

**2018**



**VITAL SALDIVAR  
EDUARDO LUIS**

**DISEÑO-CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN  
SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LIMPIEZA DE NUECES.**

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA PROFESIONAL DE  
LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

Nombre de los asesores:

Interno: Mtro. Victor Manuel Velasco Gallardo

Externo: Lic. Martín Andrés Barberena Cruz

Nombre de la Empresa:

AGRICOLA BARBERENA HNOS. SPR DE R.L.



## **Agradecimientos.**

Quiero aprovechar este espacio para expresar mi más sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una manera incondicional me prestaron su apoyo en todo momento con la intención de poder terminar una carrera profesional.

## **Resumen.**

La automatización de procesos mediante la mecatrónica es una apuesta clara en la industria alimentaria. En un mundo globalizado cada vez más competitivo, algunas economías emergentes como nuestro país ha experimentado un espectacular crecimiento en este sector. Los productos con mayor calidad y seguridad a mejor precio dominan el mercado. La mecatrónica proporciona una optimización de los procesos de producción que revierten, a la vez, en un ajuste de costos y en un mayor control de los parámetros de calidad y seguridad alimentaria. Por otro lado, las características específicas del sector son idóneas para aplicar estos procesos, sobre todo, mediante la mecatrónica, materias primas perecederas y de muy diferente naturaleza, procedimientos de producción variables o productos terminados con una vida útil corta exigen una gran eficacia en la realización de procesos.

La limpieza y segregación son operaciones complementarias, la limpieza tiene por objeto eliminar la suciedad de los productos agrícolas, mientras que la segregación persigue una separación efectiva que nos ayude a la clasificación en niveles de calidad de productos agrícolas.

## INDICE

### Índice.

#### **Tabla de Contenido**

<i>Agradecimientos</i> .....	2
<i>Resumen</i> .....	3
<i>Indice</i> .....	4
<i>Introduccion</i> .....	5
<i>Descripcion de la empresa u organización</i> .....	6
<i>Problematica</i> .....	7
<i>Objetivo</i> .....	8
<i>Justificacion</i> .....	9
<i>Marco teorico</i> .....	10 - 14
<i>Desarrollo de actividades</i> .....	15 - 26
<i>Cronograma de actividades</i> .....	27
<i>Resultados obtenidos</i> .....	28
<i>Conclusiones</i> .....	29
<i>Competencias desarrolladas</i> .....	30 - 31
<i>Fuentes de informacion</i> .....	32
<i>Anexos</i> .....	33



## GENERALIDADES DEL PROYECTO

### Introducción

Como ya se ha puesto en contexto la relación tan estrecha que existe entre automatización de procesos y la industria agroindustrial en el presente proyecto se diseñó, construyó y se puso en marcha un sistema completamente automatizado para la limpieza de nueces, sistema que de entrada es una opción económica que nos servirá de manera inmediata en la pre limpieza de nueces ya que al cosechar se agregan un sin fin de basura orgánica que impide el libre flujo de la nuez al empaque de la misma, es una herramienta muy útil que trabaja en el campo, quitando a la nuez hojas, palos y ramas resumiendo su utilidad en dos palabras: “Limpieza y Velocidad”.

Cuenta con una banda transportadora movida por un motor eléctrico controlado de manera automática, así como un ardillón metálico que gira a revoluciones programadas de manera automática, haciendo del equipo una herramienta agrícola fácil de manejar y controlar.

### **Descripción de la empresa u organización**

Nombre de la Empresa: AGRICOLA BARBERENA HNOS. SPR DE R.L.

Giro: Agrícola

Domicilio y Teléfono: Km. 2 Antiguo camino a Carboneras, Viñedos Marquitos, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, Teléfono: 465 9580076

Principales actividades de la empresa: Del ramo agroindustrial

Nombre del Asesor de la empresa: Lic. Martín Andrés Barberena Cruz

Datos de contacto: 465 9580076

### **Problemas a resolver**

Diseñar-construir y puesta en marcha de un sistema automatizado para remover suciedad, hojas y ramas, así como extraer parte del rueno de la nuez, después de haber sido cosechada.

