



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Huejutla

CLAVE: 13DIT0001E

TITULACIÓN INTEGRAL
TESIS PROFESIONAL

**"Automatización de un Sistema de Pastoreo
Intensivo Rotacional de Ovinos con Tecnología de
Microcontrolador"**

**(Evento Nacional Estudiantil de Innovación
Tecnológica 2018 Etapa Nacional)**

**Para obtener el Título de
Ingeniería en Sistemas Computacionales**

Integrante(s)
Manuel Bautista Montaña
Pedro Franco Cervantes

Director
M. en C. Juan de Dios Viniegra Vargas

Codirector
I.A.Z Blas Hernández Rodríguez

Enero 2019



Km. 5.5 Carretera Huejutla-Chalahuiyapa, C. P.
43000
Huejutla de Reyes, Hgo. Tel./Fax: 789 89
60648
Email: dir.huejutla@tecnm.mx



RSGC-582 Alcance de la Certificación: Servicio
educativo que comprende desde la inscripción
hasta la entrega del Título y Cédula
Profesional de licenciatura
Fecha de Actualización: 2018.09.13

RESUMEN

La implementación de cercos eléctricos son la última tecnología aplicada en el pastoreo de ovinos asociándolo incluso con frutales, sin embargo pocos la han adoptado.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Huejutla ubicado en Huejutla de Reyes, Hidalgo, México. Con la finalidad de diseñar un prototipo de un Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional con Tecnología de Microcontrolador.

Se usó, un Microcontrolador AtMega 2560, Dos Servomotores de Rotación Continua con capacidad de peso de 5.5 kg, un sistema de engranaje modificado que fue ensamblado en los Servomotores, Un Módulo Temporizador Digital (RTC), Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Software de Diseño SketchUp Pro 2018 y para llevar a cabo la programación (Código Fuente) se instaló el IDE de Arduino en un SO (Sistema Operativo) Linux Fedora 26.

Al término se obtuvo una evaluación del prototipo funcional, se logró una estimación de la eficiencia y control del sistema, lo que permitirá en el futuro un manejo adecuado de la pradera y de los borregos, lo cual se verá reflejado en el aumento de producción de forraje por hectárea e incremento en la productividad del sistema productivo ovino y se reducen los costos de producción al minimizar la mano de obra utilizada.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS	3
3.1 General.....	3
3.2 Específicos	3
IV. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA.....	4
V. ESTADO DEL ARTE	5
VI. FUNDAMENTO TEÓRICO	7
VII. PROCEDIMIENTO	23
7.1 Instalación del Sistema Operativo Fedora 26 Workstation	24
7.2 Instalación del Entorno de Programación (Arduino IDE)	31
7.3 Instalación del Software SketchUp Pro 2018.....	33
7.4 Diseño del Prototipo en el software SketchUp Pro 2018	38
7.5 Construcción de la Maqueta Demostrativa	46
VIII. EVALUACIÓN O IMPACTO ECONÓMICO.....	51
8.1 Factibilidad Operativa	51
8.2 Factibilidad Técnica	51
8.3 Factibilidad Económica	52
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
X. BIBLIOGRAFÍA.....	59
XI. ANEXOS.....	61
ANEXO I. Código Funcional del Microcontrolador ATmega 2560.	61
ANEXO II. Imágenes reales de trabajo en campo.....	63

ANEXO III. Constancias de Participación en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT) 2018 en su Etapa Local, Regional y Nacional.	70
ANEXO IV. Memorias de Participación en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT) 2018 en su Etapa Local, Regional y Nacional.	78
ANEXO V. Carta de Liberación de Proyecto de Titulación.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Servomotor de Rotación Continua 5.5 kg.	11
Fig. 2 Módulo Reloj en Tiempo Real DS3231.	12
Fig. 3 Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22.	13
Fig. 4 Inicio de instalación de Fedora 26 Workstation.	24
Fig. 5 Opciones de Instalación.	24
Fig. 6 Selección de Idioma.	25
Fig. 7 Configuraciones Básicas.	25
Fig. 8 Selección de Disco para Instalación.	26
Fig. 9 Continuación de Instalación.	26
Fig. 10 Configuración de Contraseña de Root y Creación de Usuario.	27
Fig. 11 Contraseña de Root.	27
Fig. 12 Creación de Usuario.	28
Fig. 13 Instalación de Software.	28
Fig. 14 Fin de Instalación.	29
Fig. 15 Iniciar Sesión.	29
Fig. 16 Escritorio de Fedora 26 Workstation.	30
Fig. 17 Inicio de Terminal.	31
Fig. 18 Ingresar a SuperUsuario.	31
Fig. 19 Contraseña del SuperUsuario.	31
Fig. 20 Comando de instalación de Arduino IDE.	31
Fig. 21 Entorno de Arduino IDE.	32
Fig. 22 Sistema Operativo Windows 7.	33
Fig. 23 Ejecutar como Administrador.	33
Fig. 24 Asistente de instalación de SketchUp Pro 2018.	34
Fig. 25 Carpeta de Destino.	34
Fig. 26 Preparación de la Instalación.	35
Fig. 27 Instalando.	35
Fig. 28 Finalizar proceso de Instalación.	36
Fig. 29 Empezar a utilizar SketchUp.	36

Fig. 30 Área de Trabajo.	37
Fig. 31 Trazo del perímetro del terreno.	38
Fig. 32 Diseño de los postes.	38
Fig. 33 Diseño del cerco perimetral.	39
Fig. 34 Diseño del sistema de poleas.	39
Fig. 35 Diseño de las guías de soporte.	40
Fig. 36 Simulación del hilo Poliwire.	40
Fig. 37 Diseño de los Servomotores de Rotación Continua.	41
Fig. 38 Cerco eléctrico perimetral y cerco eléctrico móvil.	41
Fig. 39 Diseño y colocación de la cadena.	42
Fig. 40 Diseño electrónico de conexiones.	43
Fig. 41 Diseño y montaje del microcontrolador ATmega 2560.	44
Fig. 42 Diseño y proceso de conexiones.	44
Fig. 43 Prototipo terminado (Ángulo 1).	45
Fig. 44 Prototipo terminado (Ángulo 2).	45
Fig. 45 Preparación de la base para la maqueta demostrativa.	46
Fig. 46 Colocación de los postes.	47
Fig. 47 Recreación del área ovina (Ángulo 1).	47
Fig. 48 Recreación del área ovina (Ángulo 2).	48
Fig. 49 Colocación del pasto artificial.	48
Fig. 50 Construcción de la Cerca electrificada móvil.	49
Fig. 51 Instalación de la jaula y de los Servomotores de Rotación Continua.	49
Fig. 52 Maya sombra en la Cerca electrificada móvil.	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lista de Material Electrónico.	52
Tabla 2 Cotización de Material Electrónico.	53
Tabla 3 Comparación de costos de tecnología.....	53
Tabla 4 Costos de elaboración de maquete demostrativa.....	54
Tabla 5 Material electrónico para realización del Módulo Demostrativo.	55
Tabla 6 Materiales para la construcción del Sistema de Pastoreo	56
Tabla 7 Costo total del módulo demostrativo.	57
Tabla 8 Gastos de Operación.	57

ÍNDICE DE IMÁGENES

Img. 1 Medición del perímetro del terreno.	63
Img. 2 Marcado perimetral del terreno.....	63
Img. 3 Limpieza del terreno.....	64
Img. 4 Acondicionamiento del terreno (Manual).	64
Img. 5 Acondicionamiento del terreno (Retroexcavadora).	65
Img. 6 Marcación del perímetro del terreno (Podadora).	65
Img. 7 Realización de los orificios para la colocación de los postes.	66
Img. 8 Colocación de pintura a los postes.....	66
Img. 9 Preparación de concreto para la fijación de los postes.	67
Img. 10 Postes fijados.....	67
Img. 11 Adquisición del Alambre Triple Galvanizado Calibre 12.5 para el Cerco eléctrico y el Hilo Conductor Poliwire.	68
Img. 12 Colocación del Alambre Triple Galvanizado calibre 12.5 para el Cerco Eléctrico.....	68
Img. 13 Marcado del área del terreno (Tractor).....	69
Img. 14 Constancia de Participación Etapa Local Manuel Bautista Montaña.	70
Img. 15 Constancia de Participación Etapa Local Pedro Franco Cervantes.	71
Img. 16 Constancia de Participación Etapa Regional Manuel Bautista Montaña. .	72
Img. 17 Constancia de Participación Etapa Regional Pedro Franco Cervantes. ..	73
Img. 18 Constancia de Acreditación Etapa Nacional Manuel Bautista Montaña. .	74
Img. 19 Constancia de Acreditación Etapa Nacional Pedro Franco Cervantes. ..	75
Img. 20 Constancia de Participación Etapa Nacional Manuel Bautista Montaña. .	76
Img. 21 Constancia de Participación Etapa Nacional Pedro Franco Cervantes...	77
Img. 22 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 1).	78
Img. 23 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 2).	79
Img. 24 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 3).	80
Img. 25 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 4).	81
Img. 26 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 5).	82
Img. 27 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 1).	83

Img. 28 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 2).....	84
Img. 29 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 3).....	85
Img. 30 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 4).....	86
Img. 31 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 5).....	87
Img. 32 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 6).....	88
Img. 33 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 1).....	89
Img. 34 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 2).....	90
Img. 35 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 3).....	91
Img. 36 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 4).....	92
Img. 37 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 5).....	93
Img. 38 Liberación de Proyecto para Titulación.....	94

I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describe el diseño y desarrollo de un prototipo de un Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional Automatizado (SPIRA), se detalla el desarrollo del diseño del prototipo en el programa de apoyo para diseños SketchUp Pro 2018, la cual es de suma importancia conocer tanto la instalación del programa como el funcionamiento para poder obtener el diseño deseado del proyecto.

La instalación de los programas necesarios para la realización de este proyecto se desglosa en las siguientes páginas. Se describen términos relacionados a la automatización del cerco eléctrico, conceptos referentes a un sistema de pastoreo. El término automatización engloba muchos campos en la actualidad, los principales de ellos son el perfil de programación, electrónica y física. Un Microcontrolador es y será fundamental para los grandes adelantos tecnológicos. En estos circuitos, el usuario (cliente) puede programar, en un sólo "chip", para implementar y desarrollar múltiples aplicaciones y funciones con menos componentes que la circuitería tradicional de compuertas.

Un sistema de pastoreo es una alternativa para uso de las pasturas por los animales en pastoreo. Se detallaran los tipos de pastoreo: Pastoreo continuo, Pastoreo rotacional, Pastoreo diferido, pastoreo cero.

Para la realización de la maqueta demostrativa se usó un Microcontrolador AtMega 2560 de la familia Atmel, Dos Servomotores de Rotación Continua con capacidad de peso de 5.5 kg, Un Módulo Temporizador Digital (RTC), Hoja de triplay (Base), Pintura y accesorios.

Con esta tecnología se pretende diseñar un prototipo que permita desplazar de manera automática el cerco eléctrico utilizado en el pastoreo intensivo rotacional; para posteriormente realizar en campo un módulo demostrativo que facilitará el manejo de la pradera, minimizar la mano de obra, alargar la vida útil de la pradera y acortar el ciclo de engorda de 10 a 6 meses.

II. JUSTIFICACIÓN

La ovinocultura es una opción para mejorar el consumo de proteína de alto valor biológico en los seres humanos, diversificar el ingreso familiar y contribuir a la economía de comunidades rurales y zonas periurbanas. Sin embargo, es necesario reducir el sobrepastoreo en las áreas donde albergan los ovinos, una forma de lograrlo es implementando el Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional Automatizado (SPIRA), que permitirá mejorar la eficiencia de los procesos de alimentación por consumo adecuado de los forrajes y un aumento en la producción de carne por la calidad de los forrajes ofrecido a los animales.

Con la implementación de esta tecnología no se requerirá de personal experto (al uso de microcontroladores), que se encargue de verificar el buen funcionamiento del sistema, el productor o el encargado del área solo necesitará una capacitación previa, para poder manipular el paquete tecnológico de automatización (microcontrolador y sensores).

Como consecuencia este proyecto permitirá incrementar el ingreso familiar, dando oportunidad a la mejora de la calidad de vida de las familias rurales y periurbanas de la Huasteca Hidalguense. Otro aspecto importante que impacta en la reducción de los costos de producción es que con la automatización del pastoreo se minimiza el uso de la mano de obra

III. OBJETIVOS

3.1 General

- Automatizar un sistema de pastoreo rotacional intensivo de ovinos en el Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Huejutla con tecnología de micro controlador.

3.2 Específicos

- Implementar un Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo con tecnología de microcontrolador.
- Optimizar el pastoreo rotacional en franjas.
- Minimizar la mano de obra.
- Mejoramiento de la vida útil de la pradera.

IV. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

El pastoreo rotacional convencional por lo general en la huasteca hidalguense se realiza de forma manual sin conocimiento del comportamiento animal y Etología del pastoreo, lo anterior se debe al manejo empírico de los productores que manipulan el sistema, lo que ocasiona un aprovechamiento de forma deficiente de las áreas de pastoreo teniendo como consecuencia un subpastoreo o sobrepastoreo.

Cuando existe un mal manejo del tiempo de pastoreo en cada división el ovino no cubre sus requerimientos nutricionales lo que influye de forma negativa en los parámetros productivos. Además con un pastoreo mal manejado se acorta la vida útil de la pradera, se incrementa la compactación y erosión del suelo, y el tiempo invertido por el productor es mayor.

El pastoreo rotacional consiste en seccionar el área de pastoreo en varias divisiones que serán pastoreadas sistemáticamente, de modo que mientras una división es pastoreada, las demás descansen y se recuperen.

