



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



18  
2er

**" MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO Y ANEXOS  
PARA UNA MEZCLADORA HORIZONTAL  
( ENMELAZADORA ) CON MATERIAL EN DESUSO "**

**INFORME DEL SERVICIO SOCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A ,  
VICENTE GARCIA ALVAREZ**

**ASESOR: JESUS GUEVARA VIVERO**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**1996**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

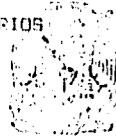


UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA LI  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES N. C. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de informe de Servicio Social: "Programa Integral de Servicio Social de la U.A.E.A. Manufactura de un prototipo y anexos para una mezcladora horizontal (enmelazadora) con material en desuso".

que presenta el pasante: Vicente García Alvarez  
con número de cuenta: 8031456-5 para obtener el TITULO de:  
Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de Febrero de 1996

PRESIDENTE	MVZ. Javier Hernández Balderas	
VOCAL	MVZ. Jesús Guevara Vivero	
SECRETARIO	MVZ. Jaime Orozco Vargas	
1er. SUPLENTE	M. en C. Patricia García Rojas Montiel	
2do. SUPLENTE	I.A. Deneb Camacho Morfín	

## AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro Señor, por su infinita bondad.

A mi Madre, por traerme a la vida y por todas las angustias que haya causado mi crianza.

A mi Padre, a su mente dinámica y su inquebrantable voluntad de lucha.

A ustedes por su ejemplo en la difícil tarea de guiar y formar, tanto moral como espiritualmente, por su apoyo, estímulo, sacrificios, trabajos y todos los pequeños y grandes detalles que hacen una vida y por lo cual soy lo que soy. A ustedes dedico este trabajo con profundo amor y respeto.

!! MUCHAS GRACIAS !!

A mis hermanos: Jorge, Jesús, Lorenzo, Felipe, Matilde,  
Juana y Aurora, por su valiosa ayuda y cooperación.

A mis tios: Guadalupe y Soledad, agradeciendo su ayuda  
y sus valiosos consejos.

A mis queridos sobrinos: Jorge, Manuel, "Samy", Ana,  
Mary, Israel, Mónica, Silvia, Daniel, Denis, Adriana,  
Salvador, Diana, Martin y el pequeño Isac; porque ellos  
son nuestra nueva generación.

Por creer y confiar en mí, por tu compañía, por  
los momentos de alegría y de tristeza, por tolerarme y  
compartir conmigo tu cariño y porque te quiero. Este  
trabajo nunca estaría completo sin tu importantísima  
participación. Siempre estaré agradecido contigo.

Gracias EVELIA.

A la M.V.Z. Patricia Gómez de la Cruz, por su noble amistad y ayuda con el manuscrito.

A mis amigos de siempre: Hilario, Armando, Humberto, Lety, Ricardo, Carlos, Martha, Aristeo y Gil.

A los miembros del Jurado, gracias por su valioso tiempo y comentarios.

Al M.V.Z. Jaime Orozco Vargas, por su calidad humana y sus comentarios. Mi admiración y respeto por su tenacidad en la práctica quirúrgica.

Al M.V.Z. Marco Antonio Ramirez R. porque me mostró una faceta distinta de mi concepto de la práctica veterinaria.

Un especial agradecimiento para el M.V.Z. Jesús Guevara Vivero, por su fe, su interés y su paciente ayuda.

Al personal del Taller de mantenimiento. Gracias por su confianza.

Con todo cariño y respeto a la F.E.S.C. por la formación académica que me brindó.

A todos mis amigos y compañeros que han fallecido. Especialmente para Juan e Ignacio, con quienes fui cómplice. Su muerte dejó una cicatriz imborrable en mi mente.

A la calma y frescura de la madrugada.

"Por tanto, no os canséis de hacer lo bueno, porque estáis poniendo los cimientos de una gran obra. Y de las cosas pequeñas proceden las grandes".

D y C 64:33

## I N D I C E

PROLOGO.....	1
RESUMEN.....	3
INTRODUCCION.....	4
OBJETIVOS GENERALES.....	8
OBJETIVO ESPECIFICO.....	9
OBJETIVOS ACADEMICOS.....	10
OBJETIVO SOCIAL.....	11
CUADRO METODOLOGICO.....	12
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES.....	14
MANUFACTURA DE LA MAQUINA.....	17
EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO.....	33
DISCUSION.....	37
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES.....	40
ANEXO DE FOTOGRAFIAS Y ESQUEMAS.....	42
BIBLIOGRAFIA.....	51

## PROLOGO

La modalidad del Informe de Servicio Social es una alternativa que brinda la Universidad Nacional Autónoma de México para obtener un título; ofrece la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante el periodo de estudios, pero también las experiencias propias, porque permite y estimula la participación activa del pasante en una problemática particular.

Un elemento importante para favorecer el desarrollo de las explotaciones pecuarias es el equipo con que se cuenta, el cual suele estar relacionado con la capacidad de producción ya que contribuye a utilizar de manera óptima los recursos disponibles.

El equipo pecuario es una herramienta importante para cualquier explotación y puede marcar la diferencia en el nivel de producción entre granjas. Por otro lado, puede ser el eslabón que vincule los estudios de laboratorio con la aplicación práctica.

Sin duda alguna actualmente existe maquinaria sofisticada, capaz de realizar procesos completos en la elaboración de dietas para animales, sin embargo, la abundancia no es una característica común entre los pequeños y medianos productores por lo que se antoja remota la posibilidad de adquirir equipo transnacional, resultando necesaria la búsqueda de alternativas viables en la tecnificación pecuaria para favorecer la eficiencia en la producción, que significa aprovechar en forma óptima los

recursos físicos, humanos y naturales de que se disponga.

Con éste trabajo se pretende aprovechar, por un lado, la oportunidad de titularse con el programa de Servicio Social-Titulación, y por otro, la inquietud que tiene el pasante en la fabricación de equipo de apoyo a la industria pecuaria.

Es probable que el estilo de éste informe resulte diferente para los académicos, acostumbrados a la literatura científica.

## RESUMEN

El presente informe describe la elaboración de un prototipo de máquina mezcladora (enmelzadora) horizontal con capacidad para vertir el material mezclado en los comederos del ganado bovino de la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Con esta máquina es posible elaborar mezclas en las que participan componentes que no pueden mezclarse con las revolventoras de tipo vertical, tal es el caso de los forrajes, rastrojos, pajas o la melaza, que son materiales de utilidad considerable en la alimentación de los rumiantes.

A partir de un modelo a escala de la máquina y después de consultar ingenieros y literatura relacionada con la manufactura de equipo pecuario, se decidió fabricarla con los recursos disponibles, utilizando para su construcción material y equipo de desecho.