Delimitación:

La investigación abarca desde el diseño mecánico y eléctrico de un sistema automatizado para limpieza de la nuez, así mismo como la construcción de lo expresado en planos, hasta la prueba y puesta en marcha del equipo construido.

## **Objetivo General**

Diseñar-construir y poner en marcha de un sistema automatizado para remover suciedad, hojas y ramas, así como extraer parte del rueno de la nuez, después de haber sido cosechada.

## **Objetivos Específicos**

- a) Investigar el tipo de diseño óptimo en la vertiente mecánico y eléctrico que permita la optimización del proceso de limpieza de nuez
- b) Diseñar en solidworks un prototipo viable de fabricar que permita las operaciones de proceso solicitadas.
- c) Construir mediante los materiales elegidos el prototipo seleccionado.
- d) Poner en marcha y capacitar a las personas que operaran el quipo en funciones.



## **Justificación**

Diseñar-construir y poner en marcha un sistema automatizado que aumente la eficiencia y la eficacia en la limpieza de la nuez después de haber sido cosechada, optimizando el proceso de limpieza al extraer parte del rueno, además de remover suciedad, hojas y ramas, disminuyendo así, costos por mano de obra en los procesos de limpieza, y mejorando los procesos subsecuentes de segregación de la nuez de acuerdo a su tamaño.

## MARCO TEÓRICO

### Marco Teórico

**Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive)**



**Fig. 1 Variador de frecuencia.**

Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje, variador de frecuencia).

Básicamente está compuesto por un puente rectificador que transforma la tensión alterna trifásica de entrada en tensión continua y esta es filtrada por un banco de

capacitores en serie en la fase negativa a través de una resistencia de precarga y un fusible (esta etapa es conocida o puede ser llamada Bus de Corriente Continua).

Esta corriente continua es convertida, a su vez, en corriente alterna de la frecuencia y tensión deseada por el módulo inversor (usualmente un módulo semiconductor IGBT) mediante la técnica de modulación por ancho de pulso (PWM); De esta forma se puede controlar la velocidad y el par en un motor trifásico asíncrono.

La interface con el usuario se realiza a través de un display LCD y de un teclado que permiten visualizar y parametrizar las variables involucradas, leer mediciones, estados y alarmas.

El equipo tiene un conjunto de contactos secos (señales de alarmas y estados) que se activan ante diferentes eventos para su monitoreo, así como entradas y salidas digitales y analógicas para poder controlar diferentes necesidades de aplicación (En este apartado se hace la programación personalizada para cada cliente, una programación “a la medida”).

Controlan y sincronizan la velocidad de producción de acuerdo al tipo de producto que se transporta, para dosificar, para evitar ruidos y golpes en transporte de botellas y envases, para arrancar suavemente y evitar la caída del producto que se transporta, etc.

## Las bandas transportadoras y su uso en la industria.



**Fig. 2 Banda transportadora**

La mecanización y automatización de los sistemas de transporte de productos, materias primas e incluso personas es ya una constante en la industria. Para realizar esto se emplea una banda transportadora.

Una banda transportadora es un sistema de transporte consistente en una cinta que se mueve continuamente entre dos tambores.

Esta banda es arrastrada por fricción por uno de los dos tambores, que es accionado por un motor.

El otro tambor gira libremente y tiene como función el de servir de retorno a la banda. Entre los dos tambores la banda es soportada por rodillos.

Funcionamiento de la banda transportadora

El material depositado sobre la banda es transportado hacia el tambor con motor de accionamiento, que es precisamente donde la banda gira y da vuelta en sentido contrario. Cuando el material de la banda llega a esta zona sale fuera de la misma por la acción de la fuerza de gravedad.

## Aplicaciones de las bandas transportadoras

Las bandas transportadoras se utilizan para el transporte de:

- Materiales como carbón, minerales y cereales
- Transporte de personas en recintos cerrados
- Cargar y descargar buques cargueros o camiones
- Transportar material por terreno inclinado
- Tipos de bandas transportadoras
- De tornillo
- De suelo móvil
- De rodillos

## Cilindro ardillon y su aplicación en la agro-industria



**Fig. 3 Cilindro ardillon.**

El uso de cilindros en el área agro-industrial cuenta con múltiples aplicaciones entre las cuales destaca el transporte, limpieza y selección de producto.

