



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ciencias de la Electrónica

Innovación y Desarrollo de Comedero Porcino

Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica

PRESENTA:

Julio Angel Gómez González

DIRECTOR DE TESIS:

Mtro. Manuel Aparicio Razo

COASESOR:

Mtro. Juan Manuel Jiménez Rodríguez



Octubre 2019

Dedicatoria

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar a este punto tan importante de mi vida, por darme la fuerza para salir adelante en cada prueba gozando de salud para luchar por alcanzar mis metas y por su infinita bondad y amor.

A mis padres, por ser un pilar tanto en mi vida, como en mi formación académica, por su incondicional apoyo y sabios consejos, dando lo mejor de ellos. Gracias por estar siempre a mi lado y por todo lo que hacen por mí.

A mis abuelos que siempre fueron un gran ejemplo para mí, por su motivación y sus consejos que son una guía en mi vida.

A mi hermano Toño (QEPD) que desde donde está, me apoya y está conmigo, a mi hermano Víctor, por todo lo que compartimos y juntos hemos salido adelante.

Este logro es gracias a todos ustedes.

Agradecimientos

El desarrollo de este proyecto de Tesis de Licenciatura no hubiera sido posible sin el apoyo del Mtro. Manuel Aparicio Razo, de quien siempre estaré agradecido por creer en mi proyecto, el cual me apoyó y motivó para terminar satisfactoriamente.

Gracias por la confianza que me tuvieron y que me permitió desarrollar con mayor facilidad el tema, su guía y orientación fueron muy importantes para tener el camino claro de lo que deseo obtener.

Asimismo, quisiera agradecer a mi hermano Víctor Gómez y a mi padre Víctor Contreras, que con sus aportaciones se pudo hacer muchas mejoras al proyecto y llevar la investigación a algo tangible.

También agradezco al equipo de trabajo de "Dobladora el Trébol" por la disposición a los cambios y al desarrollo de un producto nuevo, saliendo de la producción cotidiana que se tenía y fue un giro diferente, lo cual aceptaron de buena forma, siguiendo con trabajo de calidad.

Por último, agradezco a la Facultad de Ciencias de la Electrónica y a todos los profesores que a lo largo de mis estudios me brindaron grandes enseñanzas y experiencias, lo que me permitió desarrollar competencias y aptitudes que con el paso del tiempo fui fortaleciendo. Gracias a todos los profesores que dejaron huella en mi vida, tanto personal, como profesional.

Siempre estaré muy orgulloso de formar parte de la FCE.

Resumen

Esta investigación se centra en el área de alimentación del ganado porcino. El objetivo de este trabajo se orienta a innovaciones en el cuidado y alimentación de animales para consumo humano.

Actualmente el estado de Puebla es una de las principales regiones de producción y crianza de ganado de carne para consumo. (Gobierno de México, 2017). Pero desafortunadamente no cumple con las condiciones de salubridad y métodos de alimentación. Específicamente la alimentación es mala y no se cuida la limpieza del alimento que consumen los cerdos, lo que provoca que los animales adquieran enfermedades. Además, se genera desperdicio de alimento y, por ende, pérdida de capital.

Por lo que es necesario realizar un proyecto que coadyuve a la mejora de las condiciones de alimentación y salubridad de los animales.

El punto de partida del presente trabajo es visitar y verificar los métodos de alimentación en las granjas para identificar sus necesidades.

Además de estudiar las normas oficiales que involucran al sector para tener una idea clara de las condiciones idóneas de producción y consumo de ganado. La finalidad de este estudio es generar un prototipo de comedero para los cerdos, que brinde, por un lado, las condiciones de seguridad, sanidad y eficiencia y por otro, evite desperdicio de alimento.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1 PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.2 OBJETIVO GENERAL	10
1.3 OBJETIVOS PARTICULARES	10
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.6 ALCANCES.....	14
CAPÍTULO 2 MARCO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE LA LÁMINA UTILIZADA EN COMEDEROS Y TIPO DE ALIMENTOS	15
2.1 MANUFACTURA EN LÁMINA.....	15
2.1.1 CORTE DE LÁMINA	16
2.1.2 DOBLEZ	18
2.1.3 MÉTODOS DE ENSAMBLE	20
2.2 CARACTERÍSTICAS ACERO INOXIDABLE 304	24
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LÁMINA NEGRA ROLADA EN FRIO.....	25
2.4 COMEDEROS PARA CERDOS EXISTENTES EN EL MERCADO INTERNACIONAL.....	26
2.5 COMEDEROS PARA CERDOS EXISTENTES EN EL MERCADO NACIONAL	27
2.6 TIPOS DE ALIMENTO PARA CERDOS Y SUS CARACTERÍSTICAS	29
2.7 NORMAS Y LINEAMIENTOS	32
CAPÍTULO 3 DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COMEDERO PARA CERDOS	36
3.1 ESTUDIO DE CAMPO	36
3.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE COMEDERO	38
3.3 MANUFACTURA DEL PROTOTIPO DEL COMEDERO.....	43
CAPÍTULO 4 RESULTADOS DE MANUFACTURA E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL COMEDERO	46
IMPLEMENTACIÓN	49
CONCLUSIONES GENERALES	51
ANEXOS	52
• DIAGRAMA DE PROCESO GENERAL	52
• ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO (FEA)	53
• EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DEL MATERIAL.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	59

Introducción

El presente proyecto estudia la problemática de los métodos de alimentación en el sector porcino enfocado principalmente a los cerdos. Esta investigación tiene el fin de realizar comederos para cerdos con el propósito de mejorar las condiciones de salubridad y calidad en el alimento de los animales.

Para desarrollar este fin se llevó a cabo un estudio de campo, visitando algunas granjas productoras dedicadas a la crianza de los cerdos en el Estado de Puebla, para así poder observar los aspectos que afectan la correcta alimentación, así como los déficits que presentan en sus corrales.

Igualmente se tuvo algunas reuniones con los veterinarios encargados del cuidado de los animales en la granja para tener conocimiento de los requerimientos necesarios de los comederos. La finalidad es realizar un producto amigable y viable para alimentar a los cerdos.

La información obtenida permite una visión para el desarrollo de un producto nacional, ya que los veterinarios mencionaron que existen productos utilizados en grandes granjas que son de exportación, por ello, es complicado adquirir un comedero, ya que les presenta una inversión mayor.

Por ello es importante desarrollar un comedero que no afecte el bienestar de los animales, cumpla con los estándares básicos de funcionamiento, cuya manufactura utilice materiales de calidad que no dañe la salud de los animales y que además tenga un costo accesible. Para ello es importante tomar en cuenta las normas y lineamientos existentes en los productos manejados con animales, como el material utilizado, las medidas estándar, entre otros puntos de importancia.

De esta manera, el diseño debe tomar en cuenta las normativas, necesidades y productos existentes en el mercado y para el diseño del producto, se empleará el Software "SOLIDWORKS".

La manufactura del prototipo será realizada por la empresa “Dobladora y Carrocerías el Trebol”, ubicada en la localidad de Acatzingo, Puebla, indicando el material a utilizar, así como las piezas que formarán parte del producto, también se llevara a cabo el pintado del comedero para poder realizar pruebas de funcionamiento en la granja y observar las mejoras obtenidas con dicho producto.

Este proyecto de Tesis busca implementar un nuevo producto en la empresa “Dobladora el Trébol”, ya que el trabajo realizado durante años de doblez y corte de lámina, al igual que la manufactura de carrocerías, plataformas, cajas secas, ya ha sido saturado por gran parte de los habitantes de la localidad de Acatzingo, Puebla.

Para llevar a cabo todo este proceso, el trabajo de investigación se ha organizado de la manera siguiente.

En el capítulo uno, se presenta el objeto de estudio del trabajo, el planteamiento del problema, el objetivo general y objetivos particulares, la delimitación del estudio y la justificación.

En el capítulo dos, incluye el marco conceptual del método de manufactura a emplear, así como normas que se deben tomar en cuenta para el diseño del producto.

El capítulo tres se expone la investigación de campo que comprende: la visita a algunas granjas y observar el método de crianza, las entrevistas con los veterinarios para tomar en cuenta su punto de vista, lo que permitirá llevar a cabo el análisis de la investigación que conlleve al inicio del diseño del producto.

En el capítulo cuatro se expone la creación del prototipo sustentado en la investigación realizada.

Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

Capítulo 1 Propósito de la investigación

En este apartado se expone los aspectos preliminares de la investigación que comprende: el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, los alcances y limitaciones del proyecto de comederos.

1.1 Planteamiento del Problema

El Estado de Puebla se encuentra en el tercer lugar de producción de carne porcina en México con 163 mil 396 toneladas, (Gobierno de México, 2017) producción importante para el desarrollo de nuestro país que obliga a realizar una innovación y desarrollo sobre este rubro, ya que promover algunos productos permitiría obtener mejor cuidado y alimentación de los animales, teniendo como resultado mayor aprovechamiento de su carne.

La producción porcina ha experimentado un rápido desarrollo ya que la demanda de productos ganaderos ha aumentado considerablemente, lo que representa una oportunidad para incurrir en el mercado agropecuario desarrollando un producto de calidad, correcto funcionamiento y que contribuya a disminuir el desperdicio de alimentación.

Esto debido a que la gran mayoría de personas que trabajan en la crianza de cerdos son pequeños productores y no tienen acceso a nuevas tecnologías.

Lamentablemente las granjas de los pequeños y medianos productores en nuestro país se encuentran en situaciones deplorables, esto debido a que ciertos productos que ayudan a la alimentación de los animales son de altos costos, las grandes granjas son las únicas que tienen la posibilidad de adquirir tecnologías de importación.

1.2 Objetivo General

Diseñar y manufacturar un prototipo de comedero para cerdos que coadyuve a mejorar la sanidad, forma de alimentación y crianza de cerdos, al tiempo de evitar el desperdicio de alimento y ofrecer un producto a mejor costo.

1.3 Objetivos Particulares

- Describir el proceso de manufactura de la lámina para el diseño de comedero e investigar los productos existentes en el mercado nacional e internacional.
- Analizar los métodos de alimentación más adecuados en las granjas porcinas.
- Seleccionar el material mas adecuado para la manufactura del comedero.
- Diseñar el comedero de forma virtual (CAD) para crear un prototipo que cumpla con los estándares de calidad para ser utilizado en granjas porcinas.
- Implementar el comedero In situ para verificar su función y manejo en la granja.

1.4 Justificación

Los equipos de alimentación de animales hoy en día son fabricados principalmente por países como Estados Unidos, Alemania, Japón, entre otros. Estos equipos regularmente son exportados y con un alto costo, lo que ocasiona que no estén al alcance de la mayoría de los pequeños productores. (Productos existentes en el Mercado Internacional, Pág. 30)

México es considerado uno de los principales productores de carne porcina en el mundo (FIRA, 2016), lo que lo convierte en un mercado atractivo para el desarrollo de nuevos sistemas para alimentación de los cerdos para aplicar tecnología nacional.

La industria cárnica en México implementa actualmente tres modos de producción porcina:

- El **Sistema tecnificado** en la porcicultura es aquel que implementa avances tecnológicos, de manejo, nutrición, sanitarios y genéticos. En el cual se maneja un control estricto desde el personal en medidas sanitarias, la automatización en alimentación ya que consiste en dietas balanceadas, tipo de instalaciones hasta un control en software de los animales (edades, tiempos de gestación, enfermedades, entre otros puntos importantes).
- **Sistema semitecnificado**, que trata de implementar condiciones del Sistema tecnificado, pero con recursos económicos limitados para poder llevarlo a la práctica, teniendo muchas variables no controladas en la reproducción, el cuidado, la sanidad, etc. Las líneas genéticas implementadas en esta práctica no suelen tener la misma calidad, al igual que su alimentación no suele ser la

adecuada ya que, en este caso, se realiza de forma manual o semiautomatizada.

- **Sistema a pequeña escala** (artesanal, rural o de traspatio) su clasificación se lleva a cabo mediante el número de cabezas de ganado que se tienen, sus límites se enmarcan desde 1 a 50 reproductoras, otra manera de enlistar en esta selección es que cuenten con un máximo de 192 animales.

Esta crianza es realizada en traspatio, en condiciones rurales y llevando el cuidado directamente por la familia, alimentando a los cerdos con sobrantes de comida y no teniendo un correcto control en su reproducción y cuidado de sus animales, esto debido a la falta de acceso a tecnologías adecuadas.

En la actualidad la porcicultura a pequeña escala, también conocida como artesanal, familiar o de traspatio en territorio nacional abarca 28% a 30% de la producción de carne. (Montero López, y otros, 2015).