Queda claro que en este caso se trata de un **PROTOTIPO**, construido con los recursos que brinda el rancho, por lo que no es posible determinar la vida útil de los componentes de la máquina, en función de la procedencia de las piezas y materiales que han sido utilizados; no obstante, ha quedado demostrada su eficiencia.

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

Actualmente, la humanidad atraviesa por una grave carencia de alimentos, lo cual se debe en parte, al alarmante crecimiento demográfico observado en los últimos años; esto hace necesario la obtención de tecnología que permita producir alimentos en calidad y cantidad, utilizando al máximo los recursos existentes.

Los investigadores en producción pecuaria se han dado a la tarea de obtener mayores cantidades de carne en el menor tiempo y de la forma más económica posible, sin que con ello se afecte la calidad de la misma (3).

Como sabemos, uno de los primordiales objetivos del país, es la producción suficiente de alimentos básicos de consumo popular, para preservar la soberanía alimentaria y el papel que desempeña la industria pecuaria en esta importante meta es determinante, ya que participa en la obtención de alimentos de consumo generalizado como son la carne, la leche y el huevo (16).

Uno de los tres sistemas de engorda de ganado bovino en México es el intensivo, en el cual el ganado se confina en corrales para su engorda a partir de un peso de 200 a 250 kg. Este sistema se caracteriza por un alto control sanitario, y una alimentación balanceada a base de granos para acelerar la ganancia de peso y llegar antes al peso al sacrificio del ganado (450 kg) (25).

La alimentación en corrales se considera la única forma eficaz de producir carne de vacuno. Si bien, esta produce carne de calidad, los costos son elevados (5).

Un problema que es importante considerar es la tan discutida competencia entre el ser humano y ciertos animales por los granos.

Los ruminantes pertenecen a una cadena alimenticia ajena al ser humano; la de los productos ricos en celulosa como son los pastos y por lo tanto, no existe competencia forzosa, aunque el humano se ha percatado de que puede aprovechar sus excedentes en granos para alimentar este tipo de animales y obtener un crecimiento más rápido; en tanto se trate de excedentes no hay competencia verdadera y el alto costo de esta forma de alimentar ganado es irrelevante (6).

Sin embargo, si no existen excedentes (México tuvo que importar 3.3 millones de toneladas de maíz en 1995 y para 1996 se estima que serán alrededor de 5 millones de toneladas) deben considerarse formas alternativas de alimentar al ganado y obtener el máximo provecho de su capacidad ruminal para digerir celulosa, que es uno de los materiales más abundante en la naturaleza y un subproducto abundante de los procesos agrícolas (6).

La engorda intensiva de ganado en México no ha sido rentable en años recientes principalmente por los costos financieros y los altos costos de alimentos balanceados (25). Pues como sabemos,

altos costos de alimentos balanceados (25). Pues como sabemos, "los costos de alimentación representan la mayor inversión en la producción de carne para abasto" (14).

Existen algunas experiencias en nuestro país que demuestran que el sistema establecido de engorda de bovinos resulta más rentable cuando se incluyen en la ración altos niveles de esquilmos agroindustriales, aún cuando ellos provocan menores ganancias de peso que en animales suplementados con fórmulas balanceadas comerciales o tradicionales (14). Como se mencionó anteriormente "el costo de los piensos reviste suma importancia en la producción animal, por lo cual las consideraciones económicas en la formulación de dietas para animales merecen máxima atención (5).

La necesidad de fabricar una máquina revolvente horizontal, surge debido a que las de tipo vertical (foto 1) no son eficientes en la elaboración de algunas dietas balanceadas, cuyos componentes sean burdos (rastrajos, pajas) y/o húmedos (melaza), los cuales tienen importancia significativa como esquilmos agroindustriales, ya que se producen de 1.5 a 3.5 toneladas de rastrojo de maíz por cada hectárea cosechada, mientras que aproximadamente de 25 a 50 kg de melaza se obtienen de la producción de 100 kg de azúcar refinada (7).

Así mismo, ésta máquina puede resultar útil en la elaboración de dietas experimentales, pues "estos esquilmos

representan un gran potencial como fuente de alimentación de rumiantes' (5).

## OBJETIVOS GENERALES

- 1.- Elaboración de un prototipo de máquina mezcladora con posibilidad de ser aprovechado por pequeños productores y/o productores de escasos recursos para favorecer el aprovechamiento de subproductos agroindustriales.
- 2.- Aprovechar el equipo agrícola de desecho de la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria de la F.E.S.- C.

OBJETIVO ESPECIFICO

Construir una revoladora horizontal con toma de fuerza para tractor.

## OBJETIVOS ACADEMICOS

- Desarrollar infraestructura de apoyo para la fabricación de piensos alimenticios.

- Estimular la apertura de líneas de investigación (tesis) en el área de alimentación animal, con especial interés en las especies que consumen altos volúmenes de forraje.

- Favorecer la interacción entre las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Medicina Veterinaria y Zootecnia de la F.E.S.C.

OBJETIVO SOCIAL

Estimular la creación de tecnología de apoyo al alcance de los productores agropecuarios.

## CUADRO METODOLÓGICO

Para el cumplimiento del Servicio Social se estimó un tiempo que comprende del 24 de agosto de 1993 al 4 de abril de 1995, teniendo en cuenta que sólo fué posible asistir los días martes y jueves de cada semana.

Las actividades realizadas pueden ser resumidas de la siguiente manera:

- Elaboración de un bosquejo a escala de la máquina para tener una idea clara del objetivo final (específico).
- Realización de un inventario de la herramienta disponible y faltante del taller.
- Establecimiento de un acuerdo para obtener la autorización de usar dicha herramienta.
- Búsqueda, recolección, limpieza y agrupamiento de las piezas y materiales con posibilidades de ser usadas en la manufactura de la mezcladora.
- Lista de piezas y materiales faltantes.
- Diseño y construcción de la máquina propiamente dicha, que comprende o se divide en sus principales componentes que son:
  - 1.- Tanque de gas estacionario de 1800 lt de capacidad.
    - la) transporte y nivelación.
    - lb) Realización de trazos.
    - lc) Abertura para chumaceras.
    - ld) Abertura de alimentación.

- 1e) Abertura de descarga.
- 1f) Colocación de chumaceras.
- 2.- Eje mezclador.
  - 2a) Corte a la medida del tubo-eje (segueta mecánica).
  - 2b) Maquinado de espigas del eje (puntas) (torno).
  - 2c) Corte de barras para soportar los listones agitadores (segueta mecánica).
- 3.- Listones agitadores.
  - 3a) Forja de cuatro piezas grandes.
  - 3b) Forja de cuatro piezas chicas.
- 4.- Transmisión.
  - 4a) Reductor de revoluciones por minuto.
  - 4b) Toma de fuerza para tractor.
  - 4c) Catarinas.
  - 4d) Cadenas.
- 5.- Llantas.
  - 5a) Delanteras (dirección).
  - 5b) traseras (suspensión).
- 6.- Tiro para remolca.
- 7.- Compuerta de descarga.
- 8.- Tolva de descarga.
- 9.- Pruebas de funcionamiento.
- 10.- Corrección de detalles.
- 11.- pintura base.
- 12.- Acabado.

## DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

### MODELO A ESCALA.

Después de visitar la Posta Zootécnica del Colegio de Postgraduados (CP) para conocer una máquina semejante y con la colaboración de un pasante de I.M.E., fué posible construir un esbozo a escala que permitió entre otras cosas, tener una idea clara de la máquina, recolectar sugerencias y explicaciones de suma importancia, tal es el caso del cálculo y elaboración de los listones agitadores, el mecanismo modular para revolver, la velocidad (r.p.m.) a la que debería trabajar, así como una imagen clara de las piezas indispensables que debían conseguirse.

Dicho diseño fué construido con los siguientes materiales:

- 1) Dos botes de hojalata unidos por uno de sus extremos para obtener un cilindro semejante al tanque de gas.
- 2) Un trozo de material redondo de  $3/8$  de diametro para simular el eje y las barras-soporte de los listones agitadores.
- 3) Dos tiras de lámina negra calibre 16 para mantener los botes unidos.
- 4) Ocho tiras pequeñas de lámina negra calibre 18 para simular los listones agitadores.
- 5) Remaches de golpe de  $5/32$  por  $5/16$ .
- 6) Electrodo para soldar de  $5/32$  Infra Excel ARC. (foto 2).

Este bosquejo requirió para su construcción tres fines de

semana, por ser éste el tiempo disponible tanto del pasante de I.M.E. como del prestador del Servicio Social.

Una vez que se tuvo el modelo, y sobre todo una idea clara de la máquina, se presentó el anteproyecto al Departamento Responsable del Programa de Servicio Social-Titulación.

#### HERRAMIENTA.

Se procedió a hacer una lista de la herramienta del taller que podía ser de utilidad; de ésta manera, la herramienta que se utilizó fue aportada por:

##### I) La que es propiedad del taller.

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| - Careta             | - Máquina para soldar |
| - Compresora         | - Segueta de mano     |
| - Equipo de autogena | - Segueta mecánica    |
| - Esmeril            | - Taladro de banco    |
| - Gato hidráulico    | - Tornillo de banco   |
| - Manguera para aire | - Torno               |

##### II) La que se consiguió por cuenta propia.

- |                      |                    |                     |
|----------------------|--------------------|---------------------|
| - Brocas             | - Desarmadores     | - Pinzas de presión |
| - Brochas            | - Limas            | - Plomada           |
| - Buriles            | - Llaves allen     | - Prensas           |
| - Calibrador vernier | - Llaves p/tuercas | - Punto             |
| - Cincel             | - Machuelos        | - Segueta de mano   |
| - Cinta métrica      | - Martillos        | - Taladro           |

- Cepillo de alambres
- nivel de agua
- Tijera para lámina
- Compás
- pinzas

III) La que fué necesario fabricar.

- Extractor de poleas
- Fragua
- Grifas

(ver fotos 3, 4 y 5).

BUSQUEDA, RECOLECCION, LIMPIEZA, LUBRICACION Y AGRUPAMIENTO DE  
PIEZAS Y MATERIALES.

Se realizó una revisión cuidadosa del equipo agrícola en desuso y de éste modo, se logró ubicar algunas piezas útiles. El mecanismo esparcidor de un remolque estercolero fué la principal fuente de piezas, mientras que los materiales provienen de diversas fuentes (ver tabla 1).

Son pocas las piezas que se utilizaron tal como fueron obtenidas, pues la mayoría requirió atención especial en mayor o menor grado, que van desde solo limpiar y lubricar, hasta maquinado, cortes con sequeta y/o soplete o tratamientos térmicos para facilitar su obtención.

Cabe mencionar que algunas piezas no estaban en las mejores condiciones de uso.

Fué necesario emplear más tiempo del que inicialmente se había estimado debido a las dificultades que hubo para recuperar algunas de las piezas que, prácticamente se encontraban en el olvido (foto 6 a 10).

También es importante mencionar que la mayor parte de lo que se compró provino de un negocio de desperdicio industrial, por lo que el gasto fué mínimo.

TABLA 1. AGRUPACION DE PIEZAS Y MATERIALES UTILIZADOS.

RECUPERADOS DE LA U.A.E.A.			
PIEZAS		MATERIALES	
NOMBRE	PROCEDECIA	NOMBRE	PROCEDECIA
Catarinas		Material angular	
Chumaceras		Material "U"	Remolque para
Cuñas para catarinas		Material redondo	forraje
Puntas para ejes (espigas)	Remolque	Retacera solera	
Toma de fuerza para tractor	Estercolero	Tubo galvanizado	Módulo de Bovinos
Tornillos		Material redondo	Taller
Tornillos prisioneros		tanque de gas	
Trozos de tubo (para fragua)		Tubo (eje)	Pozo
Reductor de rpm	Taller de carnos		
Eje delantero	Remolque p/forraje		
Eje trasero	Jaula remolque		
FUE NECESARIO COMPRAR			
Catarinas		Solera 2 1/2 x 3/16 (listones grandes)	
Cadena		Solera (listones chicos)	
Tornillos		Soldadura de 1/8 y de 3/32	
Candados para cadena		Seguetas (manuales y para máquina)	
Llaves de paso p/gas		Pintura	
		Carbón (forja)	
		Placa (dirección)	
		Lámina	
		Hule lacarreadores, banda sin filo	

## MANUFACTURA DE LA MAQUINA.

### TANQUE DE GAS (foto 10).

Con la ayuda del tractor, se transportó el tanque de gas al taller de mantenimiento y fué colocado en un lugar apropiado para trabajar en él, debido a que el piso tiene cierta pendiente, lo primero que se hizo fué nivelarlo, en el sentido de colocarlo horizontalmente para poder realizar los trazos que debían hacerse. Esto se logró usando el nivel de agua, la plomada y la cinta métrica (esquema Ia).

Utilizando hilos a manera de líneas, primero se trazó una que partiera el tanque por la mitad horizontalmente, después, una que lo hiciera en forma vertical; de éste modo, se formó un plano cartesiano cuya intersección se hizo coincidir con el centro del tanque; después se trazó la mitad de su longitud (esquema Ib).

A partir de estos dos puntos (centro y mitad de la longitud del tanque) y teniendo en cuenta el modelo a escala, se hicieron los trazos que corresponden a las chumaceras, abertura de alimentación y abertura de descarga (esquema Ib).