Un cilindro ardillon realiza su función por medio de un sistema mecanizado que permite girar libremente sobre su propio eje o sostenido en una base con puntos de apoyo rotacionales, el movimiento del cilindro se produce por medio de banda o cadena arrastrado por un motor.

Estructuralmente el cilindro está conformado por tres o más secciones según la actividad a realizar en el caso de un cilindro ardillon. La primera sección es auxiliar en la limpieza del producto, la materia prima entra a la cavidad del cilindro sin haber realizado trabajo de limpieza alguno. La segunda y tercera sección realiza la función de separar el producto terminado o pre-limpiado y de realizar el desruezne.



## DESARROLLO

### 1. *Plan de diseño de prototipo en Solid Works*

Diseñar en Solid Works un sistema de limpieza de la nuez, comprendido por un elevador automático que lleve el material tal como se recoge al cosechar la nuez, el cuál será vaciado a un ardillón que rotará a diferentes velocidades permitiendo la separación de la nuez de suciedad, hojas y ramas, así como también parte del rueno.

Tomando en cuenta las especificaciones solicitadas por parte de la empresa se planteó algunas propuestas de diseño en las cuales se contempló que las dimensiones fueran acorde al capital de inversión presupuestado para el proyecto.

Para el diseño del prototipo fue necesario hacer un dimensionado de un equipo semejante al que se desarrolló, con el apoyo de la empresa se contactó con un productor de nuez en la zona quien nos permitió hacer un levantamiento dimensional de la estructura.



**Fig. 4 levantamiento dimensional en cilindro ardillon**

## **2. Diseño propuesto en Solid Works.**

Conforme a los materiales seleccionados y medidas propuestas en los planos, llevar a cabo la construcción de acuerdo a diseño.

Después de hacer el levantamiento dimensional se procede a generar el prototipo haciendo uso de un programa de diseño que nos permite visualizar el modelo en 3D. La ventaja de utilizar un programa como Solid Works es que nos permite crear y modificar el modelo a criterio de quien diseña.

Para este proyecto se toma en consideración toda y cada una de las piezas que conforman la máquina, la estructura está conformada por los siguientes componentes:

- Base de giro.
- Cilindro ardillon.
- Banda transportadora.
- Motores.

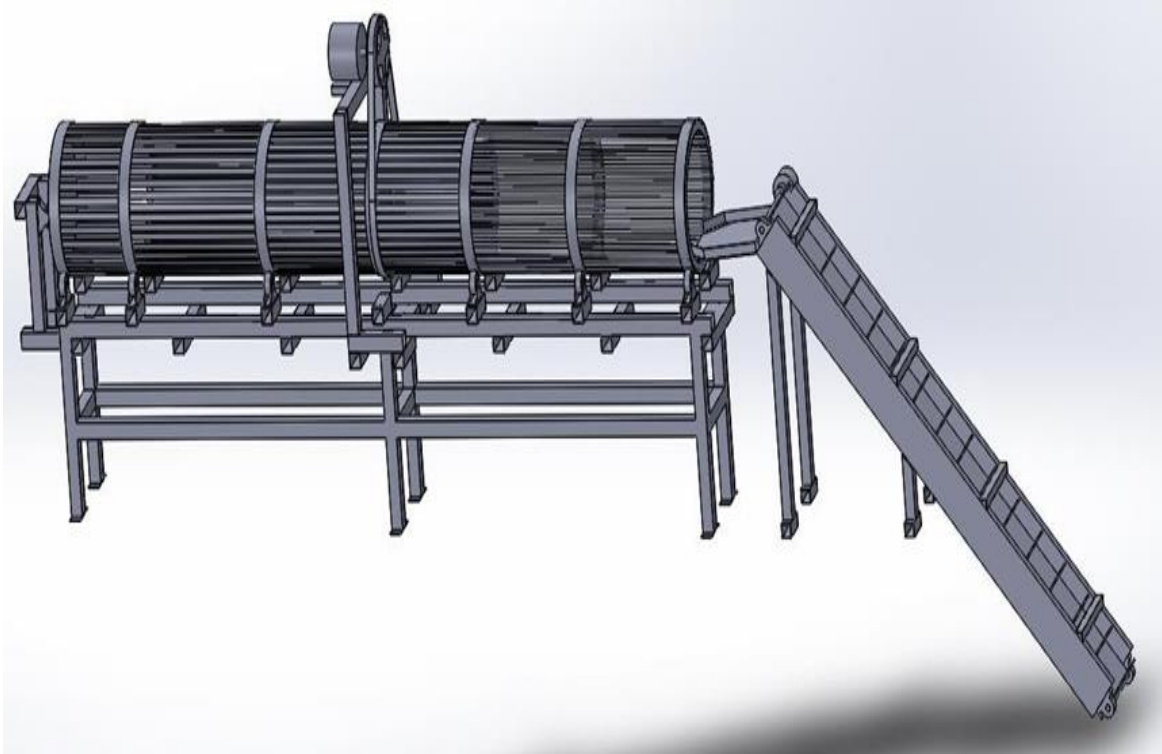
Para el modelado de las piezas se considera diseñar la pieza que sostiene el cilindro ardillon, la cual se conforma de estructuras cuadradas de 2 x 2 pulgadas que forman la estructura. En ella se incluye una base que sostiene el motor que hace girar el cilindro.