V. ESTADO DEL ARTE

Autores han estimado que el animal sólo consume aproximadamente el 50% del forraje producido por la pradera, tomando en cuenta que el objetivo principal de los sistemas de manejo bajo condiciones de pastoreo, es lograr la máxima producción por hectárea, resulta indispensable lograr la utilización óptima del forraje producido. México es un país que posee zonas tropicales donde se pueden identificar sistemas de producción animal que los campesinos manejan de forma integral, donde se puede observar una estrecha relación entre la agricultura, el manejo forestal y la producción pecuaria (Bautista et al., 2011). La alimentación de los animales se basa en el pastoreo extensivo de pastos nativos e introducidos. El pasto introducido más utilizado es *Cynodon plectostachyus*. (Améndola, 2002; Bautista et al., 2011). En la Huasteca Hidalguense, es muy común la realización de estas formas de producción (tradicional o extensiva), donde el manejo, instalaciones y equipo y la tecnología son casi nulas. La implementación de cercos eléctricos son la última tecnología aplicada en el pastoreo de ovinos, asociándolo incluso con frutales (Terrero, 1997), sin embargo, pocos lo han adoptado.

La escuela superior de politécnica de Chimborazo (Riobamba–Ecuador), diseñó un sistema de pastoreo rotacional automatizado económico de gran utilidad y de fácil de uso. El sistema implementado permitió evidenciar una recuperación más rápida de las pasturas evitando que el ganado coma el rebrote. Se seleccionaron todos los componentes necesarios para el sistema, de acuerdo a las necesidades y medio donde se implementó (Acosta Valdez & Omar, A., 2017).

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, desarrolló un sistema de fertilización e irrigación. Que es la combinación de la automatización de procesos basada en un dispositivo Controlador Lógico Programable, con la agronomía, para solucionar problemas del productor, en el control de los recursos hídricos y de fertilización de cultivos. El sistema establece la unión de componentes físicos y lógicos que combinados proporcionan la posibilidad de irrigar y fertilizar los cultivos simultáneamente. La programación se desarrolló en SIEMEN LOGO SOFT, en lenguaje diagrama de funciones, que permite programar de tal forma que las partes

están interconectadas como un circuito eléctrico (Grillo Rodríguez, U., & Espinoza, A. C., 2013).

La Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba desarrolló un sistema que constituye una herramienta fundamental en manos de los investigadores y productores para el control y procesamiento de la información generada como producto de las mediciones de múltiples indicadores del manejo y elementos del sistema de producción (Rolo M. & Iglesias, J., 1996).

No se ha encontrado información en la automatización de los cercos eléctricos con la finalidad de pastoreo de ovinos y sus investigaciones pertinentes se tendrán que realizar de acuerdo a las regiones, formas de producción, cosmogonía y necesidades de los productores.

VI. FUNDAMENTO TEÓRICO

HARDWARE

Arduino

Arduino se inició en el año 2005 como un proyecto para estudiantes en el Instituto IVREA, en Ivrea (Italia). En ese tiempo, los estudiantes usaban el microcontrolador BASIC Stamp, cuyo coste era de 100 dólares estadounidenses, lo que se consideraba demasiado costoso para ellos.

Los modelos de Arduino se categorizan en placas de desarrollo, placas de expansión (shields), kits, accesorios e impresoras 3d.

Placas

Arduino Galileo16, Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Due, Arduino Yún, Arduino Tre (En Desarrollo), Arduino Zero, Arduino Micro, Arduino Esplora, Arduino Mega ADK, Arduino Ethernet, Arduino Mega 2560, Arduino Robot, Arduino Mini, Arduino Nano, LilyPad Arduino Simple, LilyPad Arduino SimpleSnap, LilyPad Arduino, LilyPad Arduino USB, Arduino Pro Mini, Arduino Fio, Arduino Pro, Arduino MKR1000/Genuino MKR1000, Arduino MICRO/Genuino MICRO, Arduino 101/Genuino 101, Arduino Gemma.

Placas de Expansión (Shields)

Arduino GSM Shield, Arduino Ethernet Shield, Arduino WiFi Shield, Arduino Wireless SD Shield, Arduino USB Host Shield, Arduino Motor Shield, Arduino Wireless Proto Shield, Arduino Proto Shield.

Accesorios

TFT LCD Screen, USB/Serial Light Adapter, Arduino ISP, Mini USB/Serial Adapter.

Impresoras 3d.

¿Qué es Arduino?

Arduino es una plataforma de *hardware* libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios (Amangandi, 2012).

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (*open-source*) basada en *hardware* y *software* flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como *hobby* y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.

Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el *Arduino Programming Language* (basado en *Wiring*) y el *Arduino Development Environment* (basado en *Processing*).

Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con *Flash*, *Processing*, *MaxMSP*, etc.).

Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse pre ensambladas; el *software* se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del *hardware* (archivos CAD) están disponibles bajo licencia *open-source*, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades. Arduino recibió una mención honorífica en la sección *Digital Communities* del *Ars Electrónica Prix* en 2006 (López, 2012).

¿Por qué Arduino Mega?

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. *Parallax Basic Stamp*, *Netmedia's BX-24*, *Phidgets*, *MIT's Handyboard* y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar. Arduino también simplifica el proceso de trabajo

con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y aficionados interesados sobre otros sistemas.

- **Barato:** Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras.
- **Multiplataforma:** El *software* de Arduino se ejecuta en sistemas operativos *Windows*, *Macintosh* *OSX* y *GNU/Linux*. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a *Windows*.

SOFTWARE

Entorno de programación

El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Está convenientemente basado en el entorno de programación *Processing*, de manera que estudiantes aprendiendo a programar en ese entorno estarán familiarizados con el aspecto y la imagen de Arduino.

Código abierto y software extensible: El *software* Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino.

Código abierto y *hardware* extensible: El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia *Creative Commons*, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero.

Una de las ventajas más grandes que tiene Arduino, es que poseen librerías para prácticamente cualquier componente externo que se le quiera acoplar haciendo innecesario aprenderse el *datasheet* del componente y desarrollar el *software* necesario para adquirir los valores de un sensor de temperatura.

Varias librerías con las que cuenta Arduino:

- **EEPROM:** librería con funciones de escritura y lectura de la memoria *EEPROM* del dispositivo
- **Ethernet:** librería para el uso de este protocolo en presencia del *Shield Arduino Ethernet*.
- **GSM:** librería para la transmisión/recepción y procesamiento de GSM.
- **Servo:** librería exclusiva para el uso de servo motores, muy útil en robótica.
- **Wi-fi:** librería para el uso del *shield de Wifi*.

Gracias a su versatilidad, Arduino se ha convertido en la placa de desarrollo con la que prácticamente se puede hacer de todo, desde automatizar tu hogar u oficina, aplicaciones en robótica como cerebro de un robot has ser utilizado como nodos de tecnologías *WSN* (Redes de sensores inalámbricos). Entre sus aplicaciones más conocidas están:

- Control y monitoreo de sensores.
- Efectos con leds.
- Transportes (Transmisores/receptores)
- Educación.
- Monitoreo ambiental.
- Biomedicina.
- Telemedicina.
- Domótica.
- Robótica.

Materiales utilizados en el Proyecto de Automatización

Servomotor De Rotación Continua 5.5 Kg



Fig. 1 Servomotor de Rotación Continua 5.5 kg

Servomotor de rotación continua con torque de 5.5 kg-cm. El punto de reposo por defecto es con un pulso alto de 1.5 ms, si se aplica un pulso alto mayor a 1.5 ms el servo girara al sentido contrario de las manecillas del reloj, si el pulso alto es menor a 1.5 ms el servo girará al sentido de las manecillas del reloj (llamas, informática, 2016).

Especificaciones:

- Torque: 5.5 kg-cm
- Velocidad: 0.22 s/60°
- Rango de rotación: 360°
- Peso: 38g
- Dimensiones: 37 x 40 x 20 mm
- Tipo de engranaje: Plástico
- Tipo de conector: Hembra
- Periodo: 20 ms
- Voltaje: 4.8 – 6 v
- Ancho pulso: 1.0 – 2.5 ms
- Temperatura: 0° a 55°

Módulo Reloj en Tiempo Real DS3231



Fig. 2 Modulo Reloj en Tiempo Real DS3231.

El DS3231 es un reloj en tiempo real de alta exactitud que cuenta con un oscilador a cristal con compensación de temperatura (TCXO). El dispositivo incorpora una entrada para batería auxiliar y mantiene la cuenta precisa del tiempo incluso cuando la energía es interrumpida. La integración del cristal en el propio integrado asegura la exactitud a largo plazo del reloj.

El RTC DS3231 mantiene registro de segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año. La fecha es ajustada automáticamente a final de mes para meses con menos de 31 días, incluyendo las correcciones para año bisiesto. Otras características interesantes del DS3231 son sus 2 alarmas programables que pueden generar interrupciones a una hora/fecha programada y la salida de onda cuadrada programable que puede ser utilizada por otras partes del circuito como base de tiempo. El DS3231 se comunica con el microcontrolador a través del bus I2C con solamente 2 pines que pueden ser compartidos por varios dispositivos como memorias EEPROM, Expansores de IO, Controladores PWM, etc. En este módulo acompañando al DS3231 tenemos una memoria I2C que puede ser utilizada para almacenar datos requeridos por la aplicación del usuario. Esta memoria comparte los mismos pines del bus I2C (SDA y SCL) (Illamas, ingeniería e informática, 2016).

Características del Módulo Reloj en Tiempo Real DS3231:

- RTC Alta exactitud, maneja todas las funciones para el mantenimiento de fecha/hora.
- Exactitud de ± 2 ppm operando a una temperatura de 0°C a $+40^{\circ}\text{C}$.

- Módulo cuenta con reloj DS3231 y memoria EEPROM I2C.
- Cuenta con batería de respaldo.
- Registro de segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año con compensación de años bisiestos hasta 2100.
- El DS3231 Incluye sensor de temperatura con exactitud de +/- 3 grados centígrados.
- 2 alarmas programables por hora/fecha.
- Salida de señal cuadrada programable.

Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22



Fig. 3 Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22.

Rollo de 100 metros de cable estañado calibre 22 varios colores (MercadoLibre, 2018)

Características:

- Cable estañado para conexiones.
- Calibre 22 AWG.
- Temperatura máxima: 105°C.
- Diámetro exterior: 1,7 mm.
- 1000 Volts máximo.
- Útil para conexión de circuitos electrónicos.

Colores utilizados: Negro, Amarillo, Morado y Verde.

¿Qué es el pastoreo?

Es un concepto que se emplea para nombrar al proceso y a las consecuencias de pastorear. Este verbo, por su parte, refiere a trasladar al ganado a un terreno en el que pueda alimentarse con pasto y plantas. El pastoreo puede definirse como el consumo directo del pasto por el ganado en el campo. Es, por tanto, el sistema más simple y barato de convertir esa materia vegetal producida por medio de la fotosíntesis de los organismos autótrofos (productores primarios) - que en sí misma no tiene valor para el hombre - en productos directamente útiles para él y con valor económico (carne, leche, cuernas, lana, trabajo, etc.) mediante la actuación de los fitófagos, o productores secundarios. Evidentemente, el proceso provoca pérdidas de energía y otros principios nutritivos, pero consigue poner en valor recursos que antes no lo tenían. Por eso, hasta hace pocas décadas, el pastoreo se centraba solamente en esos recursos vegetales: los que no podían ser utilizados para la alimentación humana; los que sí tenían esa aptitud (cereales, leguminosas-grano y otros) quedaban reservados exclusivamente para tal uso. En la actualidad, la mejora de la situación económica y social y el incremento en la demanda de productos alimenticios de origen animal no sólo permite el empleo de esos recursos para alimentación del ganado, sino que lo convierte en habitual, con la consiguiente pérdida de energía que supone el consumo de productores secundarios en vez de primarios (Cantor, 2008).

¿Qué es un sistema de pastoreo?

Son alternativas de uso de las pasturas por los animales en pastoreo. La finalidad básica de un sistema de pastoreo es: lograr mantener una alta producción de forraje de alta calidad durante el mayor período de tiempo. Mantener un balance favorable entre las especies forrajeras (gramíneas y leguminosas). Obtener una eficiente utilización de forraje producido y lograr una producción ganadera rentable.

Sin embargo, en cualquiera de los sistemas de pastoreo utilizados, el animal, en menor o mayor magnitud, actúa negativamente sobre la pastura, debido a:

- Compactación del suelo, con una disminución de la aireación y de la infiltración.
- Lesiones mecánicas a las plantas y desperdicio del material vegetativo por efecto del pisoteo, de la orina y de las heces.
- Alteración del balance natural entre especies forrajeras por susceptibilidad de las mismas al pisoteo y defoliación.

Tipos de Pastoreo

Pastoreo continuo

Se refiere a un sistema extensivo de pastoreo en el cual el animal permanece durante un período prolongado en el mismo potrero. Este sistema es generalmente utilizado en los pastos naturales en los cuales por su escasa producción y crecimiento no se justifica la subdivisión de potreros. Por regla general, la capacidad de carga de estos sistemas es relativamente bajo, los potreros se subpastorean durante la época de lluvia y se utilizan en exceso durante las épocas secas, con el consiguiente deterioro de la cobertura forrajera.

Este sistema favorece la propagación de las malezas, infestación de parásitos de los animales, una inadecuada distribución de las heces y orina en la pastura y especialmente, un deficiente aprovechamiento del forraje.

Características del Pastoreo continuo:

- Por lo general se usa gran extensión de tierra.
- Poca inversión.
- El hato permanece junto.
- El animal selecciona el pasto.
- No hay descanso.
- Puede haber deterioro del potrero.