Los primeros cortes, que corresponden al centro del tanque y que se encuentran en sus polos (esquema Ia) (chumaceras), se hicieron con taladro debido a que se temía que pudiera estallar si se utilizaba el soplete de la autógena. Después se procedió a lavar la parte interna del tanque con vapor y así reducir la

cantidad de gas aún presente y por lo tanto, la posibilidad de un accidente; luego, y en éste caso usando el equipo de autógena, se hicieron las dos aberturas restantes. Así mismo, se hicieron las perforaciones y roscas que mantienen a las chumaceras en su lugar. Las principales dificultades para éstas actividades fueron la forma propia del tanque y su peso (450 kg).

## TUBO-EJE-AGITADOR.

Así fué nombrada esta pieza, pensando en que el nombre dé la idea de qué se trata. Este es un tubo cuyo trayecto es longitudinal y por el centro del cilindro de gas. A pesar de que se trata de una sola pieza de la máquina, puede ser dividida en las partes que lo componen, las cuales son: un tramo de tubo de 7 1/2 pulgada de diámetro y 1/2 pulgada de espesor, dos puntas ejes (espigas), cuatro barras de material redondo de 11/16 pulgadas de diámetro que lo atraviesan perpendicularmente distribuidos de modo simétrico y cuatro barras que asientan en la superficie en su parte media (foto 12). Para su construcción se realizaron las siguientes actividades:

Haciendo uso de la sierra mecánica (foto 5) se cortó el tubo a la longitud del tanque por su parte interna, tomando en cuenta que dicha longitud aumentaría un poco al colocar las puntas (espigas) que entran en las chumaceras, y que permiten un movimiento giratorio. Fué necesario maquinar en el torno (foto 4) dichas espigas para ajustarlas al diámetro interno del tubo.

Debido a que el taller no cuenta con la herramienta adecuada (broca de 11/16) y a que el tubo es pesado, primero se decidió montarlo en un soporte provisional para facilitar su manejo (fotos 12 y 13). Después se hicieron los trazos simétricamente y las perforaciones con el equipo de autógena, por lo que surgió la necesidad de elaborar ocho piezas extras (esquema II) para

corregir la inevitable falla que resultó del corte con soplete (esquema I). Para hacer estas piezas se requirió nuevamente de la segueta mecánica y del torno. Una vez que estuvieron soldadas en su posición definitiva (esquema II), se procedió a perforar y hacerle rosca al tubo perpendicularmente a las barras que lo atraviesan; éstas perforaciones roscadas llevan un tornillo prisionero que evitan que las barras se deslicen durante el trabajo normal de todo el eje (foto 13). Las cuatro barras que asientan sobre la superficie del tubo a la mitad de su longitud se mantienen soldadas a una base, a la cual la atraviesan dos tornillos que enroscan en la pared del tubo (foto 13).

## LISTONES DE SOLERA.

La elaboración de los ocho listones que manejan el material que se mezcla, resultó mucho más difícil y laborioso de lo que se estima. Para su fabricación se requirió de nuevas sujeciones, nuevos trazos sobre el tanque, la elaboración de un molde por cada dos listones así como la improvisación de una fragua (foto 11, esquema IV).

Utilizando la autógena y la máquina para soldar se forjaron dos soleras sobre el tanque para obtener una helicoidal a la mitad de la longitud del tanque (esquema III).

Se desmontaron, respetando la forma que se obtuvo, y al igual que el tuboreje se montaron en un banco improvisado para ser utilizadas; éstas soleras, son al fin y al cabo, los moldes sobre los cuales se elaboraron los listones finales a los cuales para su forja fué necesario calentar hasta alcanzar el rojo vivo y dado que el taller no cuenta con un horno especial para esto, se recurrió a una técnica antigua, pero sin duda efectiva; se trata de una fragua, la cual fué construida con una rueda metálica quebrada y los restos del remolque esparcidor (foto 11).

La corriente de aire, indispensable para su buen funcionamiento, se obtuvo de una compresora y es controlada por una llave de paso comercial para gas (esquema IV).

Una consideración especial para su buen funcionamiento es

que "el carbón debe ser de tamaño poco mayor que una avellana. Suele ser hulla semigrasa que se moja un poco para que arda más despacio, formando una bóveda que guarda el calor alrededor de la pieza que se calienta. También se usa cok, que da más calor y dura más; pero no forma tal bóveda, y también una mezcla de las dos clases de carbón para conseguir propiedades intermedias" (2).

Una vez que se terminó y probó la fragua, se procedió a la forja de los listones, tarea que además de fatigante resultó muy lenta, pues es indispensable que el metal se ponga rojo para que sea maleable y permita darle la forma necesaria, de modo que la mecánica que se siguió fué calentar bien, forjar parcialmente sobre el molde y volver a calentar hasta alcanzar la forma requerida y así para los ocho listones. Cabe insistir en la necesidad de elaborar cuatro moldes para ocho listones.

Después de terminados los ocho listones (cuatro grandes y cuatro chicos), se procedió a colocarlos en su lugar definitivo. Sin embargo, como resultado de la escasa experiencia en la forja y debido al tamaño de las piezas, éstas no resultaron exactas, pues deben ser equidistantes del tubo-eje en toda su trayectoria y el círculo que se forma cuando giran, debe ser igual al diámetro interno del tanque para evitar roces en sus paredes y como esta característica no se cumplió en el primer intento, fué necesario volver a montar todo el eje en el soporte que ya se mencionó (foto 12 y 13).

Usando la autógena se corrigió en la medida de lo posible dicho error; después se perforó y se hizo rosca a cada uno de los extremos de las ocho barras, para así mantener estos listones en su lugar, de modo que cada listón asienta sobre tres barras y es sostenido por tres tornillos, lo que le transfiere la característica de ser desmontables para futuras correcciones o reparaciones.

Los listones chicos durante el trabajo de la revoladora producen un efecto de contrasentido rompiendo la inercia del material que se está mezclando, de modo que hace más eficiente la mezcla.

Con la colocación de estos listones chicos en su sitio se terminó lo que antes se nombró tubo-aje-agitador. Después se aplicó pintura base y se volvió a armar dentro del cilindro.

## TRANSMISION.

### REDUCTOR DE REVOLUCIONES POR MINUTO.

Esta pieza procede de una depiladora para cerdo del taller de carnes, es indispensable ya que la máquina requiere para su buen funcionamiento de bajas revoluciones. Este reductor tiene una relación de 9.3 a 1; se adaptó mediante dos trozos de vigueta U y dos tramos de solera procedentes de los restos de un remolque para forraje (foto 7).

Están soldados al tanque, el reductor se sujeta con cuatro tornillos en los que se puede regular su altura para tensar las cadenas (foto 14). La toma de fuerza es una barra especial que debe unirse con la barra del tractor que transmite el movimiento; se obtuvo del remolque estercolero (foto 6). Se montó también con tornillos para que pueda ajustarse (foto 15).