El diseño del cilindro ardillon se crean siete aros que forman su estructura, la distribución de estos aros se realizó conforme a especificaciones donde se considera mayor espacio para la limpieza. La separación de la solera tiene una distribución uniforme, según la sección la separación va desde una pulgada hasta las dos pulgadas y media.

La banda transportadora se diseña de seis metros considerando la máxima altura del cilindro ardillon hasta la zona de descarga. Tiene una estructura que hace sostener la banda y evitar que esta se mueva. Los motores, rodamientos, chumaceras y tornillos también se incluyen en el diseño, una vez generadas las piezas se realiza el ensamble de todos sus componentes.

Una vez ensamblado el prototipo se realiza la simulación de la máquina que permite apreciar el funcionamiento en tiempo real.





**Fig. 5 Diseño de prototipo en Solid Works**

### **3. Cotización de materia prima e insumos.**

Para este proyecto fue necesario realizar una cotización con diferentes proveedores en la zona para conseguir el mejor precio y materiales de la mejor calidad, algunas de las empresas que proveen los insumos son listados en el siguiente apartado:

- MATERIALES ACEROS Y PERFILES DE AGUASCALIENTES S.A DE C.V.
- REAL DE ACEROS, S.A DE C.V.
- RUEDAS Y RODAJAS DE AGUASCALIENTES.
- GRUPO ELECTROMECAÁNICO.
- REBASA DE AGUASCALIENTES.
- RODAMIENTOS Y COMPLEMENTOS DE AGUASCALIENTES S.A DE C.V.
- GGDBANDAS.

Los materiales son surtidos conforme el proyecto va avanzando, la cotización de los materiales se presenta a la empresa para su visto bueno por lo cual se realiza una tabla donde se muestra el costo unitario y total de lo presupuestado.



#### 4. Selección de maquinaria y equipo

Una vez conociendo la materia prima a utilizar para el proyecto se realiza un listado de las herramientas mecánicas a utilizar, también se incluyen maquinas eléctricas e instrumentos de medición.