Pastoreo rotacional

Es la práctica en la cual los animales se mueven de un potrero a otro con el fin de utilizar más eficientemente toda la pastura.

Se refiere a un sistema intensivo de manejo de pasturas, en el cual el área de pastoreo se subdivide en cierto número de potreros o apartados y se hace que el ganado utilice los mismos en forma rotacional, aprovechándolos por períodos cortos y permitiéndoles un tiempo adecuado para su recuperación. Su aplicación solo se justifica cuando se trabaja con una pastura mejorada de altos rendimientos; cuando se dispone de animales de alto potencial de producción; cuando conjuntamente se aplican ciertas prácticas agronómicas en el manejo de pastos y cuando se trabaja con una alta carga animal.

La longitud del período de pastoreo depende de la disponibilidad del forraje, del tamaño del potrero y del número de animales en el lote. El período de recuperación está influenciado por el grado de crecimiento y producción de la especie.

Básicamente, el sistema persigue la máxima utilización de los pastos cuando están en crecimiento y muestran un mayor valor nutricional, permitiéndoles un adecuado período de recuperación. Esta máxima utilización debe ser en el menor tiempo posible, para evitar el consumo o daño por animal de los rebrotes y una consecuente debilidad de la plántula por el agotamiento de sus reservas radiculares (M., 1988)

Características del Pastoreo rotacional:

- Caminan menos los animales.
- Menor cantidad de malezas.
- Mayor inversión inicial.
- Mayor cantidad de alimento.
- El animal selecciona menos.
- Recuperación del pasto.
- Mejor distribución de heces y orina.
- El animal consume un pasto de mejor calidad.

Tipos de pastoreo rotacional:

- Circular.
- En franjas.
- Lateral.
- Carril central.

Pastoreo diferido

Este sistema implica el descanso de algunos potreros durante ciertos períodos antes de iniciarse la época seca para utilizarlos durante la misma. La práctica de conservar “heno en pie” es un ejemplo.

La desventaja de este sistema es que, para el tiempo que el animal utiliza los potreros, el pasto por su excesiva madurez muestra una aceptabilidad y valor nutricional muy pobre, contribuyendo exclusivamente una ración de mantenimiento.

Pastoreo cero

El ganado se confina y se manejan los potreros por medio de Corte. Se necesitan construcciones, equipo de cosecha, manejo de animales y sobre todo suficientes lluvias y riego. Si hay recursos, es un sistema rentable, y sobre todo en vacas lecheras.

¿Qué es el pastoreo rotacional intensivo?

El pastoreo rotativo es un sistema que implica el uso de por lo menos dos potreros y que permite "rotar" el ganado entre ellos, lo que resulta en un periodo de pastoreo seguido de uno de descanso. El número de potreros en el sistema rotacional puede variar desde 2 hasta 60. Uno de los beneficios más interesantes que se obtienen de la rotación es cómo se amansan los animales.

Entre las ventajas que el sistema rotativo tiene sobre el continuo tenemos:

- Generalmente, la producción total de forraje aumenta con el sistema rotativo, lo que resulta en mayor densidad de población o mayor producción de heno por hectárea.
- Se puede cosechar heno en un potrero mientras se pastorea el otro.
- Los campos son pastoreados más uniformemente y no se ven las zonas sobrepastoreadas rodeadas de zonas de pastos intactos (como se ve con el pastoreo continuo).
- La tasa de engorde de los animales de cría es generalmente más alta si se usan pastos perennes pastoreados rotativamente.

El pastoreo rotativo es efectivo porque da a las plantas tiempo para descansar, y suministra a los animales grandes cantidades de forraje de buena calidad. En varios estudios se ha mostrado que los potreros de gramíneas permanentes llegan al máximo de su rendimiento NDT (nutrientes digestibles totales) alrededor de los 28 días de recuperación. En el ciclo del desarrollo de una planta, la calidad total es mayor el primer día de recuperación. La planta está tierna, fresca y su contenido NDT es muy alto, pero todavía hay muy poco forraje presente cuando la planta no tiene más que un día.

¿Qué es el cerco eléctrico?

Un sistema de seguridad muy efectivo que puede ser utilizado de forma individual o en conjunto con otros equipos de seguridad como ser alarmas y cámaras. A su vez cumplen una doble función, por un lado impiden el ingreso a la propiedad al rodear el perímetro de la misma con un cerco electrificado con un bajo amperaje (da un shock fuerte pero no es mortal), y por otro lado cumplen una función psicológica sobre el delincuente que lo disuade de tomar la decisión de violentar la propiedad, pues éste preferirá siempre un objetivo más vulnerable.

Los cercos eléctricos no son mortales para el mal viviente que intenta irrumpir en la propiedad protegida, pues los mismos son fabricados bajo normativas de seguridad que garantizan sólo repeler al invasor con un fuerte shock que sólo atonta y disuade de volver a intentar un ingreso no autorizado.

¿Cuál es la ventaja de usar cerco eléctrico?

El usar cerco energizado, tiene algunas ventajas como:

- Económicamente se ahorra de un 50 a un 80% tanto en material como en mano de obra, en comparación con cercados tradicionales.
- El cerco eléctrico es rápido y fácil de construir.
- Su mantenimiento es mínimo.
- Elimina la presión del ganado sobre las cercas.
- Mucho más fácil de retirarlo en caso necesario.

El material necesario para construir un cerco eléctrico es el siguiente:

- Postes.
- Aisladores de jalón tipo huevo y de sostén tipo carrete.
- Alambre liso calibre No. 12.
- Pinzas.
- Pala.
- SERRUCHO.
- Machete.
- Hacha.
- Aparato pulsador de corriente.
- Madera de 2' x 16" y 1.5 mts.
- Varilla de cobre.
- Terminales.
- Alambre ahulado sencillo No. 12.
- Clavos de 3 pulg. En caso de que no exista corriente 110, se puede utilizar un acumulador o bien un aparato energizados de energía solar.

¿A qué distancia se colocan los postes en un cerco eléctrico?

La distancia de un poste a otro en el cercado eléctrico dependerá primeramente del objetivo, número de hilos que forman dicho cerco y donde está construido el mismo; podemos mencionar por ejemplo en praderas bajo riego, para ganado bovino lechero con un solo hilo, la distancia entre postes puede ser de 30 mts, para ovino-caprino con tres hilos a 20 mts., y para bovinos de carne becerros, con dos hilos a 25 mts.

¿Qué altura deben tener los hilos de alambre en el cerco eléctrico?

La altura y número de hilos de alambre que forman el cerco eléctrico será variable, y esto dependerá de la especie animal y propósito con que se trabaje. con ganado bovino lechero, será suficiente con un solo hilo a una altura de 90 cm; con ganado bovino para carne, ganado liviano, serán necesario dos hilos, el primero separado del suelo a 60 cm, y el segundo separado del primero 40 cm, sumando una altura de un metro, ambos deberán ser positivos, es decir, llevarán corriente. Para ovinos caprinos se utilizarán tres hilos: el primero a 20 cm del suelo y deberá ser positivo (+), el segundo a 25 cm separado del primero y será negativo (-) y el tercero separado a 25 cm del segundo y será positivo (+). en caso de utilizar cerco eléctrico en el agostadero, el cercado con más hilos sería para ovino caprinos, en éste caso se requiere un mínimo de siete hilos alternados, es decir, un positivo y otro negativo; los primeros tres, separados a 16 cm, el cuarto separado a 20 cm del tercero, el quinto separado a 25 cm del cuarto hilo, el sexto a 25 cm del quinto y el séptimo a 25 cm del sexto sumando una altura de 1.43 mts. Su objetivo es defender a los ovinos caprinos de predadores como son los coyotes.

¿Qué tipos de aisladores se utilizan en el cerco eléctrico?

Los aisladores más comúnmente usados son de jalón y de sostén; ambos pueden ser de porcelana, plástico y vidrio. El aislador para jalón es del tipo huevo, su objetivo es aislar la corriente del poste y además, se usa al inicio y al final del cercado.

El aislador para sostén, la función es aislar el alambre con corriente del poste y sostenerlo para conservar su altura y separación de otros alambres. Para este tipo existen diversas presentaciones o modelos, como el tipo rosca para postes de varilla, tipo presión para postes de fierro y el tipo para clavo para postes de madera.

¿Qué es un pulsador o energizador?

El pulsador, es un aparato cuyo objetivo es recibir la corriente directa y transformarla en forma intermitente, es decir, cada segundo dirige una cantidad de energía por el alambre positivo, la cual dura fracciones de segundos. Algunos pulsadores o energizadores tienen características especiales en transformar la energía para mantenerla o aumentarla.

¿Cuántos tipos de aparatos energizadores se pueden usar en el cercado eléctrico?

Existen una gran variedad de aparatos energizadores de corriente, dentro de los más comunes y conocidos están: el de corriente eléctrica, corriente eléctrica y acumuladores de 6 y 12 volts, energía solar. Y dentro de los mismos se cuentan con modelos y series distintos, algunos para distancias de 2, 6, 10, 25 hasta 50 kg de cercado.

¿Qué cuidados se deberá tener para proteger al cerco eléctrico?

El equipo de un cerco eléctrico deberá contar con los siguientes cuidados:

- Contar con un pararrayos con el propósito de proteger el aparato.
- En caso de lluvias, proteger al aparato con una cubierta aislada.
- Al quitar un cerco, enrollar bien el alambre evitando cortar a éste, en las uniones o en los extremos, y protegerlo del sol y de la lluvia.
- Quitar con cuidado los aisladores y guardarlos en bolsas de plástico y protegerlos del sol y de la lluvia.

¿Cómo se enseña al ganado a que respete el cerco eléctrico?

Una forma práctica de que el ganado aprenda a respetar el cerco eléctrico, consistente en colocar listones de colores vistosos en el alambre separados a 15 mts uno del otro, éstos se moverán con el viento, al animal se le despertará la curiosidad por acercarse y verlos; al tocar el alambre recibirá la descarga. Otra forma consiste en acomodar varias personas estratégicamente formando una valla para obligar al animal a que se acerque al alambre, para que haga contacto con la línea conductora de energía.

El animal al conocer que este tipo de alambre le ocasiona daño al hacer contacto con él, lo respetará y evitará pasar al otro potrero. Incluso en períodos en que no exista corriente lo seguirá respetando (Universidad de Missisipi, 2013).

VII. PROCEDIMIENTO

Se usó un Microcontrolador AtMega 2560 de la familia Atmel que cuenta con 54 pines digitales de entrada/salida (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, una conexión USB, un conector de alimentación y un botón de reinicio, dos Servomotores de Rotación Continua con capacidad de peso de 5.5 kg, con alimentación permitida de 3.3V a 5V y una variedad de engranes para el mismo, realizando una modificación en uno de ellos, fabricando uno de doble vista, un Módulo Temporizador Digital (RTC), con modalidad de alimentación externa y una batería propia, cable para circuitos electrónicos calibre 22. Se inició con la colocación de los Servomotores de Rotación Continua a cada lado del cerco con su respectivo engrane modificado, ya que en él se colocó el hilo que realizó el enrollado para la movilización del cerco eléctrico, los cables de alimentación y datos de los mismos, debido a que son muy cortos. Se soldó con el cable calibre 22, para así poder conectarse al Microcontrolador.

Cada uno de los Servomotores se conectó a los respectivos pines para su energización (VCC y GND) y de igual forma conectarse a pines digitales para su respectiva programación (PINES DIGITALES 2 Y 3). Posteriormente, se instaló el Módulo Temporizador Digital (RTC) para poder llevar el control de tiempo y así accionar los Servomotores y poder realizar la movilización del cerco eléctrico. El Módulo Temporizador Digital (RTC) se conectó a su respectiva energización (VCC y GND) y a los pines SDA y SCL para realizar el mapeo de datos.

Terminando el proceso de conexiones, se procedió a la programación precisa y clara del Microcontrolador. Una vez detectado por el Módulo Temporizador Digital (RTC) el tiempo declarado en la codificación, los dos servomotores entraron en función, un servomotor movió el cerco hacia adelante mientras el otro era de empuje, ambos moviéndose en contra de las manecillas del reloj, donde el cerco se movió para la siguiente sección y nuevamente los dos servomotores se detuvieron al término del movimiento del cerco y el temporizador se reinició y empieza el ciclo del tiempo programado.

7.1 Instalación del Sistema Operativo Fedora 26 Workstation

Se procede a realizar la instalación insertando el DVD o USB a la computadora, al iniciar elegir la primera opción dando un **Enter**, a continuación arrancará el sistema (Fig. 4).

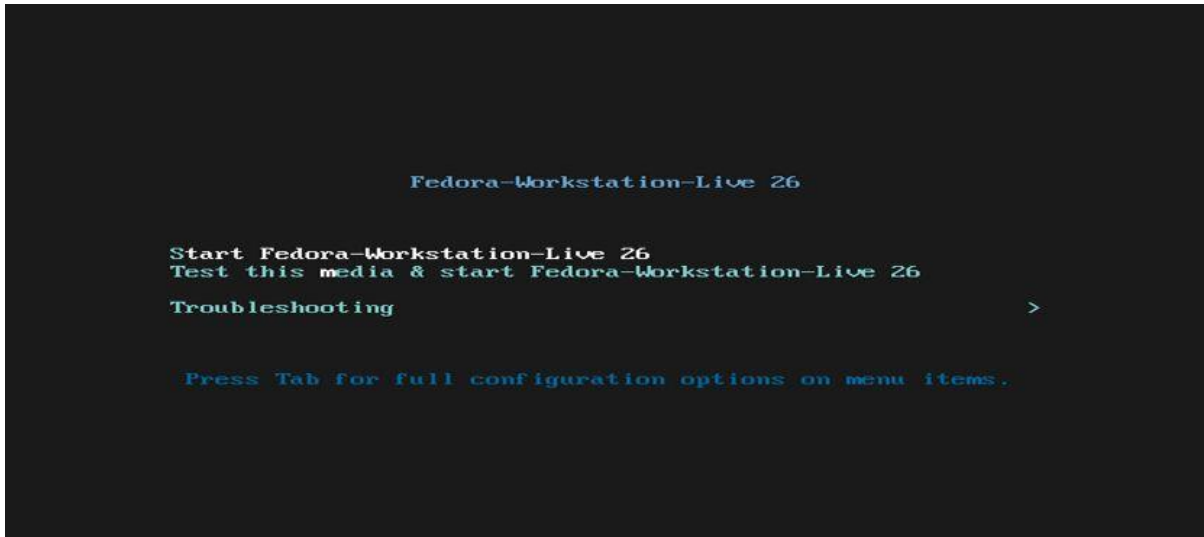


Fig. 4 Inicio de instalación de Fedora 26 Workstation.