"Las catarinas son piezas circulares semejantes a las poleas que transmiten el movimiento a través de cadenas de una forma directa con poca pérdida de fuerza (11). Pueden existir diferencias en el número de dientes que hay en su perímetro. Algunas de las que fueron utilizadas aquí, proceden del remolque estercolero y otras fué necesario comprarlas. La mayoría tuvo que arreglarse en su parte central con el torno para colocarlas en los ejes ya disponibles, pues la principal característica que se consideró para su compra y uso fueron sus diámetros para así

completar la función del reductor y acercarse lo más posible a un rango de 20 a 40 rpm, que es la velocidad que se consideró prudente; teniendo en cuenta que los tractores transmiten una velocidad que oscila alrededor de 500 rpm (esquema V).

Además, no es posible conectar el tractor directamente al reductor, ni éste al tanque sino que debe hacerse a través de la toma de fuerza y de cadenas respectivamente.

Una parte de la cadena utilizada se compró, al igual que los candados para unirlos, otra formaba parte del desperdicio del taller (foto 9).

Los principales inconvenientes que se presentaron para la realización de la transmisión fueron: la escasa disponibilidad de catarinas, las dificultades para ajustarlas y la falta de oxígeno y acetileno en ese momento para cortar los materiales.

## LLANTAS, TIRO PARA TRACTOR Y COMPUERTA DE DESCARGA.

Cuando se terminó lo referente a la transmisión se presentó el problema de que había que ponerlo a la altura del dispositivo del tractor para conectarla y también para poder recuperar el material mezclado. Este problema se solucionó adaptándole llantas, ya que éstas estaban disponibles y además le transferían la característica de ser móvil, haciendo el prototipo más versátil (foto 15).

Las llantas traseras se obtuvieron de un remolque-jaula que fué utilizado en los inicios de la escuela para el transporte de material biológico a los anfiteatros, el cual se encontraba en el olvido. En éste caso, resultó más difícil la recuperación que la adaptación (foto 8).

Las llantas delanteras proceden del mismo remolque para forraje que se menciona en la tabla de piezas y materiales, las cuales no tenían ningún uso. El mecanismo de dirección se copió de los remolques de trabajo del rancho.

El tiro para tractor se elaboró con retacería de tubo galvanizado procedente del módulo de bovinos, después se aplicó pintura base a toda la máquina. (foto 16).

El mecanismo de la compuerta de descarga también fué copiado, esta vez de una máquina semejante que se encuentra en la Posta Zootécnica del Colegio de Postgraduados (foto 17). Sólo se

aumentó un dispositivo que permite que la compuerta pueda mantenerse en tres grados diferentes de abertura (foto 18).

## TOLVA DE DESCARGA.

Después de terminarse la compuerta y haberse adaptado las llantas y a pesar de no haberse contemplado inicialmente se pensó en la posibilidad de depositar el material mezclado en los comederos del módulo de bovinos (foto 24).

La tolva se colocó ligeramente arriba de la altura de los comederos pues el espacio que hay entre ellos permite el tránsito del tractor (foto 25).

En un principio se pensó que la presión ejercida por los listones sobre la mezcla, al abrir la compuerta sería suficiente para empujar el material mezclado hasta el borde de la tolva y se derramara sobre el comedero (foto 19a).

Este primer intento no funcionó, desafortunadamente la mezcla se estancó al inicio de la tolva. Sin embargo, creó la imagen de una manera de llevarla hasta el borde; dada la previa experiencia en la construcción de la transmisión, se decidió utilizar piezas semejantes, es decir, catarinas y cadenas; éstas últimas cedidas por el taller de mantenimiento (foto 9).

También se contaba con un tramo de material redondo del remolque estercolero que fué suficiente para elaborar todos los ejes (foto 20). Fué necesario comprar seis de las nueve catarinas que se usaron.

Primero se elaboraron dos ejes con las catarinas montadas en sus extremos y unidos a una lámina por medio de bujes para permitir que las catarinas giren. Se colocaron dos tramos de cadena unidos entre sí por una lámina (acarreador) que iba empujando la mezcla (foto 21). Una vez terminada se montó en la revoladora mediante tornillos, el movimiento se transmite desde el eje-agitador a través de cadenas (foto 23a).

La primera prueba para evaluar la tolva se hizo con la revoladora vacía; después se mezcló silo, sorgo molido y melaza, en proporciones al azar, ya que solo se pretendía observar el funcionamiento de la máquina y principalmente el de la tolva, el cual en éste primer intento fué bueno. Sin embargo, en la segunda ocasión que se probó, estos acarreadores resultaron ineficientes ya que se trataba de una mezcla polvosa, la que fué atascando poco a poco la unión catarina-cadena; tensando en exceso esta última hasta provocar que la barra se doblara y la cadena trasera se botara de su lugar.

Se perfeccionó colocando una banda sin fin de hule que evita que el polvo se introduzca entre las catarinas y las cadenas (foto 22). Las principales dificultades para esto fueron: la adquisición de las catarinas así como su ajuste, el abastecimiento de lámina, la elaboración de los bujes, la manera en que se invirtió el sentido del movimiento en la tolva es particularmente interesante, ya que mientras los listones

removedores tienen un sentido de giro, el movimiento en la tolva se necesita a la inversa. Desde luego, el tiempo requerido para su construcción fué mucho más del calculado.

## EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MEZCLADORA.

### PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Una vez que se hicieron las pruebas con la máquina vacía para verificar su funcionamiento, las labores fueron encaminadas a conseguir y preparar los ingredientes necesarios para elaborar una mezcla y así comprobar la eficiencia de la máquina. Para esto fué necesario moler alfalfa, cebada, avena y olate de maíz en cantidades suficientes para poder hacer varias pruebas.

Mediante un sistema computarizado (Método de Programación Simple MPS) se elaboró el cálculo de una dieta con aproximadamente 16% de proteína y 2.8 Mcal/kg de energía digestible destinada a becerros en crecimiento. Con esta dieta se espera obtener una ganancia diaria de peso de 600 g (22).

Los ingredientes y cantidades que se utilizaron fueron los siguientes:

Ingrediente	kg	%
1.- Alfalfa	30	10.12
2.- Avena	101.4	34.23
3.- Sorgo	30	10.12
4.- Melaza	30	10.12
5.- Pavaza	45	15.19
6.- Soya	44.8	15.12
7.- Olate	15	5.06
	-----	-----
	296.2	99.96

Desafortunadamente, durante el desarrollo de esta primera prueba formal surgió un percance más en el que resultó averiado

el reductor de revoluciones, sin duda como consecuencia de la sobrecarga a la que fué sometido. Resultaron también dañadas una catarina y las cadenas. En éste primer intento se pretendía mezclar casi 300 kg en una sola carga ya que esta es la cantidad de material que puede caber en el tanque para su mezclado.