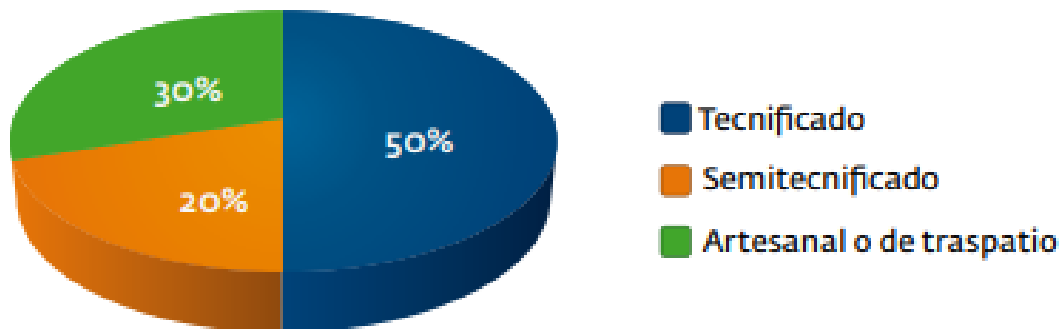


Figura 1, Porcentajes de tipos de producción porcina.

Fuente: (Montero López, y otros, 2015).

De aquí la importancia del diseño del comedero que se propone en este trabajo, ya que permitirá adaptarse a diferentes tipos de animales de granja y domésticos, como lo son: cerdos, chivos, becerros, gatos, perros. Buscando su implementación en pequeñas y medianas granjas del Estado

de Puebla, pensando en expandir el uso del comedero, gracias a que el prototipo se podrá escalar o dimensionar según las necesidades de cada especie sin olvidar los requerimientos de alimentación y costos.

1.6 Alcances

Este trabajo tiene el alcance de crear un prototipo de sistema de alimentación para cerdos que será un parte aguas en innovación en el sector agropecuario, ya que esta área a nivel regional no cuenta con industrias dedicadas a su manufactura.

Por lo que se pretende realizar un producto que beneficie a los medianos y pequeños productores del Estado de Puebla, logrando mejoras en los métodos de alimentación, higiene y salud, reducción de desperdicio y contaminación del alimento.

Este trabajo tiene los siguientes entregables:

- ✓ Diseño y prototipo en Software CAD.
- ✓ Proceso de fabricación del prototipo.
- ✓ Prototipo del comedero e implementación.

Es importante mencionar que el prototipo será con un material alternativo (lamina negra) y de bajo costo para evaluar su funcionamiento en las granjas. La idea a futuro de este proyecto es elaborar los comederos usando materiales de grado alimenticio como es el acero inoxidable.

Capítulo 2 Marco Conceptual Del Proceso de Manufactura de la Lámina utilizada en Comederos y Tipo de Alimentos

En esta sección se conceptualizan los procesos de manufactura que llevaran a la creación física del prototipo del comedero, investigando los productos existentes para la alimentación de los cerdos y las normativas para su diseño (ver esquema 3, en la parte de anexos).

2.1 Manufactura en Lámina

La manufactura en lámina tiene un amplio catálogo de procesos a los cuales puede ser sometida, dependiendo de las necesidades a cubrir para poder obtener la pieza deseada, el formado es todo aquel proceso en el cual se busca generar forma al metal, esto ocurre al aplicar un esfuerzo mayor que la resistencia que presenta el material, teniendo como resultado una deformación unitaria plástica, es decir una deformación permanente del material. El formado se caracterizan por utilizar materiales en diferentes condiciones, pueden presentarse en láminas, tiras o rollos.

El prensado es el término asignado a las operaciones en láminas metálicas, ya que las máquinas utilizadas en estos procesos son prensas, algunas operaciones son: corte, doblado y embutido. Este trabajo se ejecuta en frío y se utiliza un juego de herramientas llamadas: punzón, dados, o troquel. Un proceso incluye características esenciales y cada una de ellas tiene un papel que desempeñar para lograr el correcto funcionamiento y se divide en los siguientes elementos:

1) **Corte:**

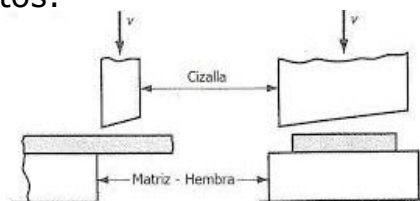


Figura 2, Corte con Cizalla

Fuente: (FIUBA, 2013).

2) Dobleza:

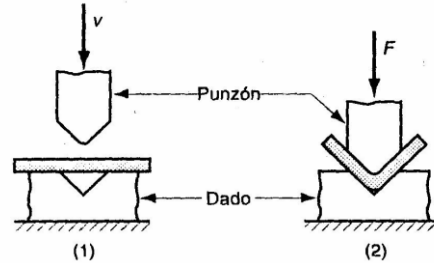


Figura 3, Doblado
Fuente: (FIUBA, 2013).

3) Ensamble:

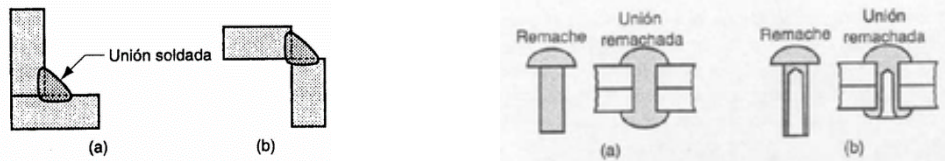


Figura 4, Ensamble por medio de Soldadura o Remache, Fuente: (Juan, 2013).

Cada uno de los procesos se describe en los siguientes apartados.

2.1.1 Corte de Lámina

Operación de fractura controlada, la cual consiste en disminuir la lámina a un menor tamaño, lo cual implica someter el material a un esfuerzo superior a su resistencia límite, entre dos bordes cortantes. La calidad del corte depende principalmente de la separación que existe entre las cuchillas y lo afiladas que se encuentren.

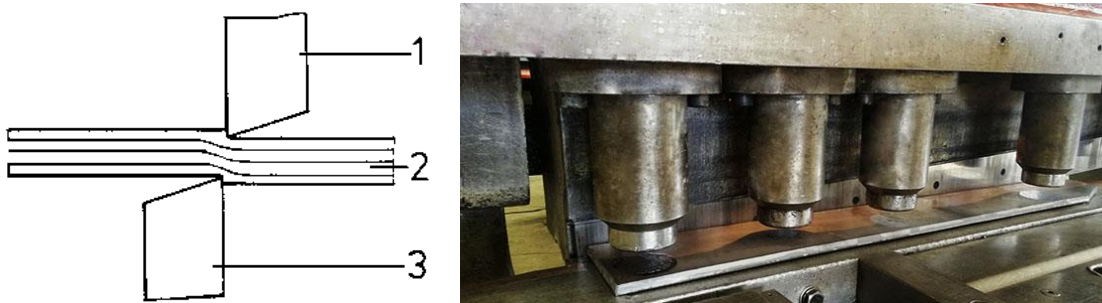


Figura 5, Corte de Cizalla, Fuente: (FIUBA, 2013).

El proceso de corte se realiza de forma rápida ya que es una operación que se lleva a cabo en cuestión de segundos, existen diferentes formas de realizar el corte, pero depende mucho del uso que se le dé al material requerido, de igual manera existen diferentes máquinas que se utilizan para el proceso de corte.



Figura 6, Cizalla de Pedal, Cizalla Manual, Fuente: (Bermudez, 2016).

La industria de la transformación de lámina ha tenido algunos avances para los cortes más precisos y automatizados, como lo son el corte con láser, el corte con plasma y corte con chorro de agua (ver figura 7), con estos métodos se deben tomar en cuenta algunos puntos importantes como lo es el espesor de la lámina, la precisión del corte y el costo.



Figura 7, Tipos de Cortes de Lámina, a) Laser, b) Plasma, c) Chorro de Agua Fuente: (Google, s.f.).

Estas nuevas herramientas nos permiten realizar cortes especiales, teniendo formas que con las cizallas no se podrían realizar, sería para realizar trabajos específicos.

2.1.2 Doble

El doblado es la deformación permanente de la lámina en un determinado ángulo, éstos se pueden clasificar como abiertos (mayores a 90°), cerrados (menores a 90°) o rectos, en esta acción el material se somete a esfuerzos tanto de tensión como de compresión, los cuales no realizan un cambio en el espesor del material.

En máquinas de cortina se efectúa el doblado entre formas, la lámina es deformada entre un punzón o dado en forma de V (figura 8) u otras formas existentes, todo esto depende de la geometría que se requiere al realizar el doblado.

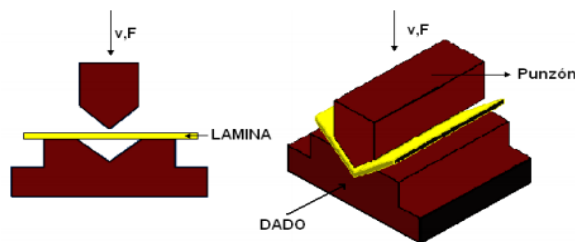


Figura 8, Doblado en V
Fuente: (FIUBA, 2013).

El principio básico de la máquina se basa en el impacto, la versatilidad de ésta varía en función del tamaño de la lámina a trabajar, así como del espesor, actualmente existe una gran variedad de modelos, los cuales se diferencian de acuerdo con el mecanismo empleado.

La elección de la máquina depende mucho de la aplicación, la exactitud, la repetibilidad y capacidad de producción, también tomando en cuenta tipos de materiales más comunes a utilizar, para tomar en cuenta la capacidad de doblado y largo necesario.

Algunos tipos de dobladoras son las siguientes:

A. **Dobladora Manual:** Se realiza con una máquina simple, de tamaño pequeño, la más grande es de 12 pies de largo (figura 9), la cual sirve para realizar dobleces en lámina negra calibre 18, se encontró información de una dobladora de 10 pies de largo con capacidad para realizar dobleces en lámina negra calibre 14 y lámina de acero inoxidable en calibre 20.



Figura 9, Dobladora Manual
Fuente: (Láminas y Aceros de Yucatán, 2015).

Algunas pueden tenerse en una mesa debido al tipo de trabajo realizado u otras que van fijas al piso ya que utilizan contrapesos para poder realizar el doblado, el uso se limita de acuerdo con especificaciones del proveedor.

B. **Dobladora Mecánica:** Dicha máquina cuenta con un volante de inercia, la cual genera la energía para poder subir y bajar la cortina, un dispositivo mecánico conecta el volante de inercia con el pedal para realizar la acción mencionada anteriormente (figura 10).



Figura 10, Dobladora Mecánica
Fuente: (Google, s.f.).

C. **Dobladora Hidráulica:** Es una máquina de las más modernas y con mayor fuerza, la cual es generada mediante una bomba hidráulica y cilindros hidráulicos, dando como resultados: exactitud, velocidad y eficiencia (figura 11). Este tipo de dobladora ya es accionada por Control Numérico, lo cual tiene un mejor control al realizar el pison de la lámina.



Figura 11, Dobladora Hidráulica
Fuente: (Espacio MArketing, 2019).

2.1.3 Métodos de Ensamble

El ensamble se refiere a que un producto terminado y formado por cierto número de piezas las cuales se juntan y/o se unen por diferentes métodos, ya sea en forma permanente o semipermanente, puede constar de varias combinaciones que dan como resultado un producto. Como en la fabricación de maquinaria, de herramientas, de algún mueble o productos.

Existen diferentes métodos de ensamble, estos pueden ser manuales o mecánicos. En el método manual es donde la mano del hombre es parte del ensamblado y en el mecánico se involucra una máquina, la cual puede ser de propósito especial o sistema programable.

En el método de ensamble “No Permanentes” se busca asegurar dos o más partes en una unión, la cual puede ser desarmada cuando convenga, en este método se utilizan sujetadores roscados, como lo son tornillos, tuercas y pernos, se utilizan comúnmente para facilitar la manufactura, el ensamble con menores costos. El proceso de ensamble se describe en el diagrama 1.