Una vez dado **Enter** se desplegará la siguiente ventana (Fig. 5), en el cual tendrá la posibilidad de probar Fedora 26 sin instalarlo o bien instalarlo directamente en el disco duro. Seleccionar la opción **Install to Hard Drive** para comenzar la instalación (Fig. 5).



Fig. 5 Opciones de Instalación.

Después seleccionar el lenguaje de instalación (Fig. 6).

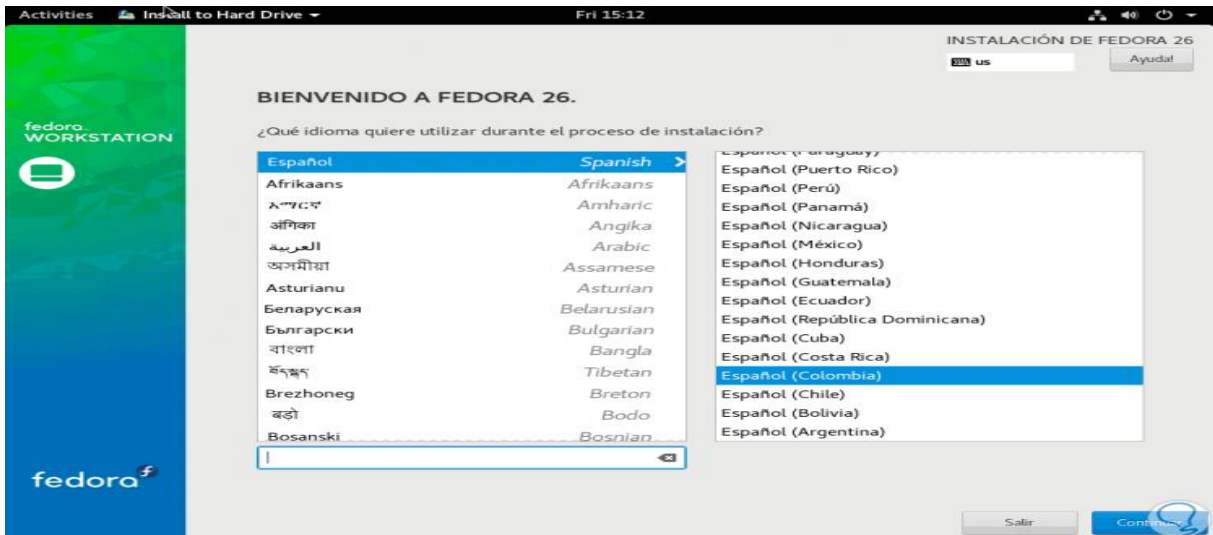


Fig. 6 Selección de Idioma.

A continuación se podrá configurar el idioma del teclado, la hora y fecha del sistema, la red a la cual se conectará y el nombre del equipo. Uno de los puntos más básicos es definir los valores del sistema que es donde y como se instalara Fedora 26, para esta configuración dar clic en **Destino de la instalación** (Fig. 7).



Fig. 7 Configuraciones Básicas.

Aquí se visualiza el disco duro donde se instalará Fedora 26, una vez seleccionado dar clic en el botón **Hecho** (Fig. 8).



Fig. 8 Selección de Disco para Instalación.

Dar clic en el botón **Empezar instalación** para comenzar el proceso de instalación de Fedora 26 (Fig. 9).



Fig. 9 Continuación de Instalación.

Después aparecerán estas 2 opciones, para configuración de **Contraseña de Root** y la **Creación de Usuario** (Fig. 10).



Fig. 10 Configuración de Contraseña de Root y Creación de Usuario.

Proceder a configurar la **Contraseña de Root** (Fig. 11).

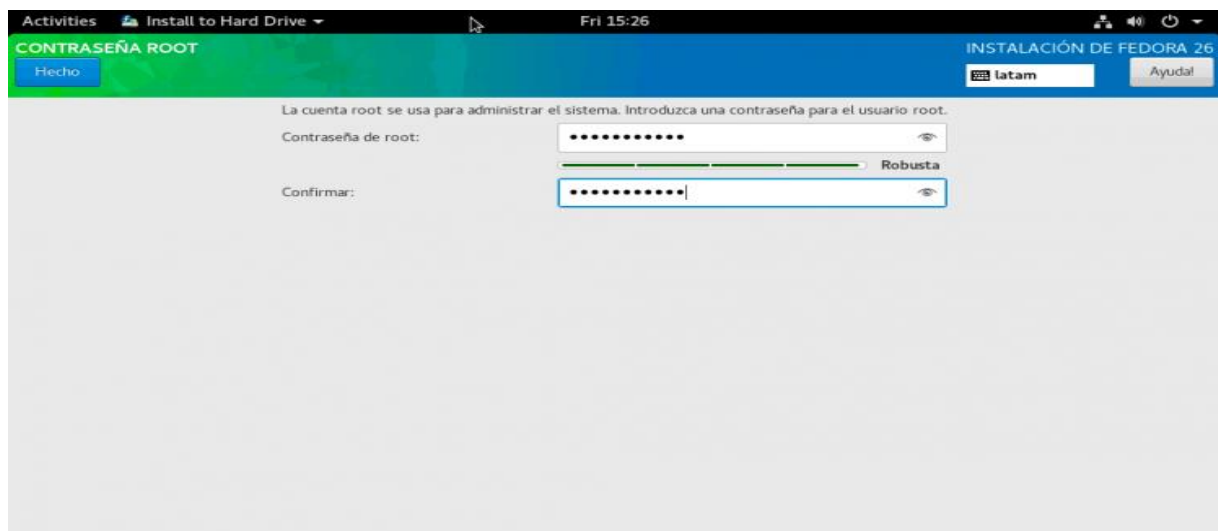


Fig. 11 Contraseña de Root.

Después configurar el usuario, cuando se termine de configurar, dar clic en **Hecho** (Fig. 12)

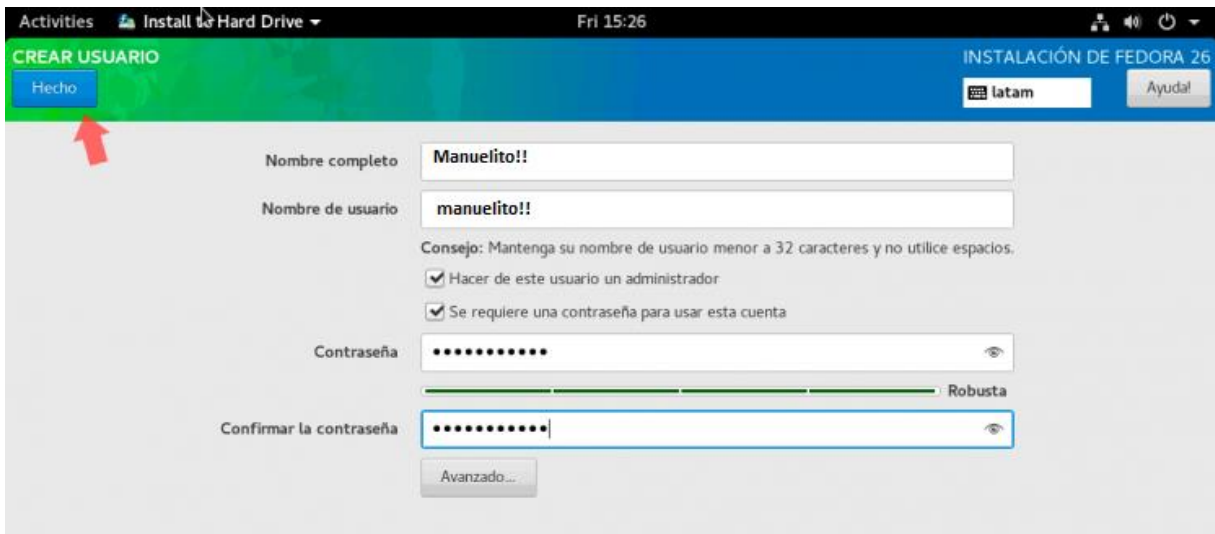


Fig. 12 Creación de Usuario.

Se procederá con la instalación de Fedora 26 Workstation (Fig. 13).



Fig. 13 Instalación de Software.

Una vez concluida la instalación, dar clic el botón **Salir**, y automáticamente se reiniciará el sistema (Fig. 14).

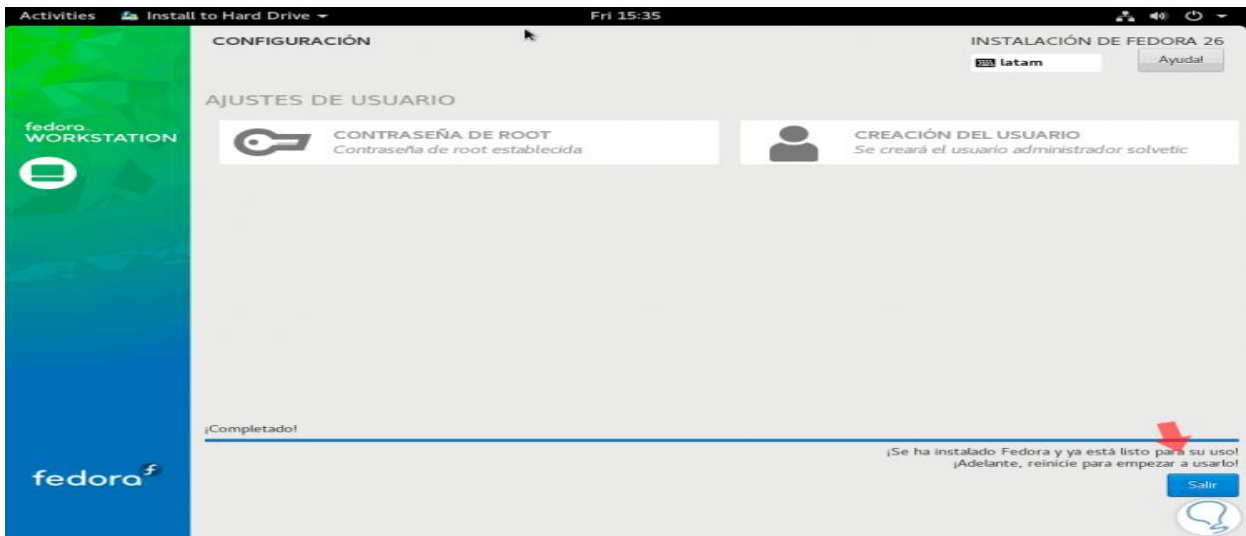


Fig. 14 Fin de Instalación.

Una vez finalizado el proceso de reinicio será necesario ingresar la contraseña del usuario creado anteriormente (Fig. 15).

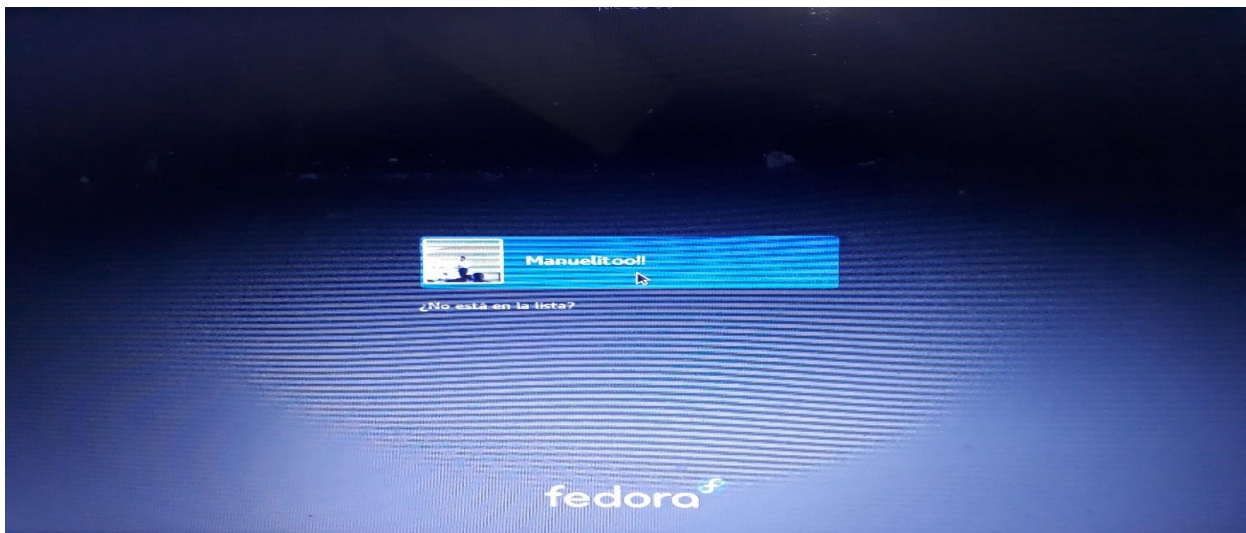


Fig. 15 Iniciar Sesión.