Esta descompostura retardó y complicó seriamente las pruebas para evaluar la máquina, pues fué necesario desarmar el reductor por completo para reparar la mayoría de sus cuñas; una resultó degollada por completo y las otras bastante maltratadas. Es importante mencionar entonces que una carga por encima de 150 kg puede dañar piezas elementales en ésta máquina debido a que el reductor de revoluciones procede de una depiladora para cerdos cuya capacidad máxima es de 150 kg.

Una vez corregida esta falla se elaboró la mezcla que se pretendía, solo que en esta ocasión, fraccionada en dos cargas; del pesaje de una de ellas resultaron 141 kg y de la otra 153 kg.

Se elaboraron dos pruebas más con la finalidad de estimar la velocidad con que puede mezclar, es decir, el tiempo que tarda en revolver homogéneamente los ingredientes usados, considerando únicamente sus diferentes colores y tonos.

Si consideramos que se dispone de los ingredientes en la forma que se requieren, es decir, molidos, son necesarios al menos diez minutos de mezclado, tomando el tiempo a partir de que

se vierte el último ingrediente. Sin embargo, cargar la máquina es algo lento debido a que hay que llevar los ingredientes a su parte superior y es conveniente vertirlos poco a poco; por otro lado, requiere aproximadamente de cinco minutos para descargarse. Se estima entonces que se requiere de alrededor de veinticinco minutos por carga (150 kg).

Tomando en cuenta esto, la máquina es capaz de elaborar 360 kg por hora, es decir aproximadamente 2'560 kg en una jornada de ocho horas, suponiendo que se cuenta con los ingredientes molidos. "El molido de los granos no aumenta su digestibilidad, pero cuando no se muelen y escapan a la masticación son excretados sin digerir. Por lo tanto, deben ser molidos en partículas de grano quebrado. La pulverización si afecta la digestibilidad, aumentando la velocidad de paso del alimento por el tubo digestivo. El picado de los forrajes tampoco aumenta su digestibilidad; pero si el picado es muy fino la digestibilidad disminuye por reducida permanencia en el tubo digestivo" (4). Sin embargo, el molido de los granos y el picado del forraje permite una mezcla mejor y al mismo tiempo mejora el consumo, pues de este modo se evita que a los animales a los que se les ofrecerá puedan seleccionar algún ingrediente en especial.

De éstas últimas pruebas se tomaron dos muestras para enviarse al laboratorio de Bromatología para su análisis proximal. Los principales inconvenientes para realizar estas pruebas fueron el proceso de molienda de los ingredientes que lo

requerian y desde luego, la descompostura y reparación de la transmisión.

## D I S C U S I O N

El éxito de cualquier tipo de producción animal que pretenda ser rentable económicamente depende en gran parte del costo de los insumos. De éstos insumos, la alimentación es sin duda el rubro más importante económicamente hablando. Partiendo de este concepto, en la medida en que se abata el costo de la alimentación, desde luego sin alterar la producción, debe incrementarse la rentabilidad del negocio.

Una alternativa para esto es el aprovechamiento máximo de los recursos disponibles, incluyendo subproductos agroindustriales, los cuales para su uso requieren por lo general de algunos procesos simples pero importantes como son el molido y el mezclado para darles una presentación agradable para los animales a los que se les ofrecerá, alcanzando en la medida de lo posible el correcto aprovechamiento de éstas materias al tiempo de ofrecer una ración adecuada y evitar el desperdicio, las carencias nutricionales y la posible toxicidad.

Puede suponerse entonces la importancia que tienen este tipo de máquinas en la producción animal. Sin embargo, la adquisición de maquinaria de manufactura transnacional cada vez está más lejos del alcance económico de los medianos y pequeños productores. Sin que pretenda ser la solución óptima del problema, sino, más bien una alternativa económica y viable, aquí se presentó aunque breve, la información de manera sencilla con

la intención de que pueda servir de guía a quien resulte interesado en éste aspecto.

## CONCLUSIONES

Fue posible la manufactura de una máquina mezcladora utilizando para su construcción en su mayoría, material y equipo en desuso de la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria de la F.E.S.C.

Esta máquina tiene capacidad para producir mezclas integrales o concentrados previamente calculados por algún método de balanceo de raciones, que no necesariamente debe ser computarizado. Puede elaborar cantidad suficiente para alimentar por ejemplo quince vacas lecheras de 600 kg de p.v. en cada carga; es decir, puede elaborar alimento suficiente para 100 vacas en cuatro horas, suponiendo que se cuenta con los ingredientes molidos y considerando que consumen alrededor del 2.4% de su peso (21).

Así mismo, se estima que cada carga de la máquina (150 kg) es suficiente para alimentar a 150 borregos de 50 kg o bien alrededor de 200 cabras de 40 kg (22). Se aclara que para este ejemplo han sido utilizados rumiantes debido principalmente a la importancia que tienen los forrajes en su alimentación y a que una vez molidos o picados, la máquina puede mezclarlos sin ningún problema, pero sobre todo, a que se contruyó pensando en la utilidad para la alimentación de estas especies.

## RECOMENDACIONES

De las pruebas que fueron realizadas, se pudieron obtener las siguientes recomendaciones:

- 1.- No sobrepasar de 150 kg por carga, o bien no sobrepasar de las tres cuartas partes del volumen del tanque, al realizar mezclas de densidad, dado el espacio indispensable que se requiere dentro para permitir que los ingredientes se mezclen y evitar que la máquina se atasque; sobre todo cuando la cantidad de forraje es importante en la mezcla.
- 2.- Deben mantenerse lubricadas las cadenas, pero sobre todo, los bujes de la tolva de descarga, principalmente si se trata de un trabajo continuo, de modo que es prudente aceitar cada cuatro o cinco cargas.
- 3.- La máquina no es eficiente para mezclar forrajes verdes enteros (alfalfa, avena, etc), ya que estos se enredan en los listones agitadores, provocando que el material solo gire en el eje, sin que haya una mezcla verdadera o puede atorarse con los bordes y producir un frenado momentáneo, por lo que no se recomienda para éste caso.
- 4.- Con respecto a la melaza, se recomienda que no alcance el 10% de la cantidad que se pretenda mezclar, ya que podría alcanzar una textura pastosa que dificultaría el funcionamiento, principalmente en la tolva de descarga.

5.- Es conveniente contar con todos los componentes de una mezcla molidos o picados en cantidad suficiente para evitar contratiempos.