CLASIFICACIÓN DE ENSAMBLE

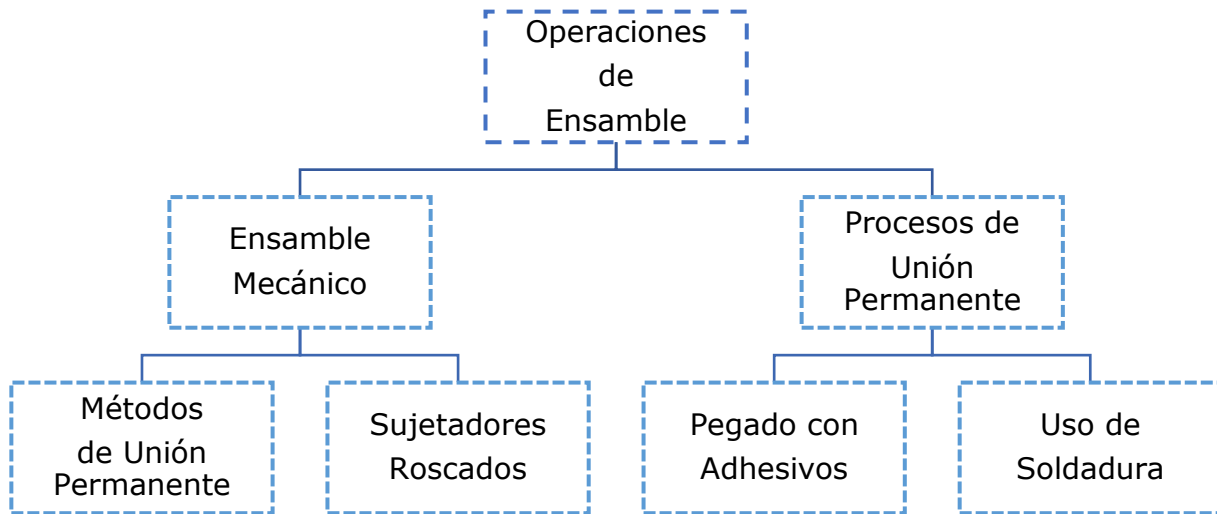


Diagrama 1, Clasificación de Ensamblajes, Fuente: Elaborado por el autor con base en (Juan, 2013).

La técnica de ensamble “Semipermanente” permite uniones con más duración, ya que en esta se espera que no sea desmontada, pero existe la posibilidad de poder remover cierta pieza, entre estos se encuentran los remaches (figura 12), ya que esta sujeción permite alta velocidad de producción, simplicidad y bajo costo.



Figura 12, Tornillos, Tuercas, Pernos
Fuente: (Google, s.f.).

El remache (figura 13) es una punta con cabeza y sin rosca, el cual se usa para unir dos o más partes, la cual pasa a través de un orificio que se encuentra en las partes a unir, que al ejercerle presión crea una segunda cabeza para fijar las piezas.

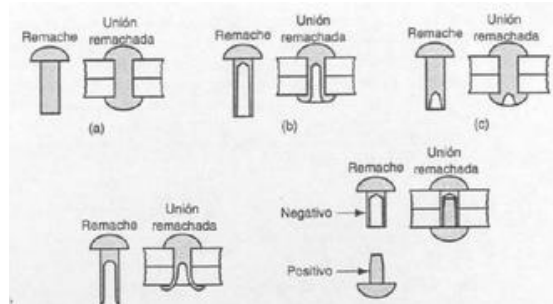


Figura 13, Remaches
Fuente: (Juan, 2013).

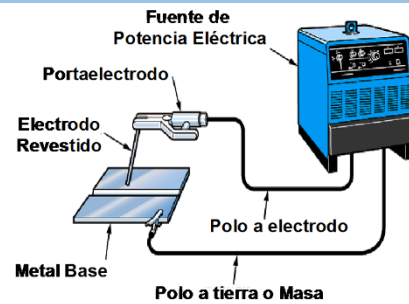
En cuanto al método de ensamble “Permanente”, este es realizado mediante el uso de soldadura, de la cual existe una gran variedad permitiendo un resultado de mayor dureza en el área soldada ya que en el proceso se funden las superficies de contacto mediante la aplicación de calor o presión.

Existen muchos métodos de soldadura, todo depende del propósito que se desea conseguir, la mayoría utiliza calor extremo para que se derritan los materiales y conseguir su unión, entre las más conocidas y utilizadas se encuentra la soldadura por arco. Este tipo de soldadura llamada así debido a que se genera un arco voltaico entre el metal que se está soldando y el electrodo a soldar.

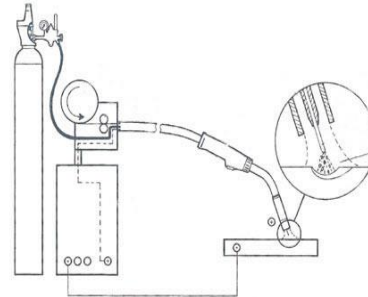
Los diferentes tipos de soldadura se describen en la tabla 1.

Tipos de Soldadura de Arco

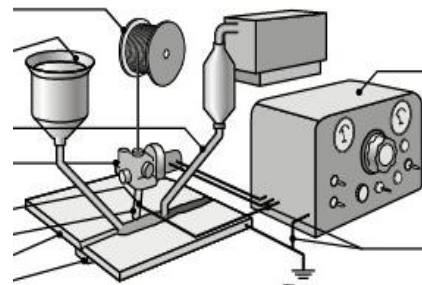
Por Arco Eléctrico: este se inicia cuando el electrodo se acerca a la pieza de trabajo, conforme se va moviendo a lo largo de la unión, el metal fundido se solidifica.



Soldadura MIG: utiliza un electrodo hueco con el fundente en el interior, teniendo una combinación de electrodo con fundente y gas protector.



Soldadura de Arco Sumergida: utiliza un electrodo metálico continuo y desnudo, el arco se produce entre el alambre y la pieza, sumergido bajo una capa de fundente granulado.



Soldadura de Resistencia o de Punto: mediante corriente eléctrica entre dos piezas de metal, la cual va a derretir una sección de ambas piezas consiguiendo unirlos.



Tabla 1, Tipos de Soldadura

Fuente: elaborada por el autor con base en (Boletín AreaTecnología, s.f.).

Como parte del proceso de manufactura, es importante conocer las características de los materiales como el acero inoxidable y la lámina negra.

2.2 Características Acero Inoxidable 304

Se realiza una búsqueda bibliográfica del Acero Inoxidable 304, ya que esta es la materia prima ocupada por la mayoría de las empresas dedicadas a la manufactura de comederos para cerdos, tomando este dato de la lista de los productos existentes en el mercado de comederos (Comederos para cerdos existentes en el mercado nacional e internacional, de Pág. 26 a 29).

Las características que especifican las empresas dedicadas a la creación de comederos hacen referencia al Acero Inoxidable 304, pero sin indicar un calibre exacto del cual ocupan en su producto, a continuación, se enlistan puntos característicos de este material.

Esta aleación representa una excelente combinación de resistencia a la corrosión en una amplia variedad de condiciones de oxidación y facilidad de fabricación, una de las presentaciones comerciales es en lámina, sus aplicaciones más comunes son en equipo químico y tuberías, utensilios de manipulación de lácteos y alimentos, recipientes y componentes criogénicos. El acero inoxidable 304 representado en la figura 14, muestra corrosión a ambientes que presentan altos niveles salinos.



Figura 14, Lámina Acero Inoxidable 304
Fuente: (Láminas y Aceros de Yucatán, 2015).

El material anteriormente mencionado se implementa en la gran mayoría de productos investigados, tras la búsqueda bibliográfica del Acero Inoxidable 304 y solicitar una cotización, se pudo ver que tiene un alto costo.

2.2.1 Características de Lámina Negra Rolada en Frio.

Las láminas negras son hojas lisas fabricadas a partir de hierro, se conocen de esta manera debido a su coloración opaca u oscura, para la obtención de este tipo de lámina se somete el laminado a un proceso, donde se obtiene una reducción de su espesor, obteniendo una mayor aptitud al conformado y un mejor espesor superficial (ver figura 15).



Figura 15, Lámina Negra
Fuente: (Ternium, 2019).

Esto permite una amplia gama de aplicaciones tanto para artículos o piezas expuestas o no expuestas como lo pueden ser piezas de artículos de línea blanca, ductos, recipientes, partes para la industria automotriz, entre otros. La lámina negra calibre 14 ofrece buena maleabilidad para poder obtener la forma que se requiere en las piezas del prototipo, pero sin afectar en la dureza del material, teniendo un costo menor al del Acero Inoxidable 304.

Al tener una visión clara de lo que se desea obtener, lo siguiente es realizar una investigación del producto que existe en el mercado internacional, tomando en cuenta lo utilizado en países que ocupan los primeros lugares en producción de cárnicos porcinos, como lo son China, Estados Unidos, Brasil, etc.

2.3 Comederos para Cerdos existentes en el Mercado Internacional

En la investigación se encontraron algunas empresas que se dedican a la manufactura de comederos, como lo son: ACO FUNKI A/S, HOG SLAT, STOCK YARD, por mencionar algunas de las páginas visitadas en la investigación, también mencionar empresa nacional como lo es: IPASA, tomando en cuenta que los modelos de sus productos son muy parecidos entre sí, cambiando materiales, poco el diseño y pequeñas variables como regulador de salida de alimento.

Se muestran en la figura 16 a 18 una serie de imágenes de los productos ofrecidos por las empresas mencionadas anteriormente, se describen características con especificaciones que enmarcan los vendedores y así poder observar las pequeñas variables.



HOG SLAT – Línea Platinum Serie 3000

- Acero Inoxidable 304, con regulador de salida de alimento
- 91 cm de altura
- Modelos de 1 o 2 caras, con 1 a 6 espacios
- Para cerdos de 13 kilos a 140 kilos
- Capacidad de 172 kilos a 346 kilos

Figura 16, HOG SLAT
Fuente: (Hog Slat, 2019).

ACO FUNKI – Box Feeder B-1050

- Acero Inoxidable 304, con regulador de salida de alimento
- 99 cm de altura
- Modelos de 1 o 2 caras
- Para 20 a 100 cerdos
- Capacidad de 30 kilos a 125 kilos

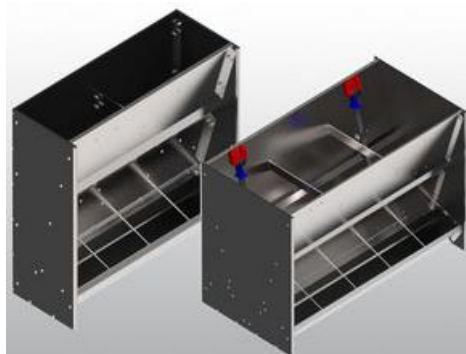


Figura 17, ACO FUNKI
Fuente: (ACO FUNKI A/S, 2019).



STOCK YARD INDUSTRIES– Multi Max SST

- Acero Inoxidable, con regulador de salida de alimento
- 77 cm de altura, 127 cm largo
- Modelos de 1 o 2 caras

Figura 18, STOK YARD

Fuente: (Stock Yard Industries, 2019).

Al comparar lo ofrecido por vendedores de este producto de uso para cerdos, se puede ver que las empresas ocupan como material lámina Galvanizada en diferentes calibres, ya que esto puede reducir el costo de la materia prima, otro punto es que en medidas son similares, teniendo muy poca diferencia en este punto, la capacidad de almacenamiento depende un poco del diseño del comedero al igual del ancho y alto que manejan en su contenedor.

En la revisión de las imágenes que proporcionan los vendedores sobre sus productos, se puede notar que algunos productos son armados con tornillos, algunos otros implementan productos de plástico, esto resaltando el costo que se tiene debido al material ocupado y también tomando en cuenta que son productos de exportación.

2.4 Comederos para Cerdos existentes en el Mercado Nacional

La investigación se extiende de igual manera al territorio nacional, sobre alguna empresa que se dedique a la comercialización de productos para alimentación de porcinos.

Y se obtuvieron los siguientes resultados:

- INDIV México es una empresa transnacional, tiene presencia en México en ventas y cuenta con almacenes y bodegas en Morelos y Querétaro, esta empresa Importa sus productos, por lo cual no tiene manufactura en México.
- ProAgro, empresa de Manufactura mexicana, se encuentra en Tepatitlán, Jalisco.
- IPASA, empresa mexicana, ubicada en La Piedad, Michoacán.

Existen también pequeños productores, que realizan el armado de comederos que son producidos en talleres o herrerías, estos no cuentan con una publicidad muy grande como las empresas, pero son comprados por pequeños productores ya que ofrecen precios mucho más bajos.

A continuación, se presentan los productos más parecidos, para poder realizar la comparación entre estos.



INDIV – Tolva Polietileno Fm3D

- Polietileno
- 90 cm largo, 40 cm ancho y 100 cm alto
- Modelos de 1 o 2 caras, de 2 y 3 bocas.
- Para 74 cerdos
- Capacidad de 153 kilos

Figura 19, INDIV
Fuente: (INDIV, 2019).

ProAgro – Engorda 5 Bocas Doble

- Acero Inoxidable calibre 18, con regulador de salida de alimento
- Modelos de 1 o 2 caras
- Para 50 cerdos
- Falta información de Capacidad y Medidas.