Después aparecerá ya la pantalla del escritorio de Fedora 26 Workstation (Fig. 16).

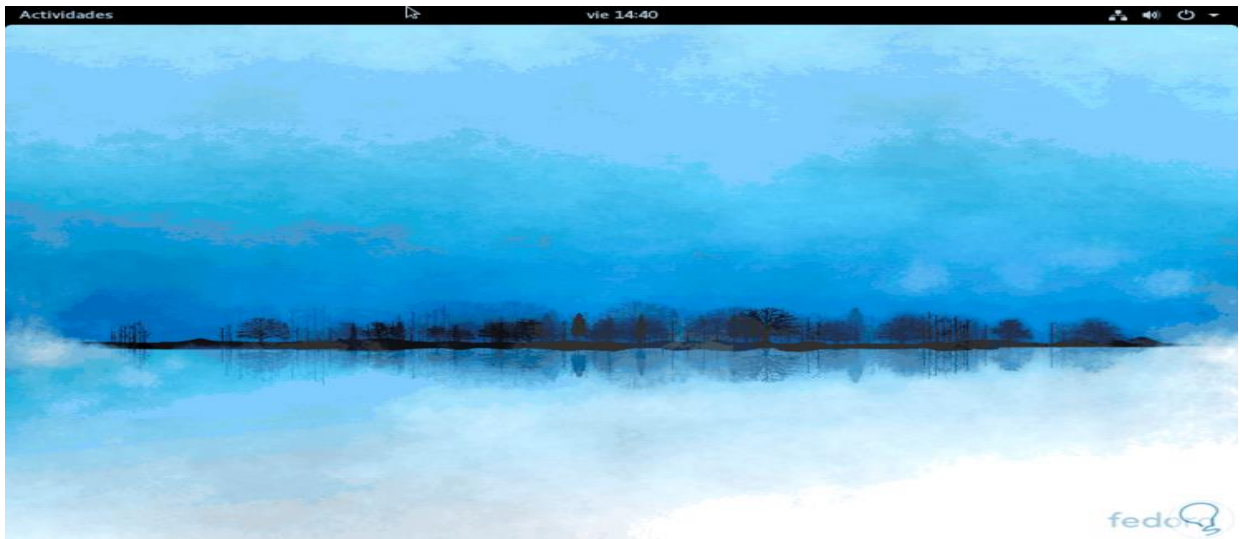
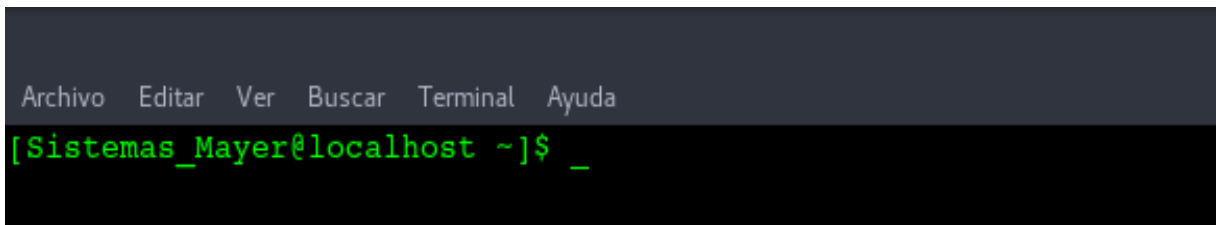


Fig. 16 Escritorio de Fedora 26 Workstation.

7.2 Instalación del Entorno de Programación (Arduino IDE)

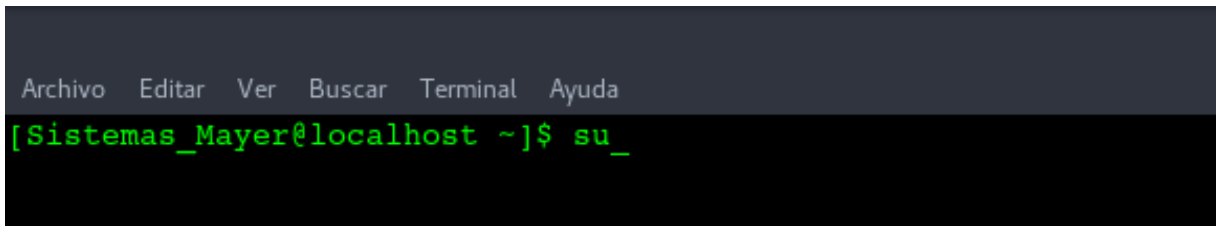
Abrir la terminal en nuestro SO (Sistema Operativo) Fedora 26 Workstation (Fig. 17).



```
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
[ Sistemas_Mayer@localhost ~ ]$ _
```

Fig. 17 Inicio de Terminal.

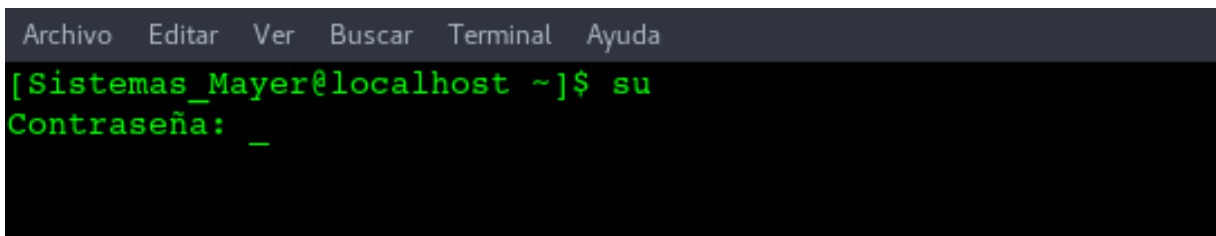
Ingresar a usuario root (Fig. 18).



```
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
[ Sistemas_Mayer@localhost ~ ]$ su _
```

Fig. 18 Ingresar a SuperUsuario.

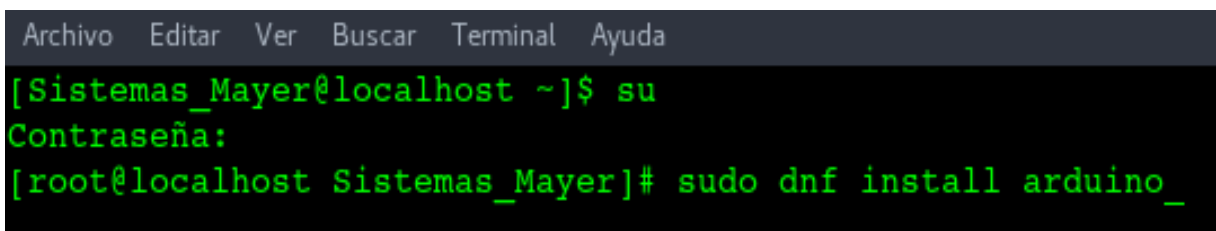
Colocar contraseña (Fig. 19).



```
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
[ Sistemas_Mayer@localhost ~ ]$ su
Contraseña: _
```

Fig. 19 Contraseña del SuperUsuario.

Escribir el siguiente comando “**sudo dnf install arduino**”, lo cual nos permitirá descargar el Software y los paquetes necesarios (Fig. 20).



```
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
[ Sistemas_Mayer@localhost ~ ]$ su
Contraseña:
[ root@localhost Sistemas_Mayer ]# sudo dnf install arduino _
```

Fig. 20 Comando de instalación de Arduino IDE.

Solo basta aceptar la instalación de los paquetes y estará listo el entorno (Fig. 21).

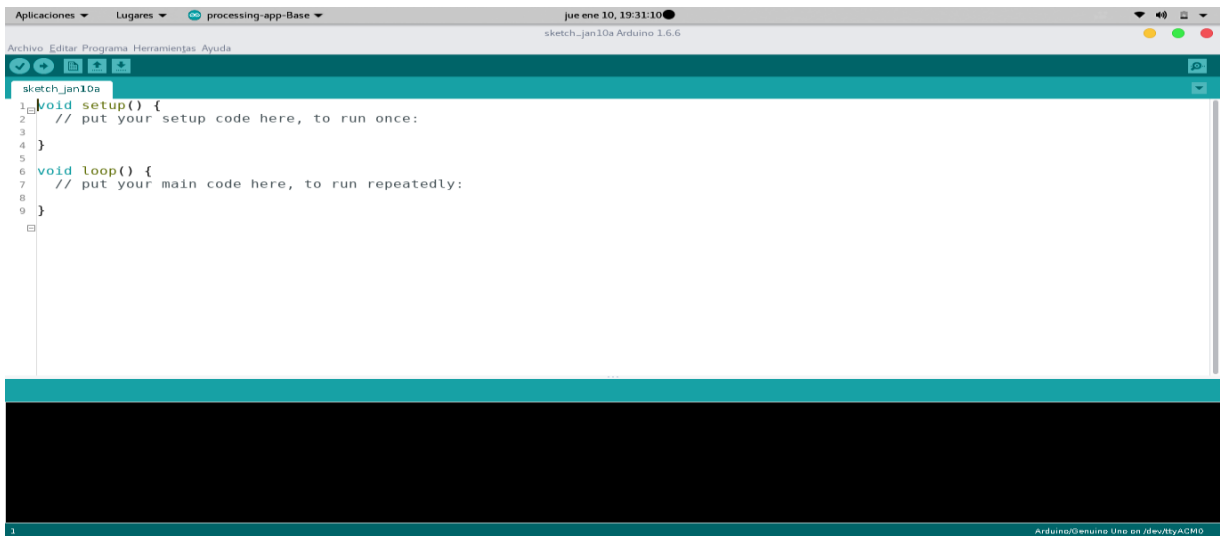


Fig. 21 Entorno de Arduino IDE.

7.3 Instalación del Software SketchUp Pro 2018

Iniciar sesión en el SO (Sistema Operativo) Windows 7, ya que el Software hasta la fecha solo está disponible en este entorno (Fig. 22).



Fig. 22 Sistema Operativo Windows 7.

Seleccionar el Instalador y dar clic derecho sobre él y seleccionamos **Ejecutar como administrador** (Fig. 23).

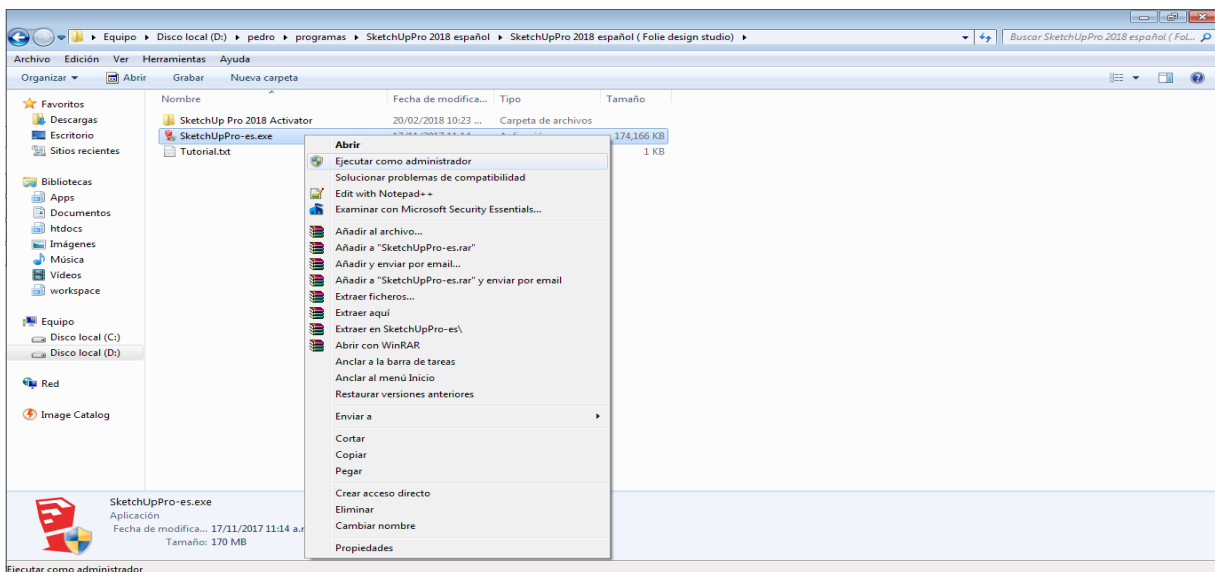


Fig. 23 Ejecutar como Administrador.

Brinda la bienvenida al Asistente de instalación y otorga una pequeña introducción sobre en qué consiste el Software y lo que podrá realizar con el mismo, una vez analizado la información, dar clic en **Siguiente** (Fig. 24).