ANEXO

FOTOGRAFÍAS Y ESQUEMAS

## FOTOGRAFÍAS

- 1.- Revolvedora tipo vertical.
- 2.- Modelo a escala, materiales empleados.
- 3.- Herramienta utilizada.
- 4.- Torno.
- 5.- Segueta metálica.
- 6.- Remolque estercolero.
- 7.- Restos del remolque para forraje (desecho).
- 8.- Remolque jaula (abandonado).
- 9.- Cadenas (desperdicio).
- 10.- Tanque de gas estacionario (desperdicio).
- 11.- Fragua (hechiza).
- 12.- Banco improvisado para facilitar el manejo del tubo eje.
- 13.- Tubo-eje (agitador) terminado.
- 14.- Montaje del reductor de r.p.m.
- 15.- Adaptación de llantas, catarinas, cadenas y toma de fuerza.
- 16.- Aplicación de pintura base.
- 17.- Mecanismo de compuerta.
- 18.- Mecanismo de compuerta copiado.
- 19.- A) primera y B) segunda tolva de descarga.
- 20.- Construcción de la segunda tolva de descarga.
- 21.- Adaptación de "acarreadores".

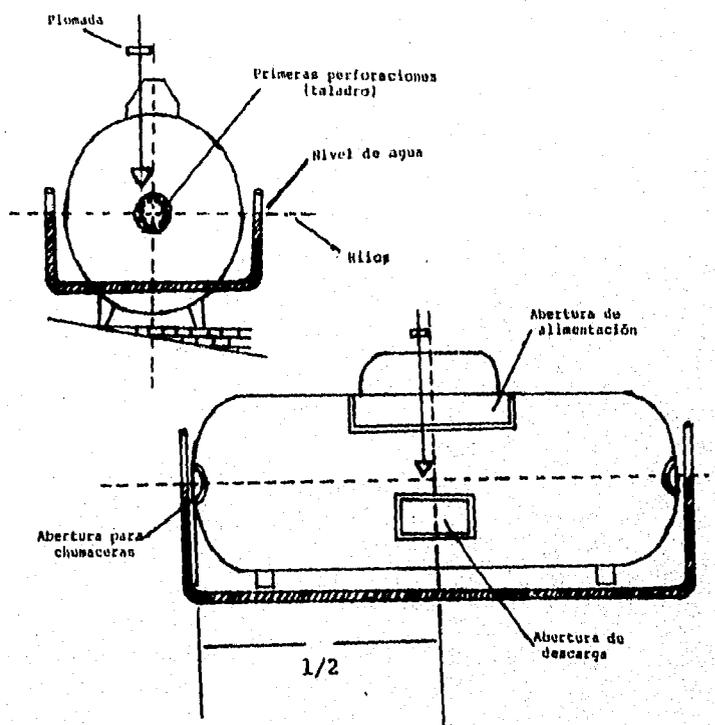
- 22.- Tolva de descarga perfeccionada.
- 23.- Primeras pruebas de funcionamiento (transmisión a la tolva de descarga).
- 24.- Comederos del ganado bovino F.E.S.C. campo 4.
- 25.- Primeras evaluaciones de la máquina.
- 26.- Revolvedora funcionando.
- 27.- Tractor, equipo del rancho.