<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>
<i>Herramienta</i>	<i>lentes</i>	<i>6</i>	<i>piezas</i>
	<i>martillo</i>	<i>3</i>	<i>piezas</i>
	<i>pinsas</i>	<i>4</i>	<i>piezas</i>
	<i>guantes</i>	<i>6</i>	<i>pares</i>
	<i>segueta</i>	<i>2</i>	<i>piezas</i>
	<i>llaves perica</i>	<i>2</i>	<i>piezas</i>
	<i>desarmador</i>	<i>3</i>	<i>piezas</i>
	<i>cinta métrica</i>	<i>2</i>	<i>piezas</i>
	<i>juego de escuadras</i>	<i>1</i>	<i>piezas</i>
<i>Equipo</i>	<i>taladro</i>	<i>2</i>	<i>Equipo</i>
	<i>multimetro</i>	<i>1</i>	<i>Equipo</i>
	<i>pulidora</i>	<i>2</i>	<i>Equipo</i>
	<i>soldadora</i>	<i>1</i>	<i>Equipo</i>

**Tabla. 2 Equipo y herramienta**

## 5. Construcción del modelo real.

### CILINDRO ARDILLON

Para la construcción del modelo real una vez cotizado los materiales necesarios se procede a realizar el rolado de los aros que forman el cilindro ardillon. Ya que no se cuenta con una máquina de rolado se busca la opción de contratar los servicios de una empresa especializada en este tipo de trabajos.

La materia prima es entregada a los especialistas y se les indica que se requieren siete aros con un diámetro de 75 centímetros, una vez que se hace la entrega se inician los construcción del cilindro. Utilizando solera de 1 pulgada se formando la estructura del ardillon, aplicando puntos de soldadura se van fijando las soleras en cada sección de aros.



**Fig. 6 Estructura del cilindro ardillon.**

## **BASE DE GIRO**

Para la construcción de la base de giro de la maquina se utiliza PTR 2 ½ pulgadas y se construye un rectángulo reforzado con travesaños, la estructura tiene una altura de un metro con declive de 0 a 10 centímetros.

Por cada una de las secciones del cilindro arduillon se coloca a la base de giro un par de PTR que sirven de asiento para atornillar las ruedas o rodajas que son las que permiten al cilindro soportarse y girar libremente.



**Fig. 7 Elaboración base de giro.**



## MOTORES Y ACCESORIOS

Para hacer girar el cilindro arillon en la base de giro se colocan 14 rodamientos o rodajas las cuales permiten al cilindro rotar libremente sobre la estructura. Las rodajas se fijan a la estructura con tornillos y se ajustan al contacto cada uno de los aros rotacionales. Dos rodajas más se colocan al final de la carrera del cilindro y su función es mantener el arillon rotando en el mismo lugar.



**Fig. 8 Estructura completa**

Un par de bandas “V” conectadas a un motor trifásico de 1 hp generan el movimiento rotativo del cilindro arduillo, el movimiento que se genera en contra de las manecillas del reloj arroja la basura fuera por una tolva.



**Fig. 9 Montaje de bandas “v”**

Otro motor más se agrega al eje principal de la banda transportadora el cual cuenta con un transmisor de engranes y cadena que entrega mayor porcentaje de fuerza motriz a la banda transportadora para mover la mayor cantidad del producto y evitar que la banda resbale.



**Fig. 10 Juego de engranes y cadena**



## SISTEMA DE CONTROL

El control de la maquina es uno de los factores de mayor importancia, por lo cual se incluye una caja de control eléctrico con un arreglo de salva motores que nos ayude a garantizar la vida útil de los motores eléctricos anticipando su protección por problemas de corto circuito. El sistema está alimentado por una línea de corriente eléctrica trifásica a 330 volts, la caja de control cuenta con botones de arranque y paro de emergencia que permite al usuario final operar fácilmente.

Un arreglo eléctrico de variadores de frecuencia es colocado para manipular la velocidad de giro de los moto-reductores trifásicos colocados en la banda transportadora y el cilindro arillon. Los variadores de frecuencia cuentan con display LCD que permite al usuario visualizar a qué velocidad de trabajo y modificar parámetros.



## 6. Puesto en marcha

Poner en marcha los equipos construidos y validar conforme a lo diseñado, así como atender puntos de mejora de acuerdo a lo planeado.

Una vez construido el modelo real conforme a las especificaciones de diseño en Solid Works, se realizan las primeras pruebas de funcionamiento. Para los ajustes técnicos es requerido operar el equipo en condiciones de trabajo normal.

La zona de descarga se abastece completamente de nuez se pone en operación el equipo completo la banda transportadora comienza a acarrear el producto elevándolo hasta la boca principal del cilindro ardillon. El cilindro va girando a una velocidad constante y la rotación que este genera retira la basura mientras el producto avanza hasta el selector.