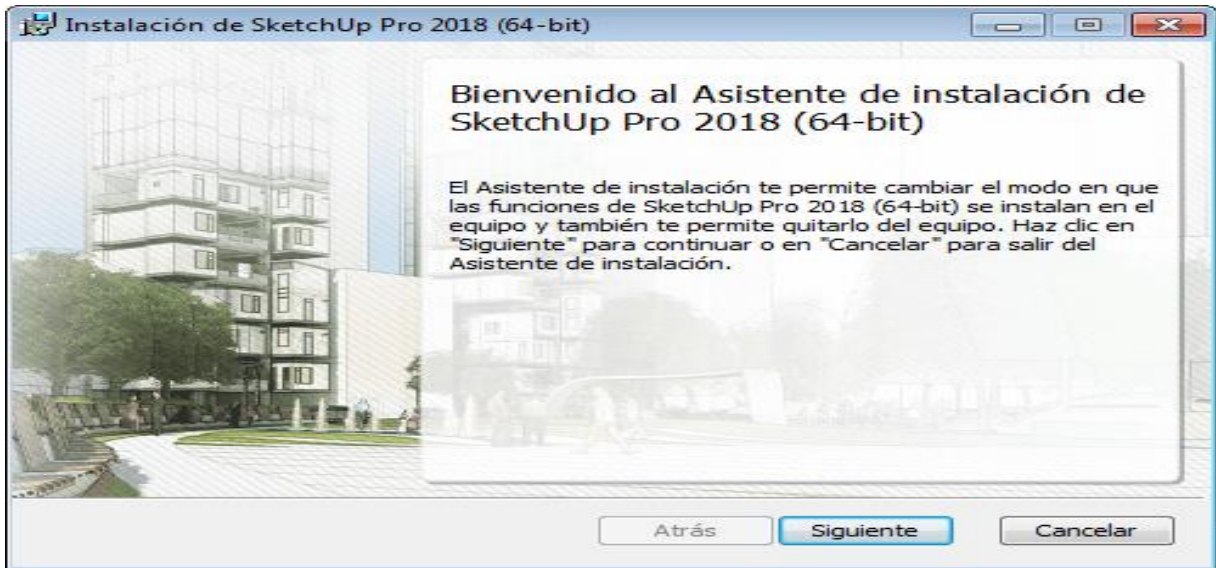


Fig. 24 Asistente de instalación de SketchUp Pro 2018.

Por default otorga una ruta de la carpeta donde se instalará el software, dar clic en **Siguiente** (Fig. 25).

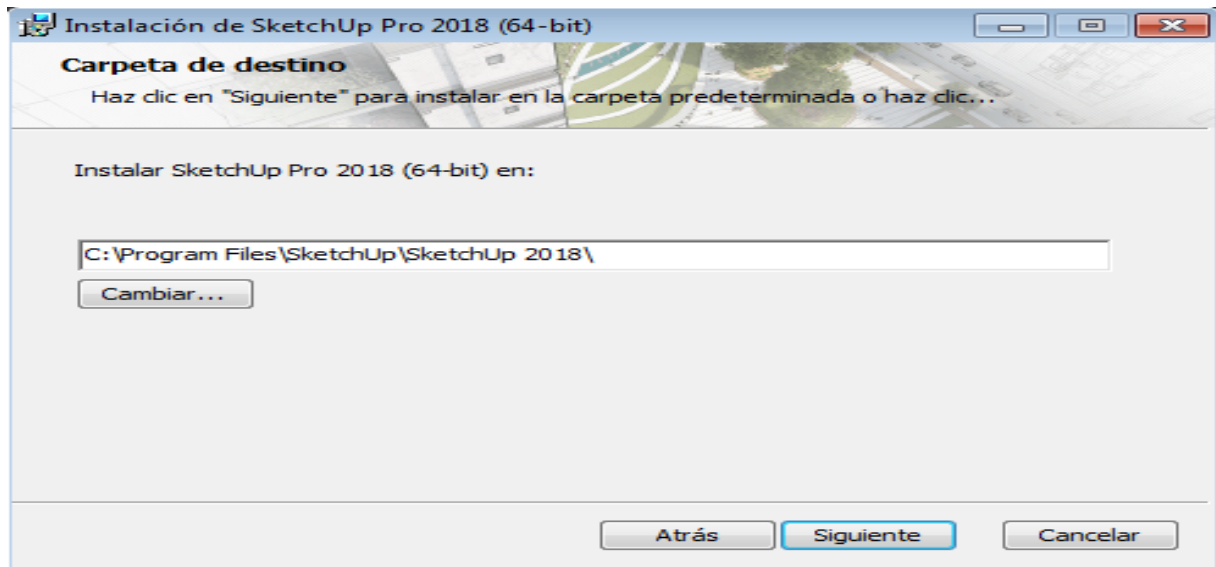


Fig. 25 Carpeta de Destino.

Dar clic en **Instalar** (Fig. 26).

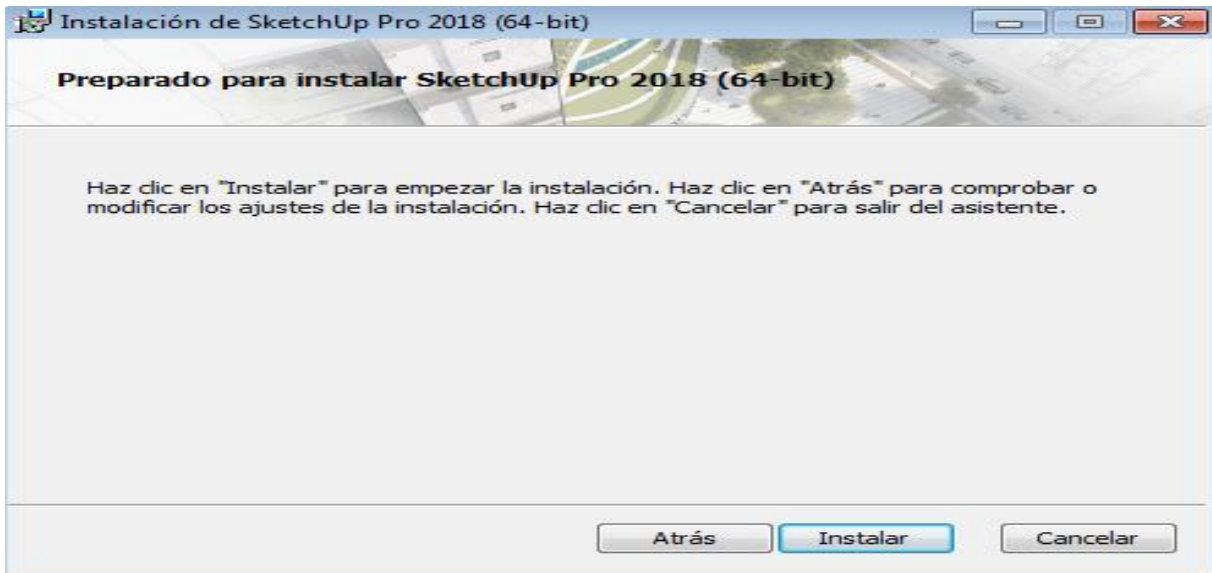


Fig. 26 Preparación de la Instalación.

Esperar a que finalice el proceso (Fig. 27).

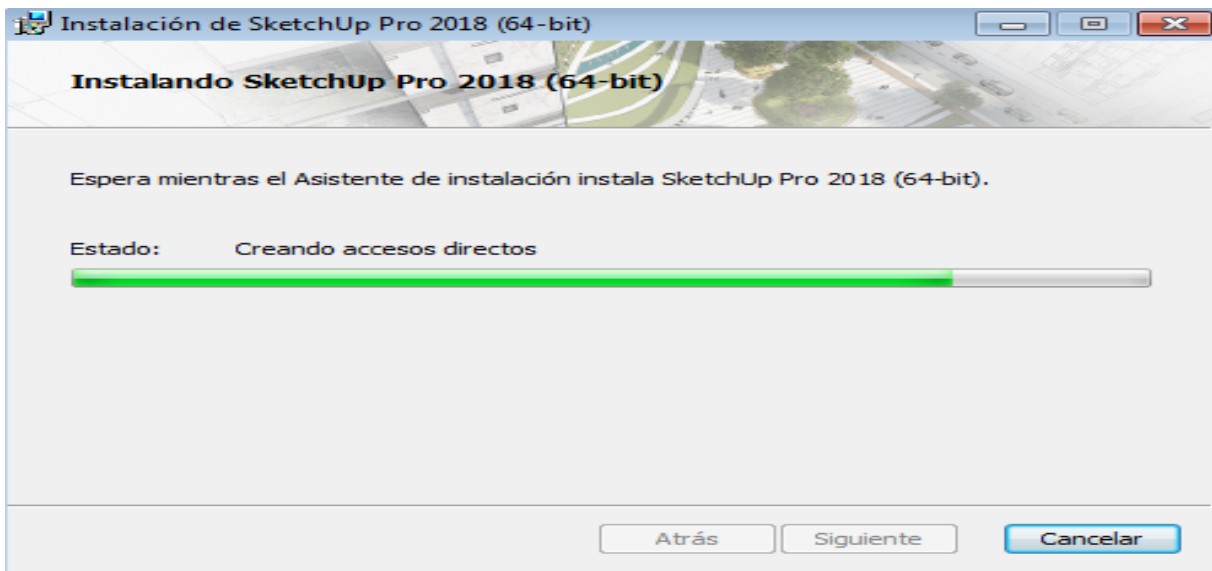


Fig. 27 Instalando.

Dar **Finalizar** para terminar el proceso de instalación (Fig. 28).

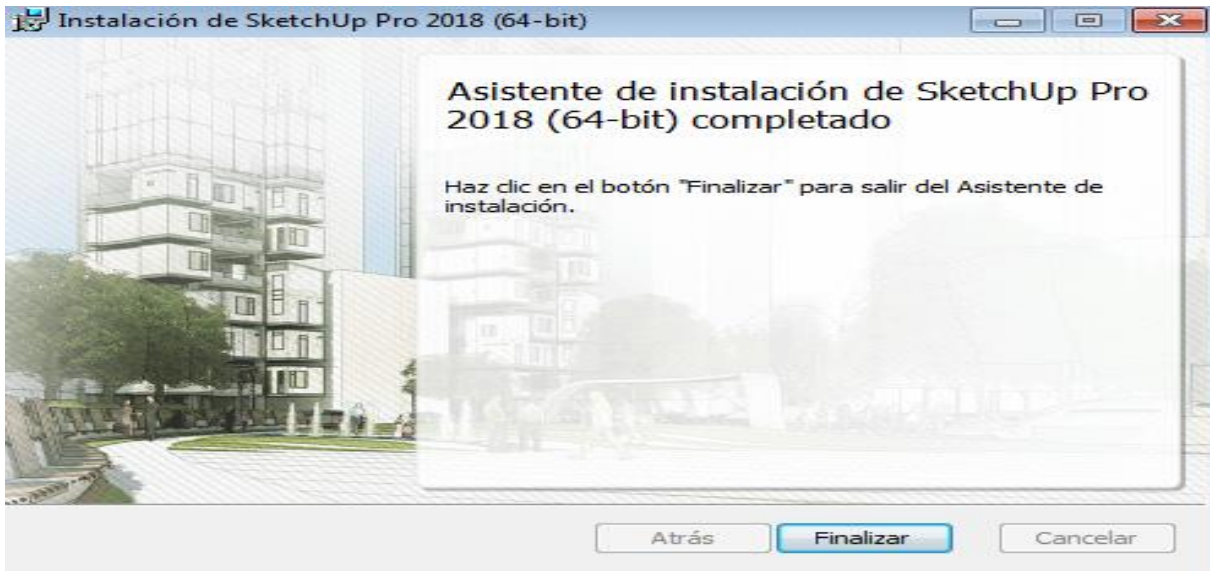


Fig. 28 Finalizar proceso de Instalación.

Dar doble clic en el icono que se creó en el escritorio para abrir el Software de SketchUp Pro 2019, y dar clic en **Empezar a utilizar SketchUp** (Fig. 29).



Fig. 29 Empezar a utilizar SketchUp.

Muestra del área de trabajo para el diseño del prototipo (Fig. 30).

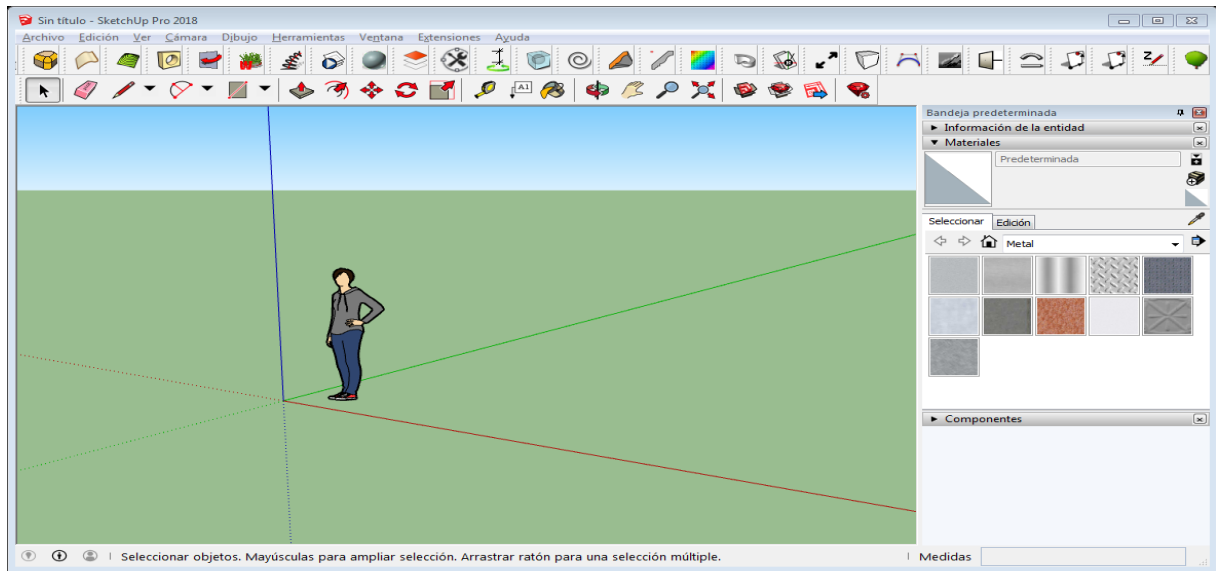


Fig. 30 Área de Trabajo.