FOTOGRAFÍAS

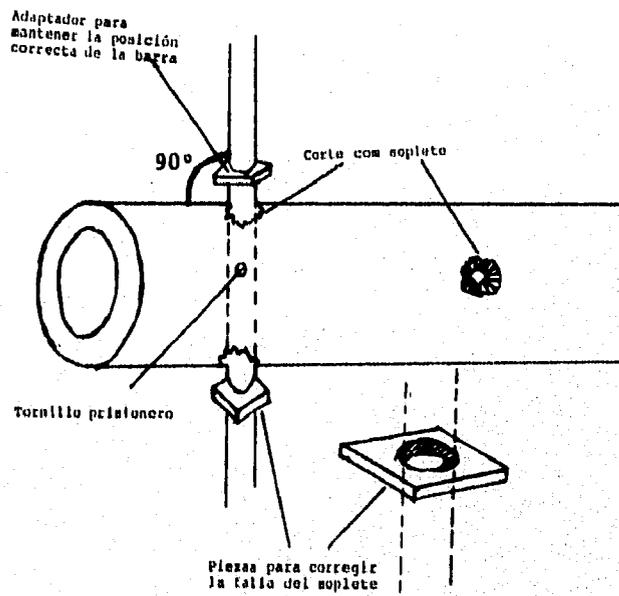


# ESQUEMA I

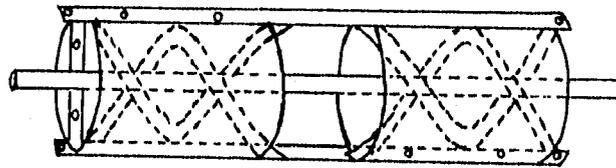
Nivelación



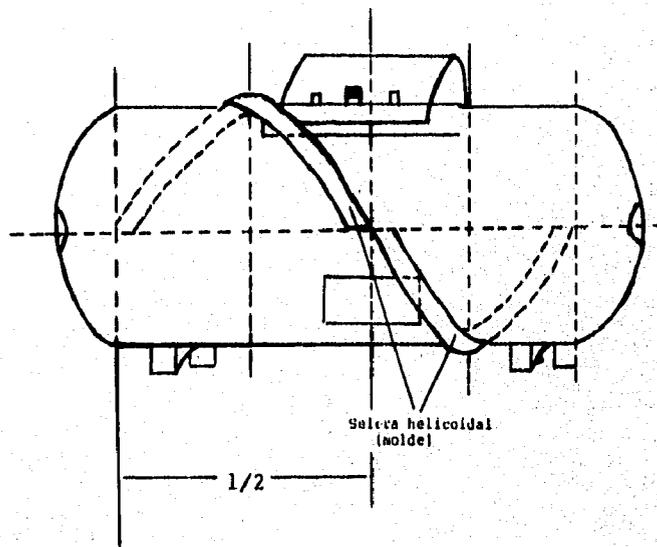
ESQUEMA II



ESQUEMA III

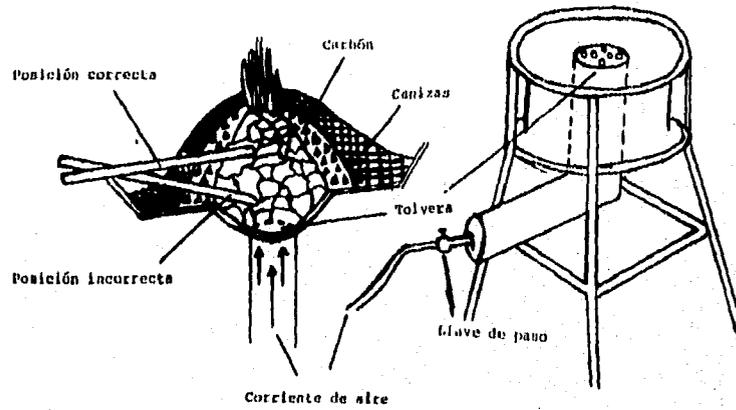


Nuevos trazos



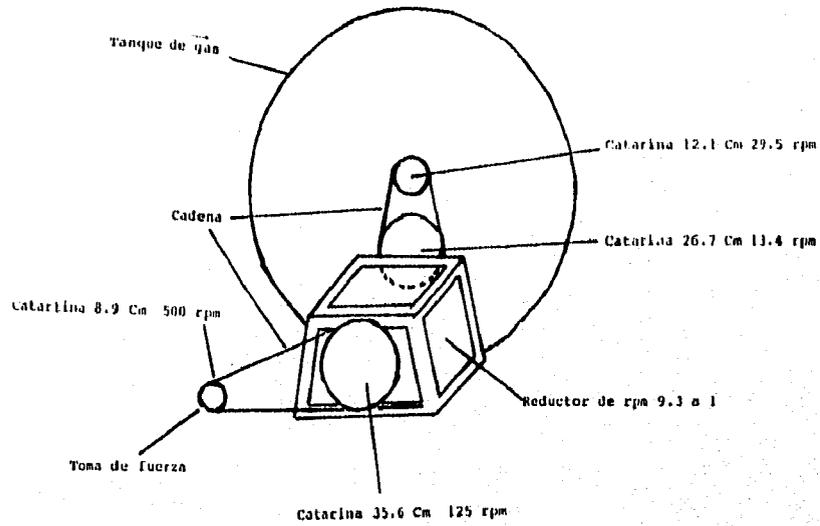
### ESQUEMA IV

Para calentar una barra en la fragua debe introducirse horizontalmente evitando llegar a la tolvera para que la corriente de aire no la quemé



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ESQUEMA V



Fórmula para calcular rpm

$$\frac{(\text{rpm polea motriz}) (\text{diámetro polea motriz})}{(\text{diámetro polea movida})} = \text{rpm polea movida}$$

a)  $\frac{(500 \text{ rpm}) (8.9 \text{ Cm})}{(35.6 \text{ Cm})} = 125 \text{ rpm}$

b)  $9.3 \frac{1}{1}$

b)  $9.3 \frac{1}{125} = 13.4 \text{ rpm}$

c)  $\frac{(13.4 \text{ rpm}) (26.7 \text{ Cm})}{(12.1 \text{ Cm})} = 29.5 \text{ rpm}$

## B I B L I O G R A F I A

- 01) Arista, P.E.; Baños, L.C. 1984. Manual de formulación de raciones para ganado. Centro Nacional de Investigaciones Hicópnicas A.C. México.
- 02) Bermejo, Z.A. 1992. Manual práctico del mecánico agrícola. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- 03) Cámara, C.R.; Corona, G.F. 1993. Efecto de la inclusión de proteína sobrepasante en la dieta de ovinos implantados. Tesis de Lic. M.V.Z. F.E.S.C.U.N.A.M.
- 04) Cupertino, A.M. 1982. Determinación del valor alimenticio de dietas a base de gallinaza y melaza en diferentes porcentajes de proteína y energía mediante una prueba de digestibilidad in vivo modificada en toros Holstein. Tesis de Lic. M.V.Z. F.E.S.C. U.N.A.M.
- 05) FAO. 1978. Producción y Sanidad Animal. Nutrición de los rumiantes. Artículos seleccionados de la Revista Mundial de Zootecnia.
- 06) García G. M.; Quintero, R. R.; López-Munguía, C. A. 1993. Biotecnología Alimentaria. 1ra. ed. Limusa. México, D.F.
- 07) García, S.J.M.; Palacios, Z.J.H.; Sánchez, R.E. 1993. Estudio agronómico y forrajero de arbustivas introducidas. Validación de productos homeopáticos para especies animales.

Consumo y evaluación de ganancias de peso diarias en un ciclo de engorda en ganado de raza Holstein con una dieta basada en rastrojo de maíz (zea mays) tratada con levadura (Saccharomyces cerevisiae). Informe de Servicio Social-Titulación. M.V.Z. F.E.S.C. U.N.A.M.

- 08) Huastlas, T. 1989. Cómo hacer una tesis. Edit. Grijalbo. México, D.F. 220 p.
- 09) Industrial Ferrretera Ecatepec, S.A. Tabla de pesos teóricos. México s.f.s.e.
- 10) Kibbe, R. 1987. Manual de máquinas y herramientas. Taurus, México, D.F.
- 11) Kozhynikov, S. 1981. Mecanismos: Descripción de más de 2000 mecanismos utilizados en la mayoría de las ramas de la industria. Gustavo Gill. Barcelona, España.
- 12) Maquinaria. Partes y Repuestos. 1987. Instructivo para el manejo y funcionamiento de máquinas herramientas: taladro, tornos, cepillos y fresadoras. Mexico.
- 13) Marzocca, A. 1985. En busca de tecnología para el pequeño agricultor. Costa Rica.
- 14) Montalbo, D.P. El trazador moderno. Sn Fco. California. 2da. ed.

- 15) Mosqueda, C.J.J. 1985. Engorda de toros Holstein en crecimiento confinados y alimentados con dietas que incluyen gallinaza, melaza e implantados con productos no hormonales. Tesis de Lic. M.V.Z. F.E.S.C. U.N.A.M.
- 16) Mosqueda, G.J. 1947. El compañero del mecánico (manual de problemas prácticos de mecánica), México, D.F.
- 17) Mungula, J.S. 1993-1994. La industria alimenticia animal en México. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación. Sección de Alimentos Balanceados para Animales. México.
- 18) Mungula, J.S.; Martínez, V.A. 1988-1989. La industria alimenticia animal en México. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación. Sección de Alimentos Balanceados para Animales. México.
- 19) Pérez, A.N. 1983. Cómo hacer mi Tesis. Edicol 2da. ed.
- 20) Ramírez, G.A.H. 1985. Recría de cabritos de reemplazo bajo desafío alimenticio en un sistema de producción intensivo. Tesis de Lic. M.V.Z. F.E.S.C. U.N.A.M.
- 21) Rodríguez, M.G. 1985. Revisión bibliográfica sobre el uso de la melaza en la alimentación del ganado bovino. Tesis de Lic. M.V.Z. F.E.S.C. U.N.A.M.

- 22) Rubio, A. V. J. 1987. Programa de alimentación integral para el hato de bovinos productores de leche de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán 1986. Tesis de Lic. M.V.Z. F.E.S.C. U.N.A.M.
- 23) Sánchez, N.S.H.; Silva, P.E. 1985. Manual de elaboración de alimentos balanceados para los animales de la Unidad de producción Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Tesis de Lic. M.V.Z. F.E.S.C. U.N.A.M.
- 24) Tablas de N.R.C.
- 25) T.F.Victor S.A. 1987. Manual de datos técnicos. México.
- 26) Téllez, K. L. 1994. La modernización del sector agropecuario y forestal. F.C.E.
- 27) Zubizarreta, G. A. F. 1969. La aventura del trabajo intelectual. Fondo Educativo Interamericano, S.A. México.