzalez	Villa canales	Bovinos/cerdos	100
Apolinario Mejicanos	Mixco	Bovinos/cerdos	150
Oswaldo Díaz	Cerro Alux	Bovinos/cerdos	80
Francisco López	Palencia	Bovinos/cerdos	200
José Nij Bor	Sajcavillá	Bovinos	60

Francisco Fernando Espinoza Escobar

FIRMA DEL GRADUANDO

Lic. Carlos Enrique Saavedra
ASESOR PRINCIPAL

Lic. Miguel Ángel Rodenas
ASESOR

Lic. Alvaro Enrique Díaz Navas
ASESOR

Imprimase:

MED. VET. LEONIDAS ÁVILA PALMA
DECANO