Figura 20, ProAgro
Fuente: (ProvAgro, 2019).



IPASA – Engorda 5 Bocas Doble

- Chapa de Acero Inoxidable 304, con regulador de salida de alimento
- 63 cm ancho, 79 cm de altura, 127 cm largo
- Modelos de 1 o 2 caras
- Capacidad de 185 kilos.

Figura 21, IPASA
Fuente: (IPASA, 2019).

A manera de conclusión de este apartado podemos decir que, para los productos comercializados en México, se encontró que una empresa de las tres revisadas importa los productos, con esto se puede deducir que el costo de sus productos sea mayor a los manufacturados en México, también se resalta que esta empresa utiliza polietileno como materia prima.

2.6 Tipos de alimento para Cerdos y sus Características

La alimentación se debe establecer como una prioridad, ya que equivale al 65% de la producción, (García-Contreras AC, 2012) no solo una dieta balanceada y bien establecida garantiza su mayor aportación, sino que también la manera de conservar y suministrar el alimento a los animales tiene su contribución, asumiendo que existe una gran variedad de productos (comederos y bebederos).

La genética de los cerdos también ha tenido cierta evolución, lo cual debe ser tomado en cuenta en su alimentación mejorando en la calidad ofreciendo nuevos ingredientes y debido a esto, los requerimientos nutricionales han tenido una modificación.

Algunos de los organismos dedicados a la nutrición y alimentación porcina como National Research Council (NRC, 1998), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 1984), Fundación Española para el Desarrollo

de la Nutrición Animal (FEDNA, 2006) y el National Swine Nutrition Guide (NSNG, 2010), los cuales, en sus investigaciones al realizar el balanceo de la dieta, consideran un margen de seguridad a los nutrientes elegidos. (García-Contreras AC, 2012).

En la tabla 2 se describen algunos aspectos más importantes en el alimento:

Características		Consideraciones	Desventajas
Forma física	Pellet	Mejora conversión alimenticia, disminución de desperdicio, aumenta digestibilidad, control de polvo.	Costo, pérdida de vitaminas, quelatación de minerales, distinto tamaño de pellet.
Forma física	Harina	Económico, uso en todas las etapas, no hay riesgo de afectación por temperatura.	Baja fluidez en comederos, tolvas. Mayor contaminación, y pérdidas por desperdicio.
Almacenamiento	Sacos Tolvas	Evita contaminación por roedores, pájaros, perros. Menor oxidación, rancidez.	Inversión, mayor espacio, instalaciones y equipo.

Tabla 2, Aspectos Importantes en el Alimento

Fuente: elaborada por el autor con base en (García Contreras, Palomo Yagüe, & Gonzalez Guevara, 2012).

La sanidad del alimento y el evitar la contaminación de este, depende de gran manera de las instalaciones, el equipo de almacenamiento y los suministros de alimento (Comederos y tolvas), los cuales deben ser fáciles de limpiar, desinfectar y de una duración prolongada.

Un sistema adecuado de alimentación implica: el tipo de alimento, y la forma o sistema de suministro (tipos de comederos), ya que influyen notablemente en mejorar la eficiencia alimenticia y en el coste de la alimentación. (García-Contreras AC, 2012)

Asimismo, existen diferentes diseños de comederos, los más comunes son: para sistemas de alimentación tradicional o alimentación seca de flujo continuo por gravedad, comederos para alimentación combinada húmeda y seca; y comederos de tolva con medición de suministro.

Los comederos deben ofrecer el espacio suficiente para que los animales consuman con facilidad y comodidad el alimento suministrado y este no sea indisponible o desperdiciado.

Los comederos para cerdos hasta 25 kg de peso vivo deben contar con espacios para el alimento de 17.8 - 20.3 cm de ancho, la bandeja de alimentación de 12.7 - 15.24 cm de profundidad con un borde frontal de 7.62 - 10.1 cm. Para cerdos en etapa de crecimiento y finalización, el espacio del comedero debe ser de 30.48 - 33.02 cm de ancho, con una profundidad de 25.4 - 30.48 cm y un borde de 10.16 - 15.24 cm (cerdos hasta 120 kg) (García-Contreras AC, 2012).

El abastecimiento de alimento y agua es fundamental, por lo que, el diseño y manejo adecuado de estos suministradores (comederos y bebederos) no deben permitir desperdicios, evitar posibles problemas sanitarios, su durabilidad y coste, capacidad de almacenaje, flujo y el sistema de liberación del producto deben ser analizados y llevar a cabo un control de estos.

El alimento debe resbalar libremente pero no con rapidez, el material debe ser resistente, durable, fácil de limpiar y que no permita la infiltración de agua. Ajustes de caída muy pequeños disminuyen la facilidad y con la que los animales acceden al alimento, además de que es más constante el bloqueo de caída, lo cual implica que el operario debe ayudar a desbloquear y liberar el flujo de alimento. Mientras que una mayor abertura permite el suministro constante del alimento (Smith, 2004).

Un crecimiento óptimo y eficiencia alimentaria se puede observar cuando la abertura del espacio de suministro permite de 25 a 60% de flujo consistente de alimento. Algunas investigaciones realizadas por (Myers, 2010) señalan que un tamaño mínimo de 2.54 cm en la abertura del alimentador incrementa el desperdicio de alimento y con ello la disminución de la eficiencia, esto en comparación con un espacio de abertura de 1.27 cm. (García-Contreras AC, 2012)

En cuanto a los aspectos de Sanidad, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), son las especificaciones técnicas que establecen las características que debe reunir un producto de calidad y se describen en el siguiente apartado.

2.7 Normas y Lineamientos

Estas normas son elaboradas y revisadas por diferentes instituciones, al ser aprobadas son expedidas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación, estas deben ser revisadas como mínimo cada 5 años, esto con el enfoque de que siga vigente lo ahí establecido, al término de su revisión podrán decidir si realizan una modificación, cancelación o ratificación.

Existen distintos tipos de normas oficiales, entre las que se encuentran la Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX), las NOM son de uso obligatorio en su alcance, mientras las NMX señalan una recomendación de parámetros, ya que si son mencionadas en una NOM pasan a ser de uso obligatorio.

Las Normas son ordenadas por dependencias de las que encontramos: La Secretaría de Economía, Secretaría de Turismo, (SAGARPA) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación,

(SEMARNAT) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (SEGOB) Secretaría de Gobierno, Secretaría de Seguridad Pública, entre otras. Dichas Normas pueden ser consultadas en diferentes plataformas WEB, en las cuales mediante la selección de algunos parámetros realiza la búsqueda y da como resultado las que se encuentren en esos parámetros.

En este caso son dirigidas hacia normas de Salud que apliquen para evitar daño a la salud de los animales y que de igual manera al ser sacrificados su carne no presente un riesgo al ser consumido por las personas. En la búsqueda realizada se analizaron gran variedad de normas, de estas la que nos hace referencia a elementos químico que puede ser riesgoso en grandes cantidades para el animal como para el ser humano, como es el Plomo (Pb).

La NOM-004-ZOO-1994 (Gob, 2019) la cual habla sobre el control de residuos tóxicos en bovinos, equinos, porcinos y ovinos, se establece con el fin de asegurar a los consumidores alimentos sanos, la cual toma en cuenta diferentes formas en que se puede contaminar el animal, como lo es químico por el uso incorrecto de medicamentos o plaguicidas, por contaminación ambiental o contaminación microbiana.

“En el subtema 6.3 de dicho documento se muestra la siguiente tabla que como pie de tabla tiene el siguiente texto (* No hay límites establecidos internacionalmente, su detección se realiza con fines de monitoreo y para cumplir con los requisitos del comercio).” (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, s.f.)

COMPUESTO	TEJIDO	ESPECIE			
		Bovino	Equino	Porcino	Ovino
PLOMO	Riñón	*	*	*	*
	Hígado	*	*	*	*
	Músculo	*	*	*	*

Tabla 3, Metales Pesados, Fuente: elaborada por el autor con base en (Gob, 2019).

También la Ley Federal de Sanidad Animal hace mención y estipula las especificaciones sanitarias que deben cumplir los productos cárnicos procesados, en el tema 5.2 habla de especificaciones sanitarias de productos, tomando en cuenta un valor máximo de plomo permitido, la cantidad se obtiene mediante el análisis realizado al cárnico específicamente. (Camara de Diputados , 2018) En la tabla 4, se muestra el valor de los “productos cárnicos procesados”.

CONTAMINANTE	LÍM. MÁX.	
	(mg/kg)	
	PRODUCTO	
Arsénico	0.5	Cocidos envasados en recipientes metálicos
Cadmio	0.1	Productos cárnicos procesados
Estaño	100.0	Cocidos envasados en recipientes metálicos
Plomo	1.0	Productos cárnicos procesados

Tabla 4, Límites Máximos de Contaminantes, Fuente: elaborada por el autor con base en (Gob, 2019).

Otro documento que se consulto es la “Ley Federal de Sanidad Animal” en el cual se mencionan diversos puntos que son primordiales en el cuidado de los animales, el artículo 2, habla sobre cómo prevenir enfermedades y

plagas que afecten la salud, estableciendo buenas prácticas pecuarias ya sea en la producción primaria como en establecimientos de mayor impacto.

El subtema "De la Protección a la Sanidad Animal y de la Aplicación de Buenas Prácticas Pecuarias en los Bienes de Origen Animal" en su capítulo 1, Artículo 14 habla de que su mayor objetivo es el proteger la vida, salud y bienestar de los animales, incluyendo el impacto sobre la salud humana. (LEY FEDERAL DE SANIDAD ANIMAL, 2017)

Un documento que de igual manera hace mención sobre puntos que deben ser tomados en cuenta para el cuidado y crianza de cerdos es la "Ley de Organizaciones Ganaderas", en su Título I de Disposiciones Generales, Artículo 5.-Las organizaciones ganaderas a que se refiere esta Ley tendrán por objeto: Promover y fomentar entre sus asociados la adopción de tecnologías adecuadas para el desarrollo sustentable y sostenible y la explotación racional de las diversas especies ganaderas. (Cámara de Diputados, 2012)

Una vez señalado los aspectos que deberán considerarse en el diseño del comedero, en el siguiente apartado se procede a crear su prototipo y manufactura.

Capítulo 3 Desarrollo de un Prototipo de Comedero para Cerdos

En este apartado se presenta el trabajo realizado en campo en donde se podrá observar las diferencias que se presentan en las granjas.

Además, se describe la entrevista realizada con los ganaderos para conocer la problemática en los métodos de alimentación, lo que aporta elementos necesarios para mejorar el diseño del comedero.

3.1 Estudio de Campo

Primeramente, se localizan algunas de las granjas en los alrededores de la localidad de Acatzingo, Puebla, ubicada en el centro del estado, en el valle de Tepeaca, (Arrendon Gutiérrez, 2017), la zona presenta una importante actividad ganadera e industrial. Lo que representa una oportunidad para la manufactura del comedero, ya que se puede llegar a una gran parte de los productores del Estado de Puebla.

La visita se realiza en las granjas o criaderos de traspatio, en donde se permitió la entrada para llevar a cabo el estudio de necesidades en la crianza y cuidado de sus cerdos. Con la visita se logró obtener evidencias del método de crianza y una mejor visión de lo que se debe implementar para el diseño del producto.

Dichas evidencias se muestran en las siguientes fotos, en ellas se ven los corrales que utilizan madera y están en contacto con la tierra o aserrín. Su método de alimentación es en tolvas de madera (foto 1 y 2), también cuentan con corrales de cemento como lo muestra la (foto 3) y su alimento lo depositan directamente en el suelo, en un comedero realizado de cemento.



Foto 1, Cama Profunda



Foto 2, Cama Profunda

Fuente: obtenida por el autor en Granja 1.



Foto 3, Corral, Fuente: obtenida por el autor en Granja 2.

En la reunión con los cuidadores y veterinarios explican el método de alimentación, la cantidad de alimento proporcionado, el número de cerdos que se encuentra en el corral y los problemas que se tienen con el cuidado de los animales.

En cuanto al comedero, en la siguiente lista se indican los puntos más importantes que se deben considerar en el diseño:

- Fácil Limpieza
- Funcionalidad (Correcto abastecimiento de alimento)
- Bajo Costo

Además, es muy importante que no cause daño físico a los animales, por ello se deben evitar esquinas filosas que puedan causarle un daño.

De igual manera, se debe contemplar que los materiales empleados no le causen daño a su salud, por lo que se deberá evitar el uso de productos contaminantes.

Finalmente, los veterinarios hacen hincapié en los distintos tipos de alimentos que son suministrados, ya que, por las características de cada uno de ellos, se debe pensar en la forma en que estos serán suministrados.