Entre los ajustes que se realiza a la maquina se presenta la necesidad de ajustar los tensores de la banda transportadora para evitar que se patine al elevar el producto. Se realiza ajuste también a las rodajas para que el cilindro gire equilibradamente y evitar que se salga de su eje rotacional, de igual manera las bandas "V" se tensan para que el ardillon no pierda potencia.



## Cronograma de actividades

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Planeación del diseño del sistema automático, así como realizar cálculos mecánicos	■				
Dibujar en Solid Works propuesta de diseño	■	■			
Simular Diseño propuesto		■			
Construcción del sistema automático		■	■		
Puesta en marcha del sistema automático			■	■	
Validación del diseño y puntos de mejora					■

## RESULTADOS

### Resultados

Después de realizar las pruebas y hacer los ajustes pertinentes al equipo, se evalúa el proceso operando la maquina durante una hora. Los trabajos de labor manual se llevan a cabo con seis operarios distribuidos estratégicamente en los diferentes procesos. Los resultados obtenidos son favorables al reducir de 20 a 6 en número de operarios requeridos para realizar los trabajos de limpieza de la nuez.

En base al análisis realizado previamente se obtuvo un aumento de producción de nuez limpia, por cada hora de labor se tiene un aumento de 1,000 kg a 5,500 kg en una jornada de 8 horas.

## CONCLUSIONES

### **Conclusiones del Proyecto**

El uso de las nuevas tecnologías para la automatización en los procesos agrícolas son indispensables ya que contribuyen a aumentar la productividad y generar un margen de ganancia mayor a los productores y empresas agro-industriales ofertando productos de calidad.

Aumentar la productividad implica mayores ingresos a las empresas, lo que permite el crecimiento de las mismas y por ende generar más empleos directos, mejorar condiciones laborales y mayores prestaciones.

## COMPETENCIAS DESARROLLADAS

### Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Aplica (Apliqué...) habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable.
2. Diseña (Diseñé...) e innova (Innové...) estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales.
3. Gestiona eficientemente los recursos de la organización con visión compartida, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.
4. Aplica métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos organizacionales, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad mundial.
5. Diseña, y emprende nuevos negocios y proyectos empresariales sustentables en mercados competitivos, para promover el desarrollo.
6. Diseña e implementa estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias, para incrementar la competitividad de las organizaciones.
7. Implementa planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.
8. Gestiona sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
9. Aplica las normas legales para la creación y desarrollo de las organizaciones.
10. Dirige equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
11. Interpreta la información financiera para detectar oportunidades de mejora e inversión en un mundo global, que propicien la rentabilidad del negocio.
12. Utiliza las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.

13. Promueve el desarrollo del capital humano, para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de un marco ético y un contexto multicultural.
14. Aplica métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
15. Gestiona la cadena de suministro de las organizaciones con un enfoque orientado a procesos para incrementar la productividad.
16. Analiza las variables económicas para facilitar la toma estratégica de decisiones en la organización.
17. Actúa como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de las organizaciones.
18. Aplica métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliografía

Castillo. (2018). *Implementos y Maquinaria Agrícola Castillo*. Recuperado el 15 de 04 de 2018

Glasco. (2015). *Equipos Glasco*. Recuperado el 17 de 04 de 2018, de <http://equiposglezco.com/home/machines/desrueznador-savage-modelo-3532-dehuller-3532/>

Leopoldina, D. O. (2009). *Evolucion de los sistemas de produccion de nuez en Mexico*. Chihuahua: Tecnociencia Chihuahua, Volumen (III).

Montelongo, M. D. (2009). *Costos y beneficio del almacenamiento de nuez para productores y descascaradores de la Region sureste de chuahuila*. Saltillo, Chuahuila: UAAAn.



## ANEXOS

17. Anexos (carta de autorización por parte de la empresa u organización para la titulación y otros si son necesarios).

18. Registros de Productos (patentes, derechos de autor, compra-venta del proyecto, etc.).