7.4 Diseño del Prototipo en el software SketchUp Pro 2018

Trazo del perímetro del terreno de trabajo que se encuentra en el Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Huejutla, específicamente en el área ovina (Fig. 31).

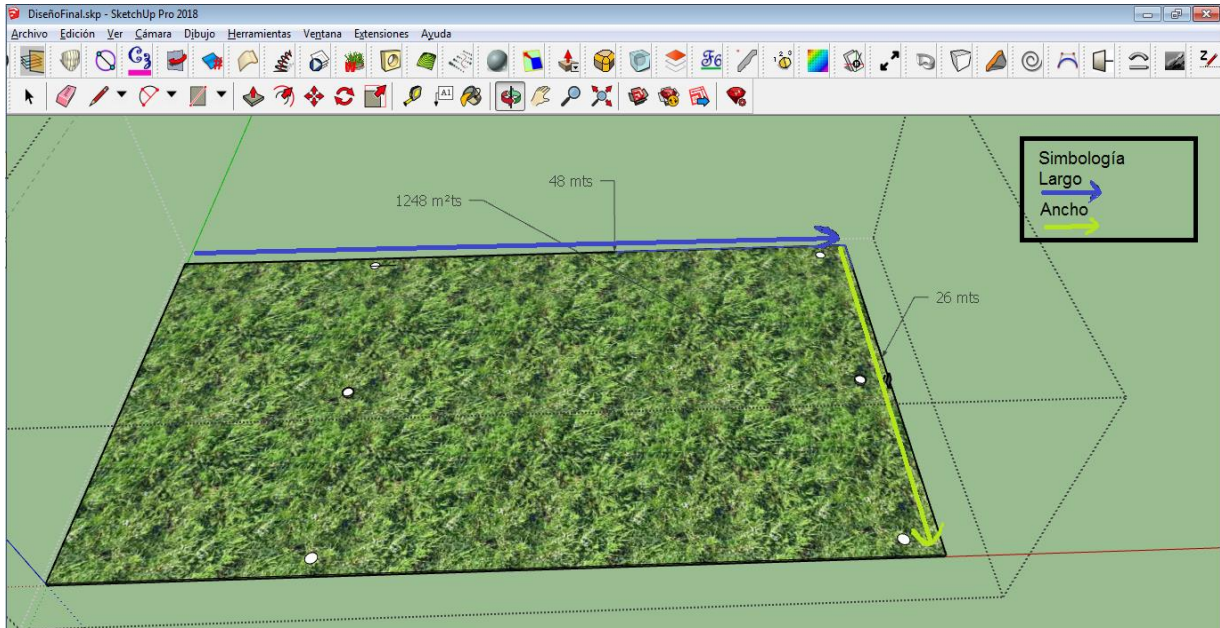


Fig. 31 Trazo del perímetro del terreno.

Diseño de los postes (Fig. 32).

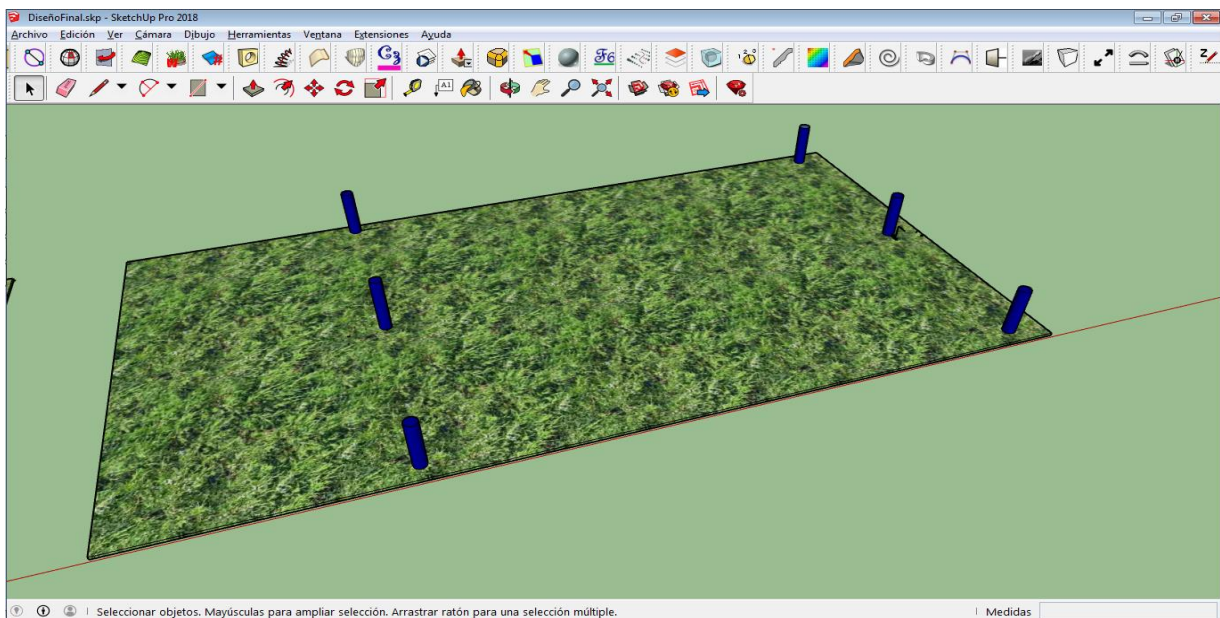


Fig. 32 Diseño de los postes.

Diseño de la instalación del Alambre Triple Galvanizado calibre 12.5 (Fig. 33).

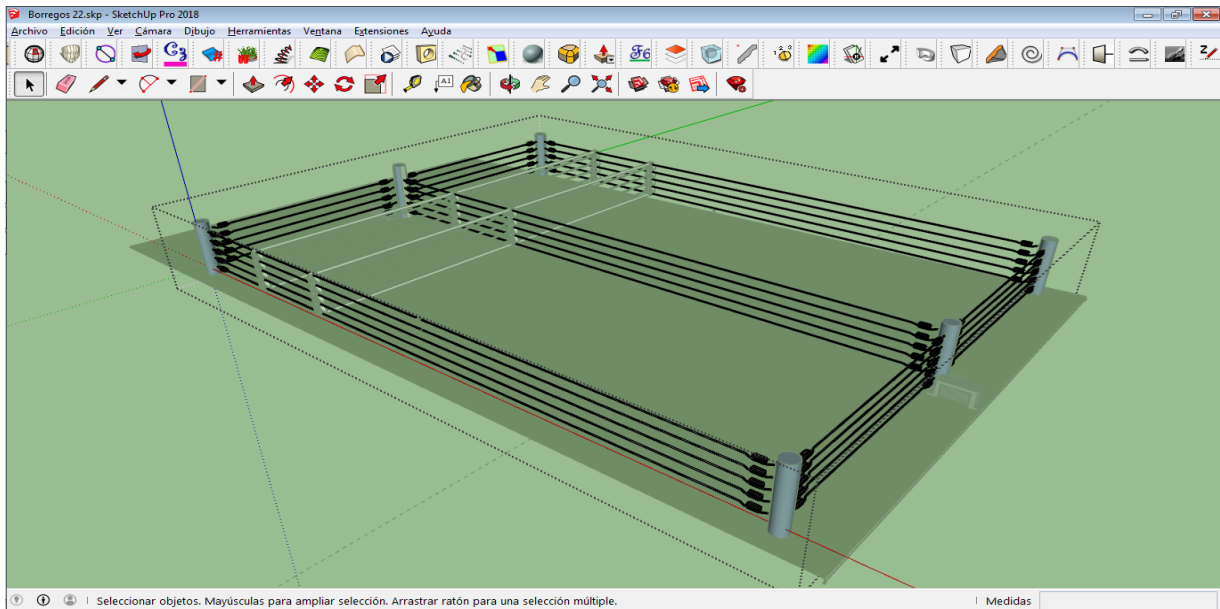


Fig. 33 Diseño del cerco perimetral.

Diseño de la instalación del Sistema de poleas (Fig. 34).

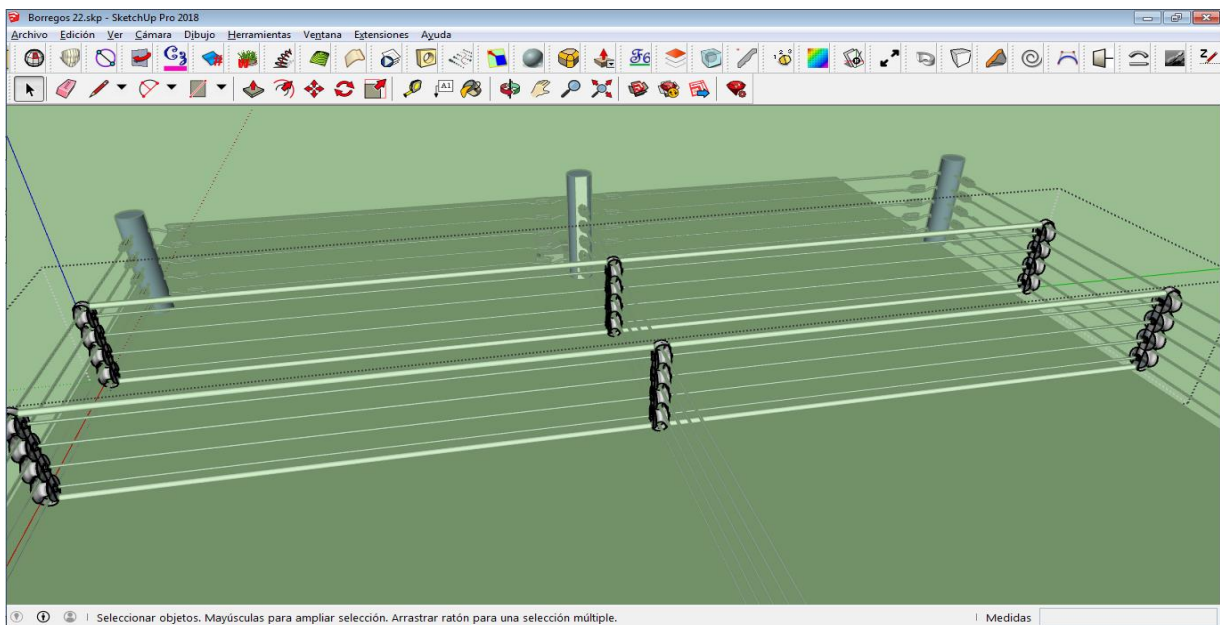


Fig. 34 Diseño del sistema de poleas.

Diseño de las guías de soporte para el sistema de poleas (Fig. 35).

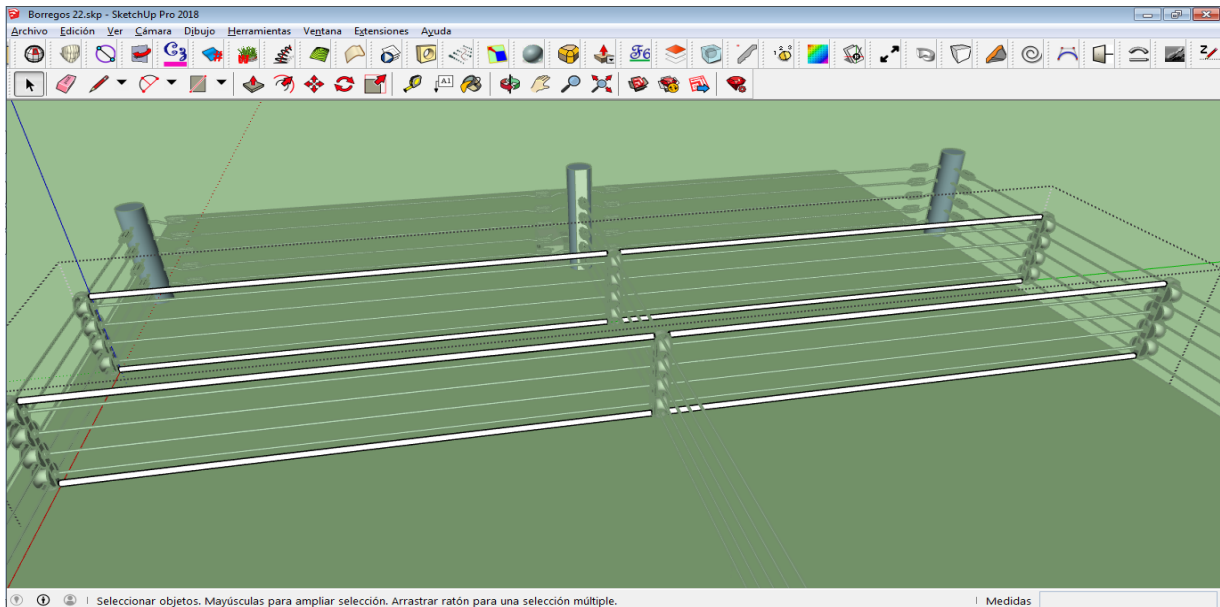


Fig. 35 Diseño de las guías de soporte

Diseño y puesta del cerco eléctrico móvil, simulación del hilo Poliwire (Fig. 36).