3.2 Diseño del Prototipo de Comedero

Primero se realiza el diseño del comedero con el Software "SOLIDWORKS", la idea principal es plasmada en un producto único y después se realiza el despiece para llevar a cabo su manufactura en la empresa "Dobladora el Trébol".

Cada punto que se investigó anteriormente debe ser tomado en cuenta para tener un producto que cubra las necesidades básicas y sea de utilidad a los productores y que su inversión sea en un equipo de calidad y buen funcionamiento.

La selección de un material alternativo fue un punto importante, ya que debe cubrir las características necesarias para la manufactura del comedero, la lámina negra en calibre 14 cubre esas características, porque puede ser doblada para obtener las formas deseadas en cada pieza, al igual que su dureza permite obtener un producto rígido y su costo es accesible.

Para el diseño del comedero, se toma en cuenta tanto las medidas establecidas, como la medida de la apertura interna para la caída del alimento, la altura del piso al lugar donde los puercos meterán la cabeza para comer y la capacidad de almacenamiento de alimento de la tolva (de

90 a 100 kilos), se desea que no pase mucho tiempo el alimento en la tolva para mantener el producto fresco y evitar alguna enfermedad.

El diseño realizado tiene un largo de 115 cm (línea roja), 70 cm de altura (línea verde) y 34 cm de ancho (línea amarilla) como se percibe en la figura 22.

En la parte más ancha que sería la boca, se agregarán unos redondos como divisiones en la parte baja del comedero, de igual forma se añadirán unas patas para elevarlo 5 cm respecto al piso y de esta manera no tendrá contacto con suciedad, agua o heces fecales.

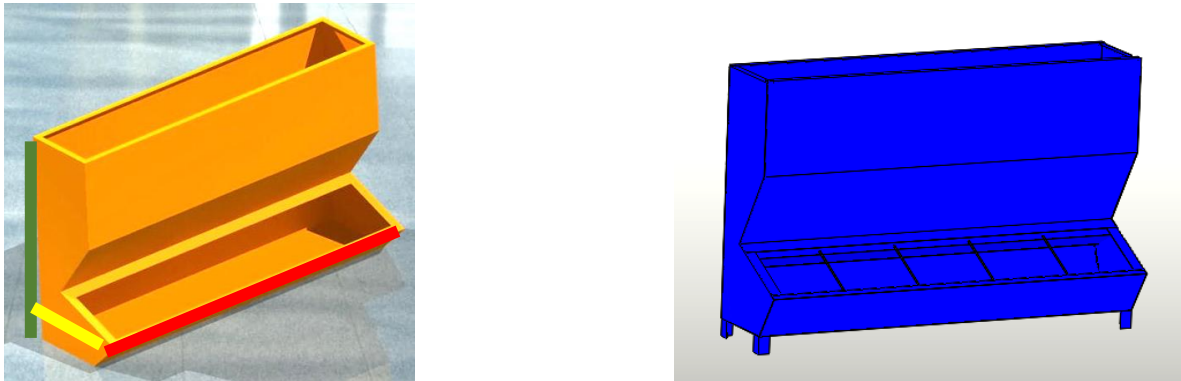


Figura 22, Diseño de comedero, a) Diseño de comedero 1.0, b) Diseño de Comedero 1.1
Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

En la parte posterior del comedero, se deben realizar 2 dobleces a los que se le llama media caña, esto para que tenga mayor rigidez el producto como se muestra en la figura 23.

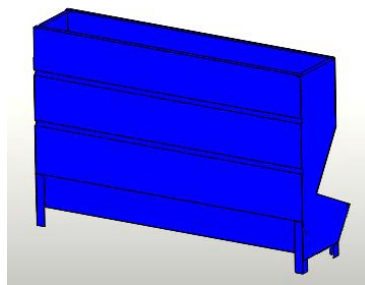


Figura 23, Diseño de Comedero 1.2
Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

Lo siguiente es identificar como se realizará la manufactura y el despiece, inicialmente se tendrá como pieza base la parte posterior junto con la parte de abajo y la forma de enfrente donde entraran las bocas. (figura 24)

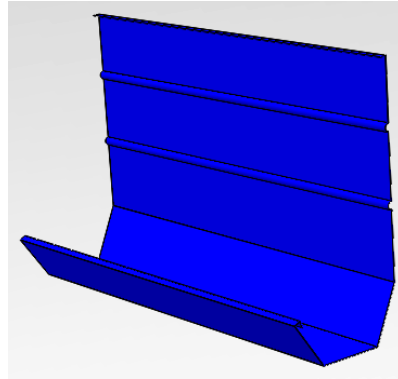


Figura 24, Pieza Base

Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

En la parte frontal de la pieza base se realiza una modificación para añadirle un dobléz que ayude en la rigidez del producto, el cual permitirá fijar los redondos que servirán como separadores, y con este nuevo dobléz, se evitaran filos que dañen a los animales al meter la cabeza como se muestra en la figura 25.

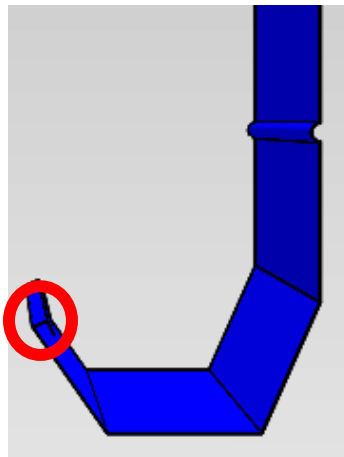


Figura 25, Pieza Base "Dobléz para evitar filos"

Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

La pieza frontal da la forma del comedero y la capacidad de almacenamiento, en la parte de la tolva se asignó un ángulo que permite que mientras el cerdo come siga abasteciendo la comida, de igual manera

tiene una ceja que da la abertura al flujo del alimento, esta no lleva soldadura para que puedan moverla para abrir o cerrar el flujo de caída. (ver figura 26)

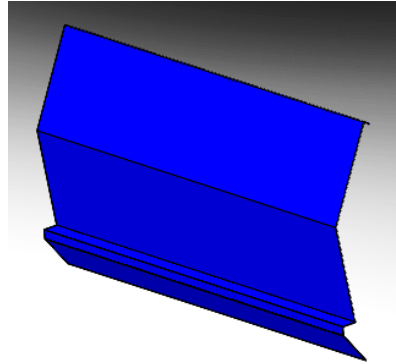


Figura 26, Pieza Frontal

Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

Las piezas laterales tendrán las mismas medidas y forma, la variante entre derecha e izquierda va a ser la ceja superior, ya que esta sirve para unir en la parte superior las cuatro piezas. (figura 27)

En esta parte se implementa el corte con plasma para obtener la forma de dicha pieza.

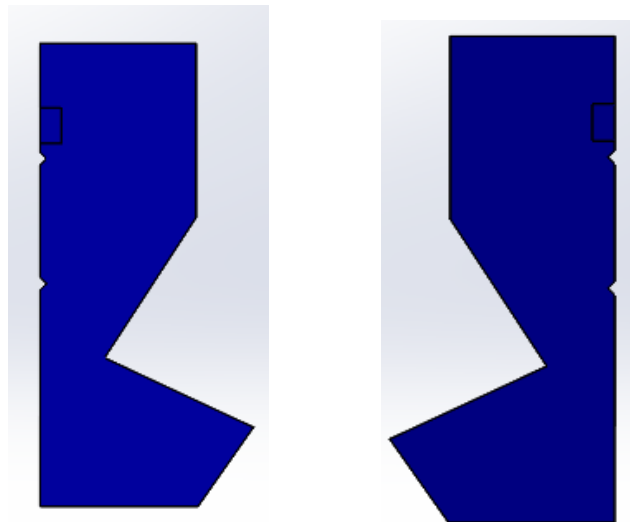


Figura 27, Piezas Laterales 2) Pieza "Derecha", b) Pieza "Izquierda"

Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

Las patas frontales son piezas adicionales de 5 cm de altura, las patas traseras son diferentes, ya que cada pata tiene un ángulo que está presente en la "Pieza Base", pero tienen la misma altura de 19.5 cm, y se ocupan 4 redondos de la misma medida para establecer las divisiones en el comedero. (ver figura 28)

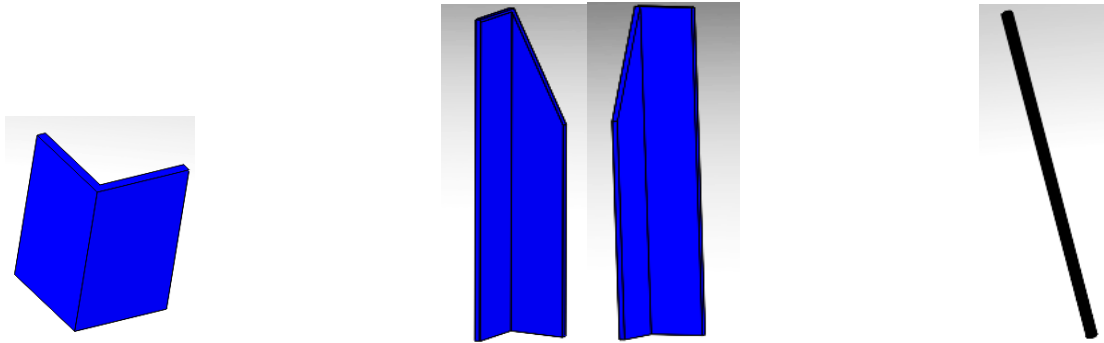


Figura 28, Piezas adicionales, a) Patas Frontales, b) Patas Traseras, c) Redondos
Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

Hay piezas que ayudan a evitar el filo en las "piezas laterales", estas son unos ángulos que se soldan en la parte de la boca, para dar mayor rigidez en la parte de las bocas, evitando que los cerdos lleguen a doblarlo por su peso. El área donde se implementa estos ángulos se enmarca con una línea amarilla y el resultado de poner 2 ángulos se muestra en la figura 29.

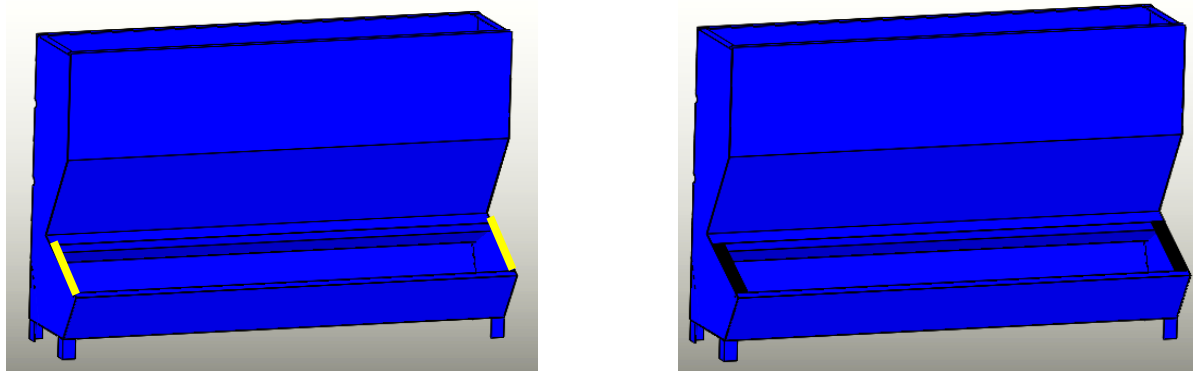


Figura 29, Comederos, a) Con filos y sin ángulos, b) Con ángulos y solución al problema del filo
Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

3.3 Manufactura del Prototipo del Comedero

La manufactura del prototipo de comedero implica la planificación del proceso, que se divide en compra de materiales y manufactura, que son todas las actividades que se realizan para su fabricación, que incluye además el ensamble y la pintura como se describe a continuación.

La parte de las compras es el inicio del proceso, ya que se obtienen los diferentes productos requeridos como son: la lámina negra calibre 14, ángulo, redondo, soldadura, disco para pulir, thinner, pintura dralion o pintura grado alimenticio según requerimientos del cliente. Finalmente, se realiza la envoltura del producto con una película de plástico.

Posterior a ello se realiza el corte de la lámina para obtener la pieza base, pieza frontal y las piezas laterales, concluyendo con los cortes se da paso al marcado de cada pieza para realizar los dobleces requeridos y permitir el armado del comedero, lo que se explica gráficamente en el diagrama 2.

Los últimos procesos son el pulido de las áreas soldadas para tener un acabado homogéneo, luego se limpia todo el comedero para continuar con el proceso de pintura. Una vez que la pintura está seca, se cubre con película plástica para evitar rayaduras o acumulación de polvo en el producto terminado.

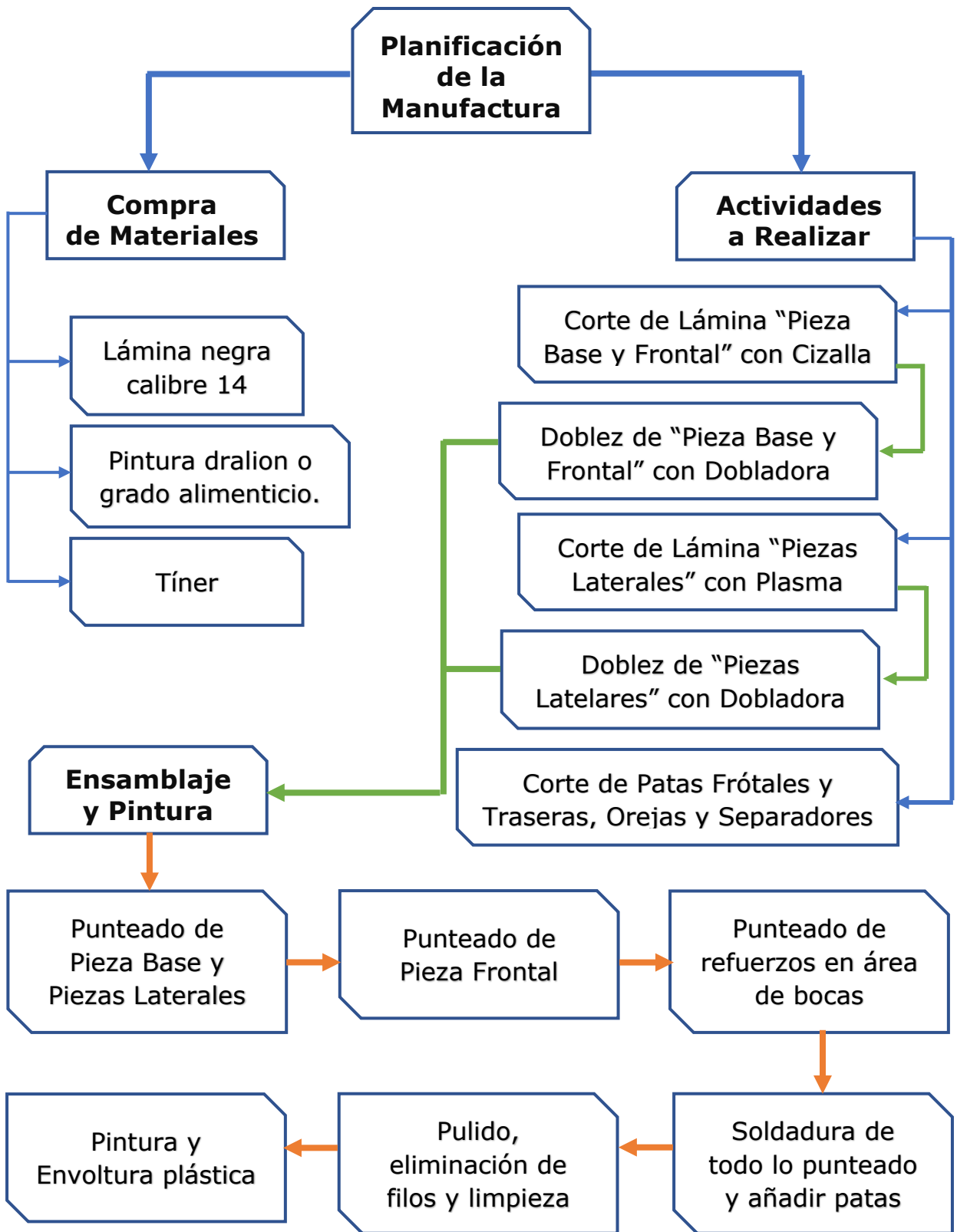


Diagrama 2, Manufactura, Fuente: Elaborado por el autor con base en la Planeación del Proceso.

El conjunto de apartados escritos anteriormente da paso a el proceso de manufactura e implementación, lo cual es la obtención física de cada uno de los procesos enmarcados en este capítulo.

En el proceso de pintura se usa una pintura de nombre comercial dralion, DA-007 Primer Industrial es un primer de tipo alquidálico modificado que fue desarrollado por Zhaia Pinturas para su aplicación en áreas donde se requiera protección contra la corrosión como: Herrería en general, tanques, tuberías, escaleras y todo tipo de superficies metálicas o de madera. Tiene excelente adherencia, secado rápido, protege contra la corrosión, contiene pigmentos libres de plomo y cromato, (iBG Color, 2018), la cual el bote de 1 lts. tiene un costo de \$200.00.

Se dará la alternativa de ocupar una pintura grado alimenticio de la marca Marél, Marepox QM AS-11 se adhiere sobre concreto y metal, cuenta con una muy buena resistencia a la abrasión y a la corrosión. Puede estar en contacto con alimentos ya que cumple con las especificaciones de la FDA (Food and Drug Administration). (Química Marel, 2018), el bote de 4 lts. tiene un costo de \$1,664.00.

El costo entre los 2 tipos de pintura es marcado, la pintura Dralion nos ofrece bajo nivel de plomo por lo cual puede ser utilizada, con la opción de la aplicación de Marepox con un costo extra.

Capítulo 4 Resultados de Manufactura e Implementación del Prototipo del Comedero

En este apartado se ilustra el proceso descrito en los capítulos anteriores, además de mostrar las piezas manufacturadas, el diseño final se visualiza en la figura 30.

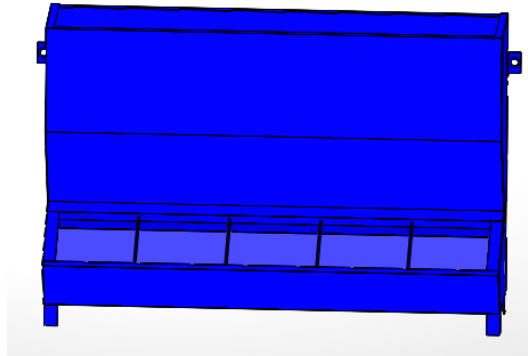


Figura 30, "Comedero 5 Bocas"

Fuente: prototipo diseñado por el autor en Software SolidWorks.

Primero se realiza la "pieza base y pieza frontal" estas deben pasar por corte en la cizalla, posteriormente se efectúa un marcado sobre la lámina que indican, en donde debe caer el dado de la máquina, por último, se ejecutan los dobleces adecuados para obtener la pieza que se necesita, tal y como se ve en las fotos 4 y 5.

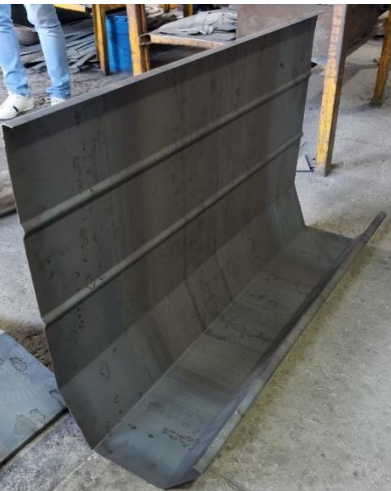


Foto 4, "Pieza Base"



Foto 5, "Pieza Frontal"

Fuente: foto tomada por el autor.

Las piezas laterales por su forma compleja deben ser cortadas con plasma, para obtener la forma deseada, para ello, se marcarán sobre la lámina las medidas y una solera gruesa servirá como guía para realizar los cortes, al concluir con esta actividad lo siguiente es hacer un doblado en la parte superior (ver foto 6).



Foto 6, "Piezas Laterales"
Fuente: foto tomada por él autor.

Una vez cortadas y dobladas las piezas deben puntearse, iniciando con la "pieza base y las piezas laterales", para esto se realizan unos cordones cortos en la parte interna, después se monta la "pieza frontal" se puntea en la parte interna. Al tener las piezas unidas se une todo el comedero por la parte de afuera para que el comedero quede completamente soldado (ver foto 7).



Foto 7, "Comedero Soldado"
Fuente: foto tomada por él autor.

Por último, se cortan las piezas de ángulos, dos son para las patas frontales, dos para las orejas y dos ángulos más grandes forman las patas traseras, se necesitan cuatro redondos para las divisiones de las bocas, todas estas piezas deben ser soldadas para posteriormente realizar el pulido y la limpieza del comedero.

Se termina con el proceso de pintura del comedero, como se ve en la foto 8.



Foto 8, a) "Comedero Pulido y Listo para Pintar", b) "Comedero Empleado"
Fuente: foto tomada por él autor.

Implementación

En la foto 9 se puede observar el comedero instalado y en uso dentro de un corral, denotando que su funcionamiento cumple con los requerimientos planteados al inicio de este trabajo, cumpliendo así los objetivos de este proyecto.



Foto 9, "Comedero 5 Bocas en el Corral"
Fuente: foto tomada por él autor.

En la foto 10, se puede apreciar que el abastecimiento del alimento es más higiénico y salubre, de esta manera se logra mayor limpieza en los chiqueros y se evita el desperdicio de alimento.



Foto 10, "Comedero 5 bocas con tapas"
Fuente: foto tomada por él autor.

Con la implementación del comedero en las granjas se comprueba que los beneficios de este sistema permiten mejorar la vida de los animales, además reduce el costo de las enfermedades generadas a causa de la contaminación del alimento por el excremento y las plagas, asimismo en el desperdicio de alimento y tiempo de cuidado por parte de los productores.

Conclusiones Generales

El comedero se diseña de tal forma que su manufactura sea fácil de fabricar, con un rápido ensamblaje, es estético y cubre las necesidades de los compradores potenciales. Además, su funcionamiento cumple con los requerimientos propios del suministro de alimentación y salubridad necesarios para los animales.

La manufactura del comedero con 5 bocas permite llevar a cabo el análisis de costos, tomando en cuenta todos los materiales utilizados, así como la mano de obra. Su costo de fabricación aproximadamente es de \$1,650 MXP y se ofrece en un costo de venta de \$2,500 MXP. En un comparativo de precios con otras empresas nacionales para un modelo similar, se puede decir, que su precio oscila en un intervalo de 150% a 250% por arriba del costo de venta del producto expuesto en este proyecto.

Adicionalmente, se realiza la validación del diseño por medio del software de elemento finito Ansys®, comprobando que el diseño propuesto cumple con la resistencia requerida para soportar las condiciones de carga a las que será sometido. Los resultados obtenidos con Ansys permiten verificar que los materiales empleados ofrecen una alternativa viable para su manufactura y comercialización. A pesar de que el análisis de elemento finito no está dentro de los objetivos del presente trabajo, es importante realizarlo para lograr un desarrollo completo del producto, todo esto con un enfoque de ingeniería.

Como trabajo futuro se puede comentar que el diseño elaborado permite implementar nuevas modificaciones o aditamentos que puedan requerir los clientes, permitiendo personalizar el producto a las diferentes necesidades.

Anexos

• Diagrama de Proceso General

El siguiente esquema permite visualizar los pasos que se llevan a cabo para el desarrollo de los conceptos que enmarcan la manufactura del prototipo de comedero.

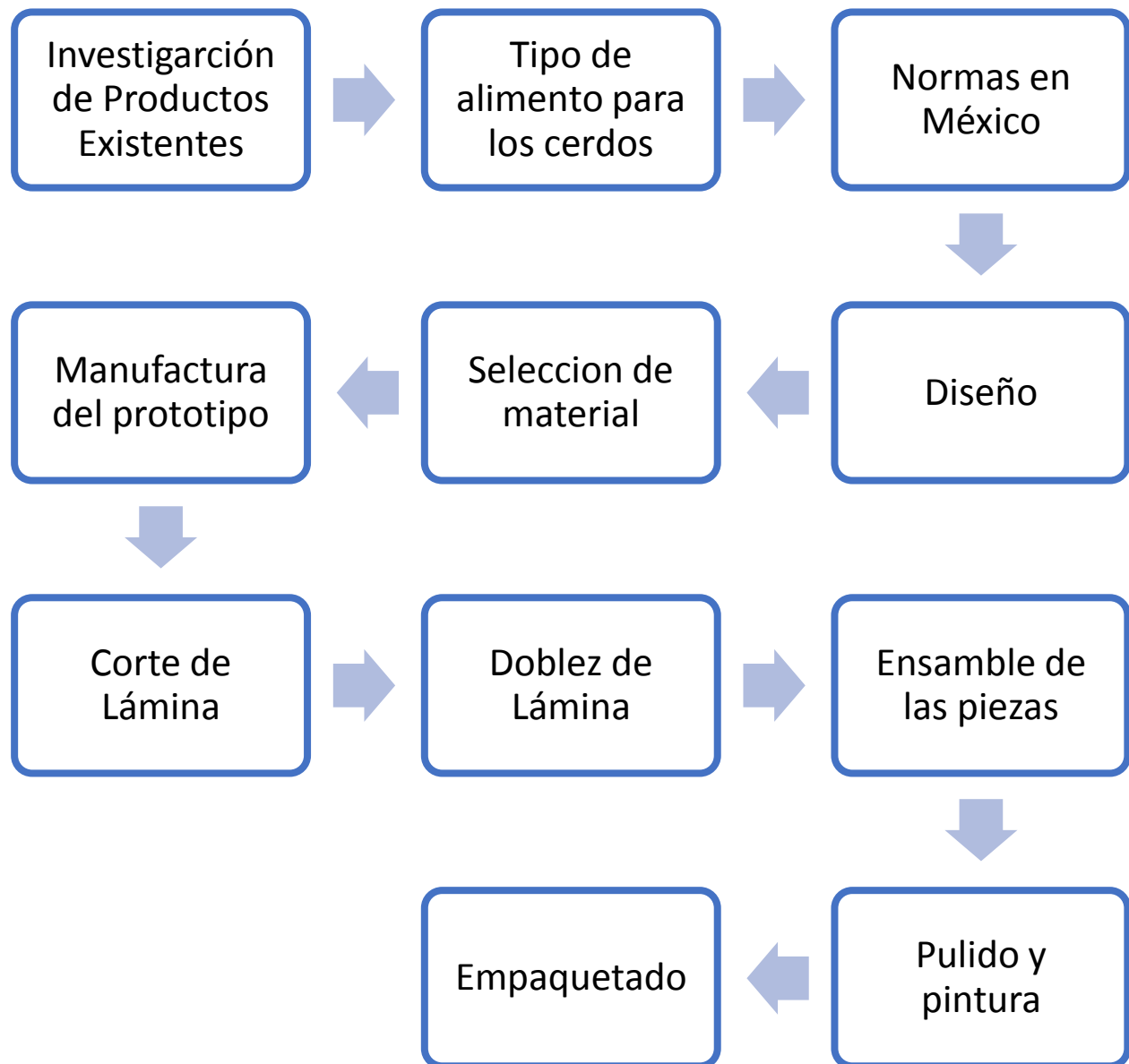


Diagrama 3, Desarrollo de Conceptos y Manufactura, Fuente: Elaborado por el Autor.

• Análisis de Elemento Finito (FEA)

Como anexo se realizó un estudio de Análisis de Elemento Finito (FEA, por sus siglas en Inglés, Finite Element Analysis), el cual no formó parte de los objetivos, pero se considera necesario debido a la naturaleza del tema. Este análisis muestra la simulación en diferentes escenarios de carga a los cuales puede estar sujeto el comedero, para validar el diseño del mismo. Este análisis se llevó a cabo por medio del software de elemento finito Ansys R19.2 las simulaciones realizadas considerando diferentes escenarios de fuerza que simulan el peso de las extremidades del animal, todo esto sobre la superficie con la cual puede tener contacto. La figura 31 ilustra la pantalla del software con el comedero con las condiciones de frontera necesarias.

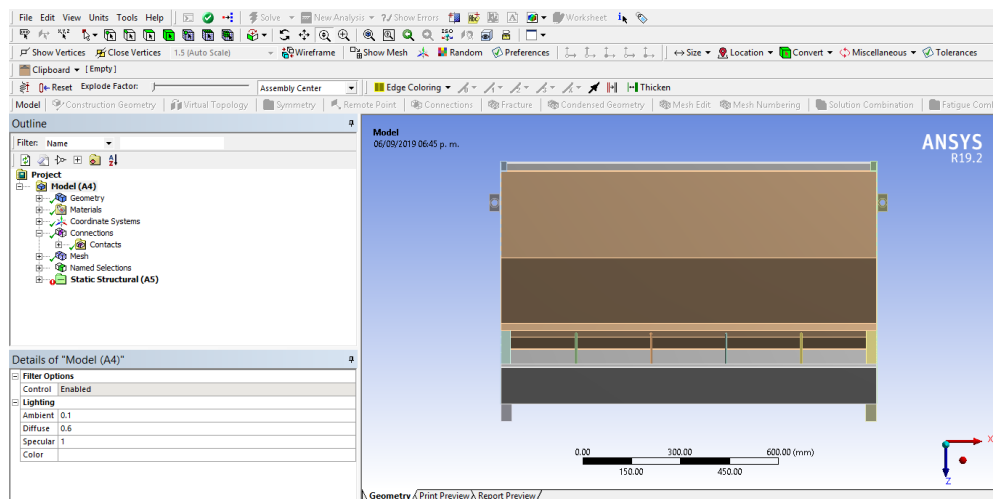


Figura 31, Software Ansys Academic R19.2

Fuente: análisis desarrollado por el autor en Software Ansys R19.2.

Para el proceso de simulación se revisó minuciosamente el número de componentes que integran el comedero y la asignación del nombre de cada pieza. En la figura 32 se puede apreciar dicho proceso realizado.

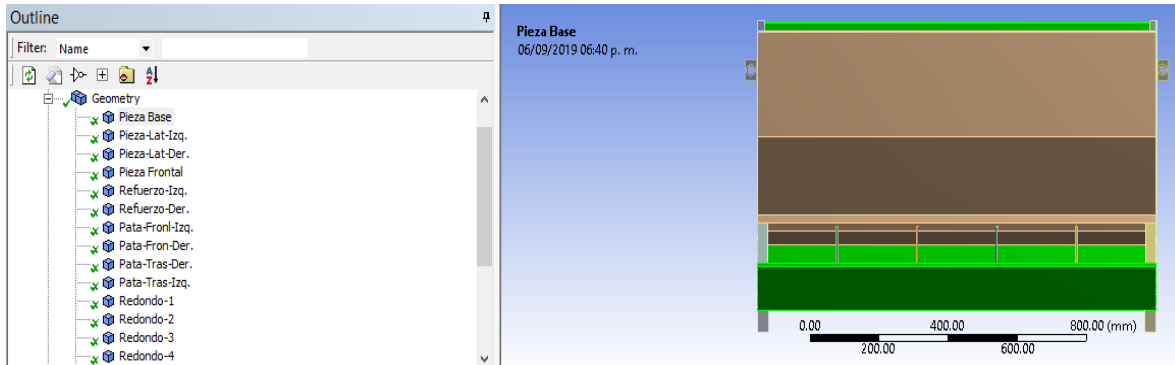


Figura 32, Revisión de piezas y asignación de nombres
Fuente: análisis desarrollado por el autor en Software Ansys R19.2.

Al concluir con la asignación de nombres se selecciona el material que se estableció para su manufactura (para mayor detalle del material, ver Anexo, Evaluación experimental del material), para posteriormente establecer los contactos entre las piezas, la cual se basa en la forma de ensamble. En la figura 33 se visualiza la forma en que se seleccionan las caras que tendrán contacto, siendo un punto importante para luego generar el proceso de mallado.

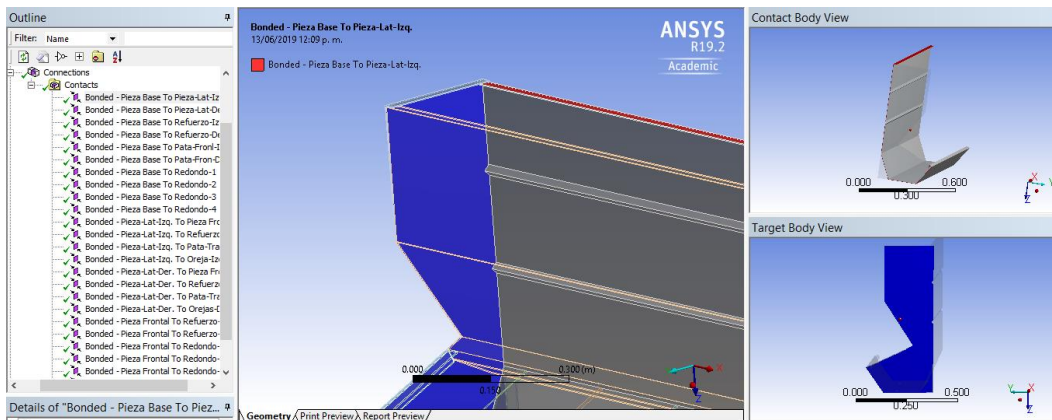


Figura 33, Visualización de contacto entre componentes
Fuente: análisis desarrollado por el autor en Software Ansys Academic R19.2.

Posteriormente, se asignó los puntos de apoyo, en este caso se realizaron dos grupos, uno fue las dos orejas laterales, a las cuales se les aplicó un soporte fijo, el segundo grupo será la cara inferior de las patas, las cuales tienen un desplazamiento completamente restringido en el eje Z. En las siguientes

imágenes se puede observar la asignación y restricción de los grupos ya mencionados. (figura 34)

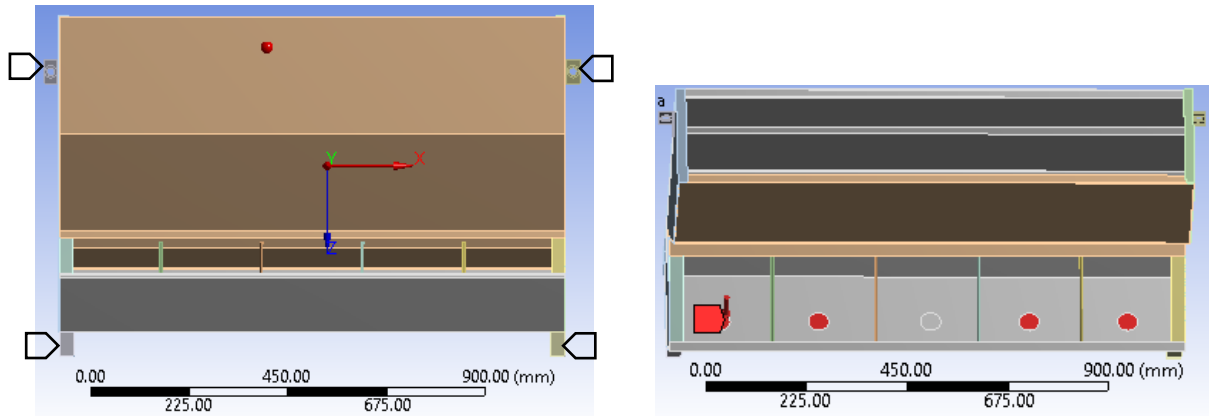


Figura 34, a) Puntos de apoyo, b) Escenario de carga
Fuente: análisis desarrollado por el autor en Software Ansys Academic R19.2.

El siguiente paso fue establecer los parámetros para el proceso de mallado, se realizaron diferentes grupos para llevar a cabo este proceso, en un grupo se seleccionaron los ángulos los cuales son ocupados en orejas, patas frontales, patas traseras, refuerzos de las bocas y los redondos. El siguiente grupo está integrado por las dos piezas laterales y por último la pieza frontal queda sola, así como la pieza base, a partir de este proceso se obtiene el mallado mostrado en la figura 35. Esto permitió iniciar el análisis conforme a lo establecido y obtener los resultados de acuerdo con los parámetros asignados.

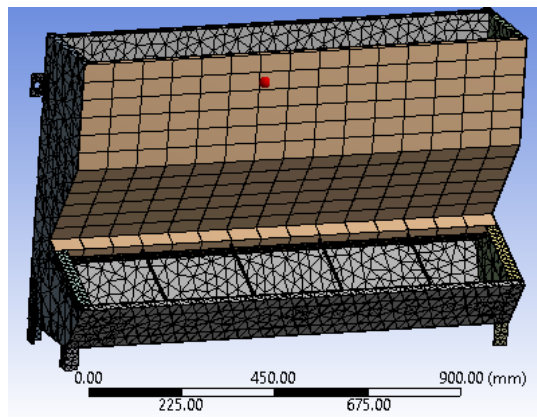


Figura 35, Mallado del Comedero
Fuente: análisis desarrollado por el autor en Software Ansys R19.2.

Los resultados obtenidos se pueden visualizar en la figura 36, los cuales ilustran el desplazamiento que se puede tener cuando un cerdo de un peso aproximado de 100 kg lograra meter las patas.

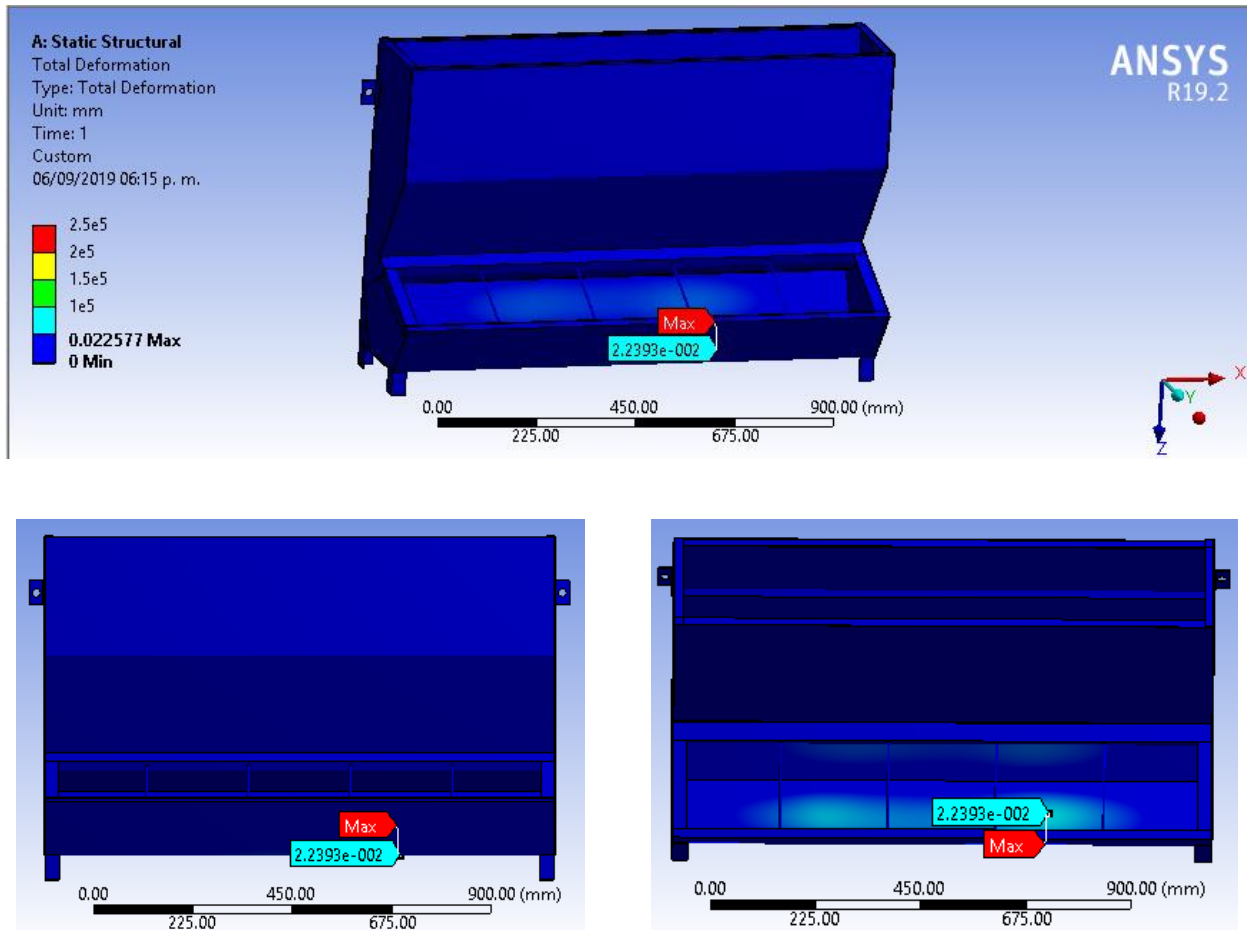


Figura 36 Resultados de la simulación, vista frontal y vista superior.
Fuente: análisis desarrollado por el autor en Software Ansys Academic R19.2.

Los resultados de la simulación efectuada, bajo las condiciones de frontera establecidas muestran que el diseño del comedero no presenta grandes desplazamientos a causa de las cargas establecidas. Por otra parte, se puede concluir que el material y la geometría seleccionados son los adecuados para satisfacer las necesidades de diseño a las cuales estará sujeto.

• Evaluación Experimental del Material

En este anexo se presenta la evaluación experimental del material utilizado para la fabricación del comedero, por medio de una prueba mecánica destructiva. Debido a la naturaleza del tema fue necesario encontrar la resistencia permisible del material con el cual se propuso construir el comedero. Para poder llevar a cabo esta prueba fue necesario fabricar probetas para ensayo de tensión basado en la ASTM E8M-11 Sheet-Type, 12.5 mm, los cuales se ilustran en la figura 37.

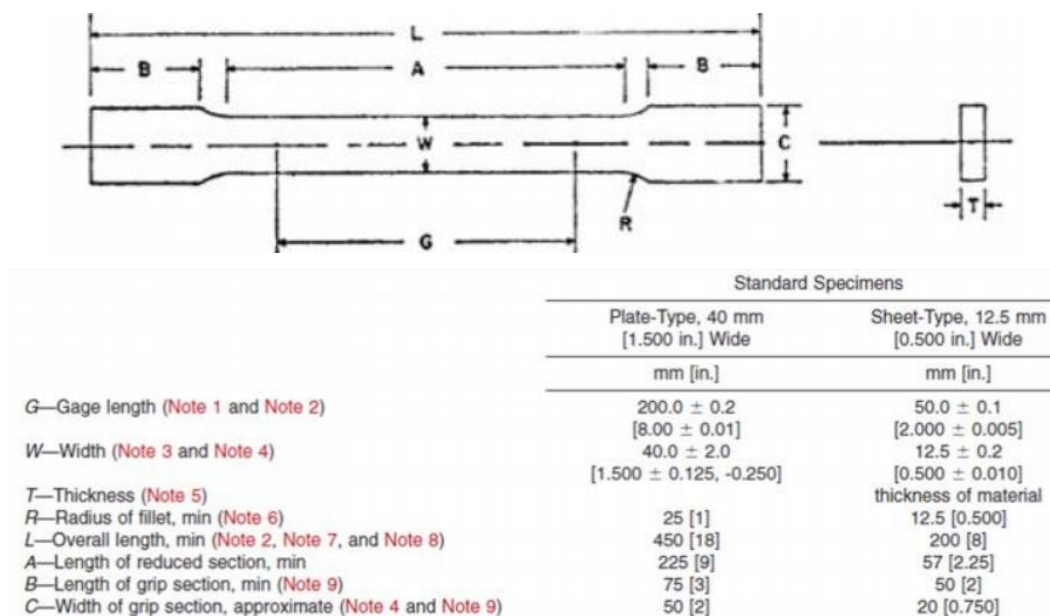


Figura 37, Norma "ASTM E8M-11"
Fuente: (American Association State, 2015)

La elaboración de las probetas se realizó en el Centro de Innovación de Mecatrónica, por medio de una fresadora vertical, en la cual se maquinaron 10 probetas de lámina negra calibre 14, las cuales posteriormente se ensayaron en la prueba de tracción. En la foto 11 se pueden apreciar dichas probetas.



Foto 11, Probetas para prueba de Tracción
Fuente: foto tomada por él autor.

Las pruebas de tracción de las probetas se realizaron por medio de la Máquina Universal de Esfuerzos de la marca Shimadzu, con capacidad de 100 kN, en la cual se encontró un esfuerzo promedio a la tracción de 255 a 265 MPa. Este dato es necesario conocerlo ya que el software Ansys Academic R19.2 requiere como dato de entrada la magnitud del esfuerzo permisible del material, esto para realizar las simulaciones numéricas con datos reales del material empleado. En la foto 12 se observa el ensayo de las probetas.



Foto 12, Montaje de Probeta
Fuente: foto tomada por él autor.

Bibliografía

- ACO FUNKI A/S. (30 de 01 de 2019). *Acofunki*. Obtenido de <http://www.acofunki.com>
- American Association State. (1 de August de 2015). *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. Obtenido de http://faculty.uml.edu/tzuyang_yu/Teaching/documents/ASTM_E8E8M.37691.pdf
- Anuncian Tormenta. (17 de Junio de 2019). *GNC Calderería*. Obtenido de <http://www.gnccaldereria.es/>
- Arrendon Gutiérrez, R. (2017). *Inafed*. Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21004a.html>
- Bermudez, J. (31 de Marzo de 2016). *Maquituls.es*. Obtenido de <https://www.maquituls.es/noticias/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-las-cizallas/>
- Boletin AreaTecnología. (s.f.). *Tecnología*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/tipos-de-soldadura.html>
- Camara de Diputados . (16 de Febrero de 2018). *Gob*. Obtenido de www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/317972/Ley_Federal_de_Sanidad_Animal.pdf
- Camara de Diputados. (9 de Abril de 2012). *Gob*. Obtenido de www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/317970/Ley_de_organizaciones_ganaderas.pdf
- Cámara de Diputados. (16 de Febrero de 2018). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFSA_160218.pdf
- Caram, J. L., Cervera, J., & Rampirez, A. (2018). *Porcimex*. Obtenido de <http://www.porcimex.org/Compendio%20Estadistico%202018.pdf>
- Cárdenas, A. (17 de Junio de 2019). *Control Estadístico de Procesos*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/hectorestadistica/>
- Espacio MArketing. (17 de Junio de 2019). *De Máquinas y Herramientas*. Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/>
- FIRA. (2016). *Gob*. Obtenido de www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200634/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_Cerdo_2016.pdf
- FIUBA. (2013). *Industrias de Procesos de Conformación*. Obtenido de http://materias.fi.uba.ar/7204/teoricas/conformado_de_laminas_metalicas.pdf
- García Contreras, A., Palomo Yagüe, A., & Gonzalez Guevara, J. (2012). *Porcicultura*. Obtenido de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/alimentacion-practica-cerdo-t29479.htm>

- García-Contreras AC. (2012). *Revistas UCM Es*. Obtenido de <https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/viewFile/38718/37437>
- Gob. (3 de Julio de 2019). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/>
- Gob. (12 de Julio de 2019). *Normas Institucionales del Senasica*. Obtenido de <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/normateca-78776>
- Gobierno de México. (31 de Marzo de 2017). *Producción Ganadera*. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>
- Google. (s.f.). *Google*. Obtenido de https://www.google.com/webhp?hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiqg-Gf0o_kAhUOXK0KHcMMB7kQPAgD
- Hog Slat. (30 de 01 de 2019). *Hog Slat*. Obtenido de www.hogslat.com
- iBG Color. (17 de Marzo de 2018). *iBG Color*. Obtenido de <http://ibgcolor.com.mx/pintura-secado-rapido-zhaia/>
- INDIV. (6 de Junio de 2019). *INDIV*. Obtenido de <http://indiv.com/mx/mercado-mx/home>
- INRA. (1984). *INRA science & impact*. Obtenido de <http://www.inra.fr/es/Investigadores-y-estudiantes/Seguridad-alimentaria-mundial>
- IPASA. (30 de 01 de 2019). *Ipasa*. Obtenido de <http://www.ipasa.com.mx>
- Juan, E. R. (21 de Agosto de 2013). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/erikarojasjuan/unidad-4-procesos-de-ensamble>
- Láminas y Aceros de Yucatán. (2015). *Láminas y Aceros*. Obtenido de <https://blog.laminasyaceros.com/blog/que-es-una-dobladora-de-lamina>
- Montero López, E., Martínez Gamba, R., Herradora Lozano, M., Ramírez Hernández, G., Espinosa Hernández, S., Sánchez Hernández, M., & Martínez Rodríguez, R. (27 de Agosto de 2015). *Alternativas para la Producción Porcina a Pequeña Escala*. México, México.
- ProvAgro. (7 de Mayo de 2019). *Provedora Agropecuaria*. Obtenido de <https://provagropecuaria.com>
- Química Marel. (2018). *Marél*. Obtenido de <https://www.quimicamarel.com.mx/index.php/es/productos/marepox-qm-as-11>
- Rubio, E. E. (11 de Julio de 2005). *Salud Gob*. Obtenido de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/213ssa102.html>
- Smith, L. F., & Beaulieu, D. (Junio de 2004). *Aasv*. Obtenido de <https://www.aasv.org/jshap/issues/v12n3/v12n3p111.pdf>
- Somos Industria. (25 de Abril de 2019). *Somos Industria*. Obtenido de <https://www.somosindustria.com>

Staffcreativa.pe. (12 de Junio de 2019). *JNaceros*. Obtenido de <http://www.jnaceros.com.pe>

Stock Yard Industries. (30 de 01 de 2019). *Stock Yard Industries*. Obtenido de <http://www.stockyardindustries.com>

Ternium. (2019). *Ternium*. Obtenido de <http://mx.ternium.com/productos/laminado-en-frio/>