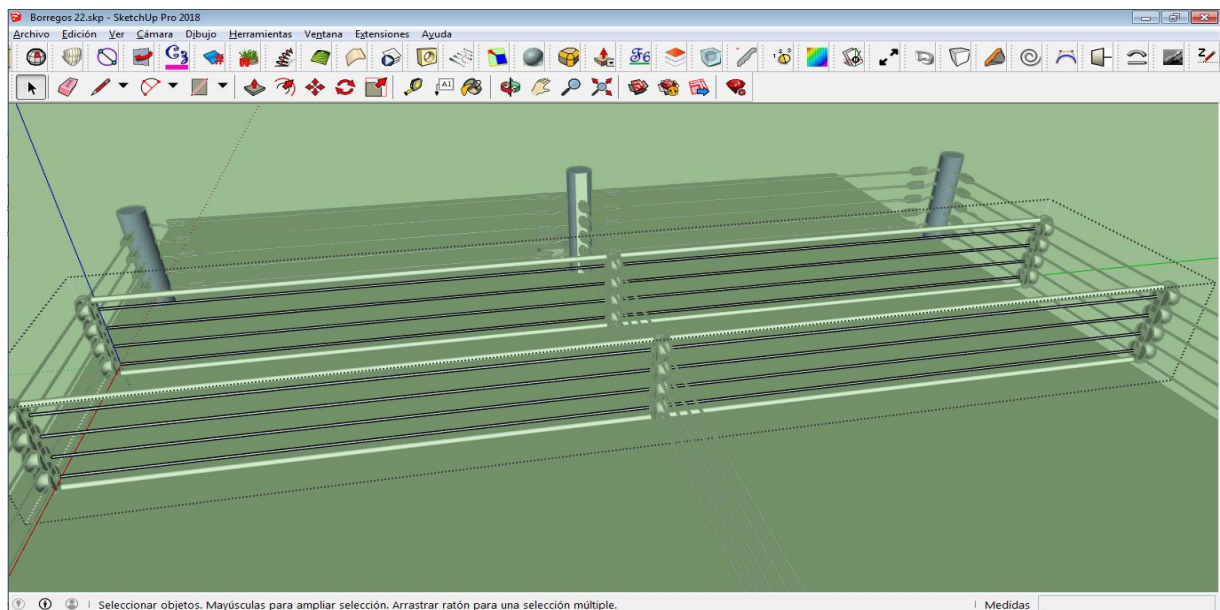


Fig. 36 Simulación del hilo Poliwire.

Diseño y colocación de los Servomotores de rotación continua (Fig. 37).

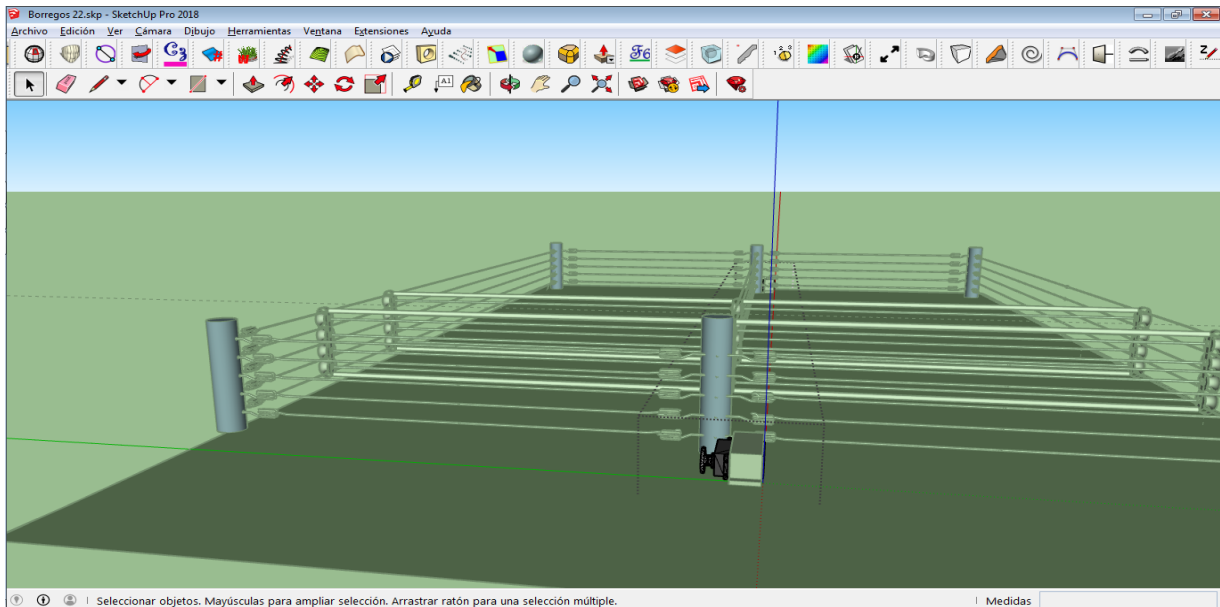


Fig. 37 Diseño de los Servomotores de Rotación Continua.

Diseño terminado del cerco eléctrico perimetral y el cerco eléctrico móvil (Fig. 38).

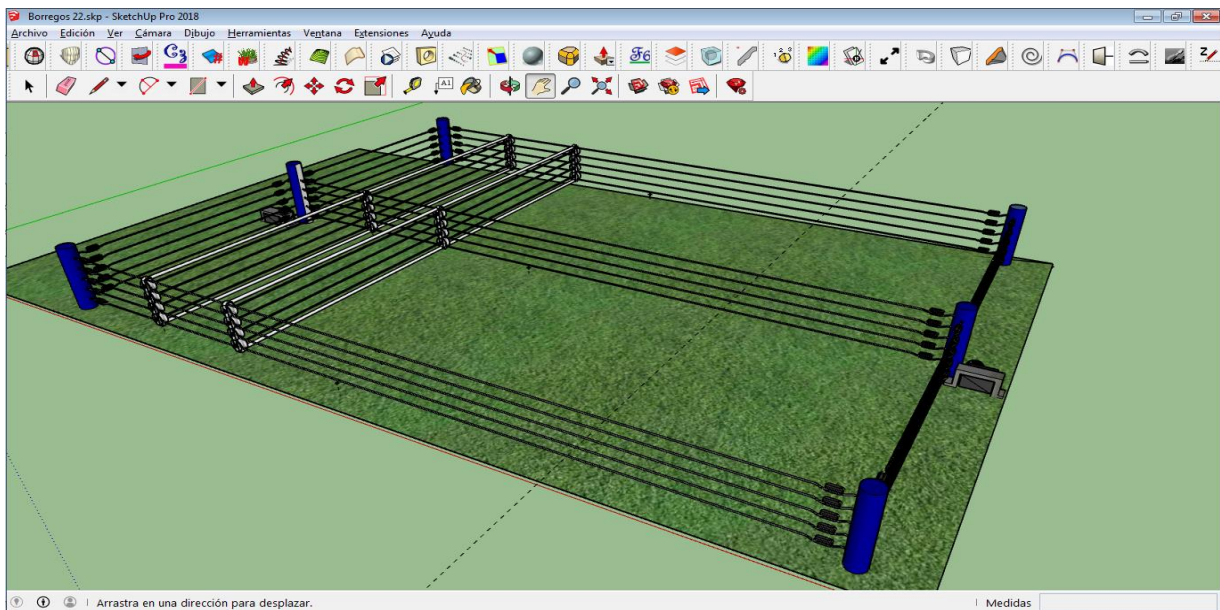


Fig. 38 Cerco eléctrico perimetral y cerco eléctrico móvil.

Diseño y colocación de la cadena a los servomotores que servirá para la movilización del cerco interno (Fig. 39).

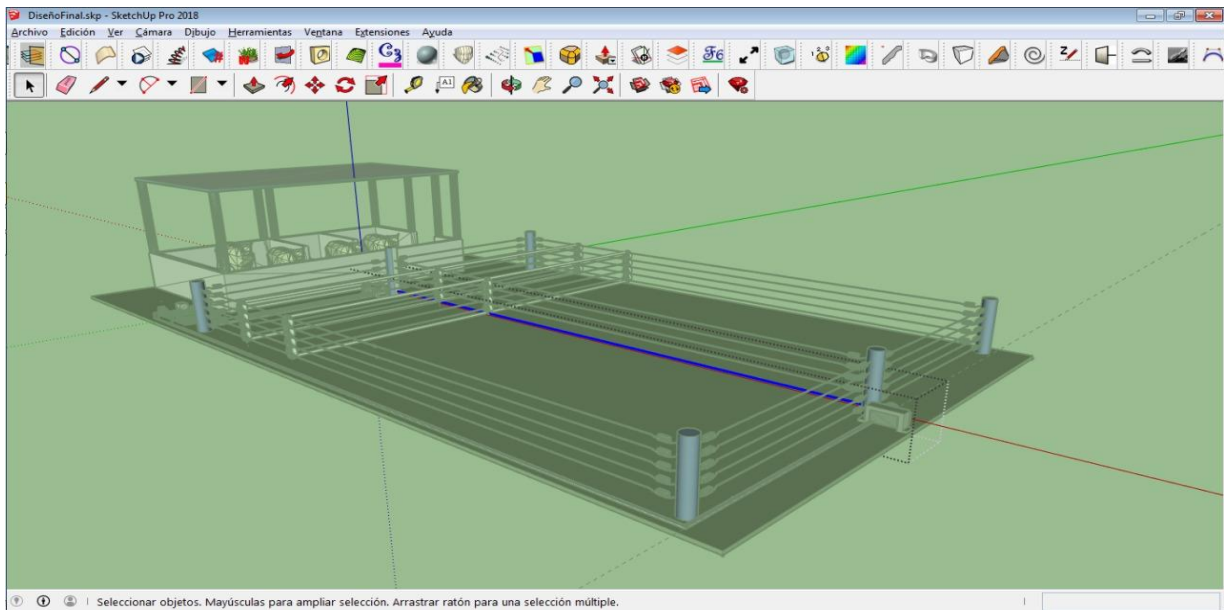


Fig. 39 Diseño y colocación de la cadena.

Llegando a este paso, se realizó la conexión de los dispositivos en la simulación, en base al diseño electrónico (Fig. 40).

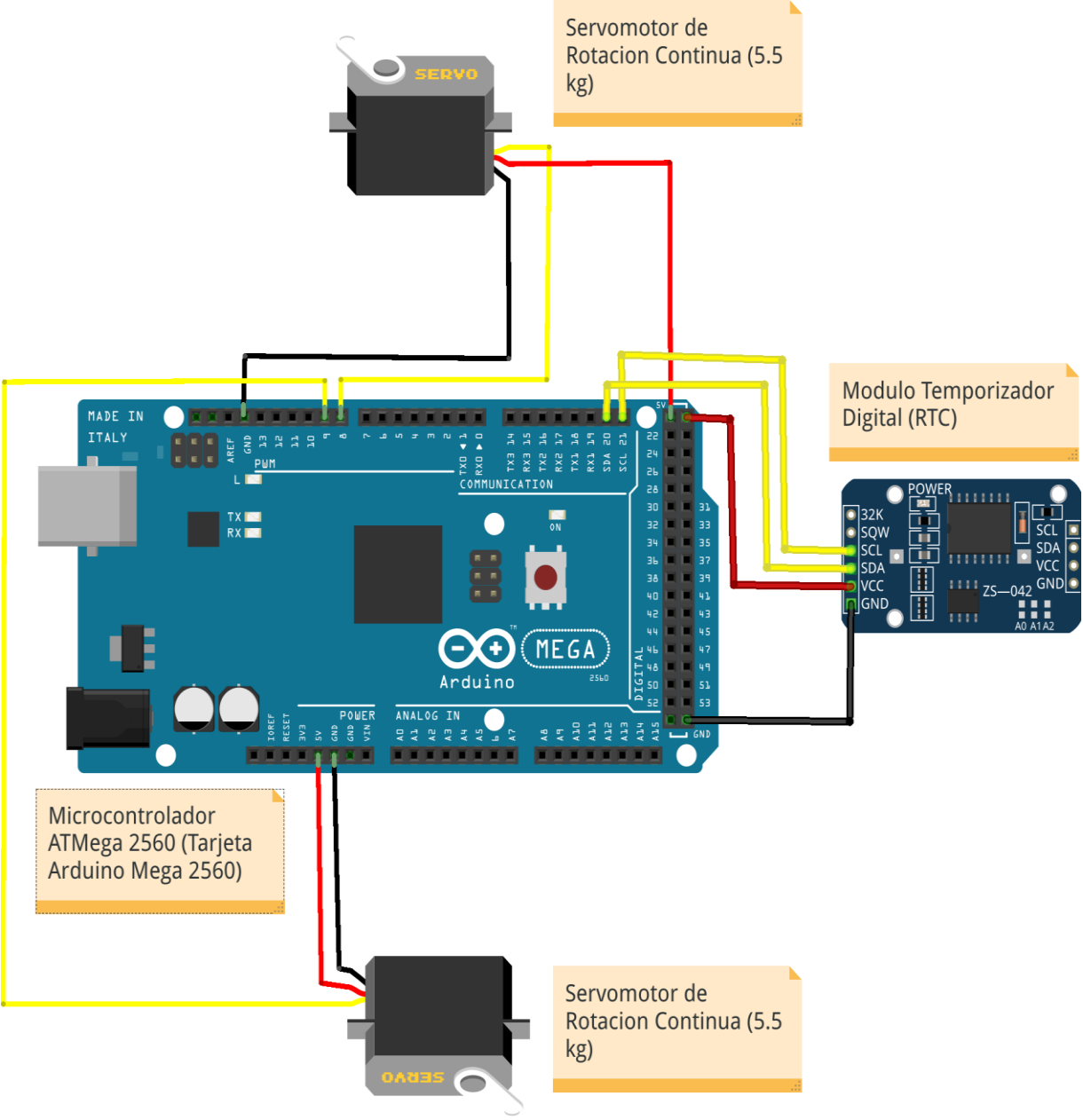


Fig. 40 Diseño electrónico de conexiones.

Diseño y montaje de la placa del microcontrolador ATmega 2560 (Tarjeta arduino), (Fig. 41).

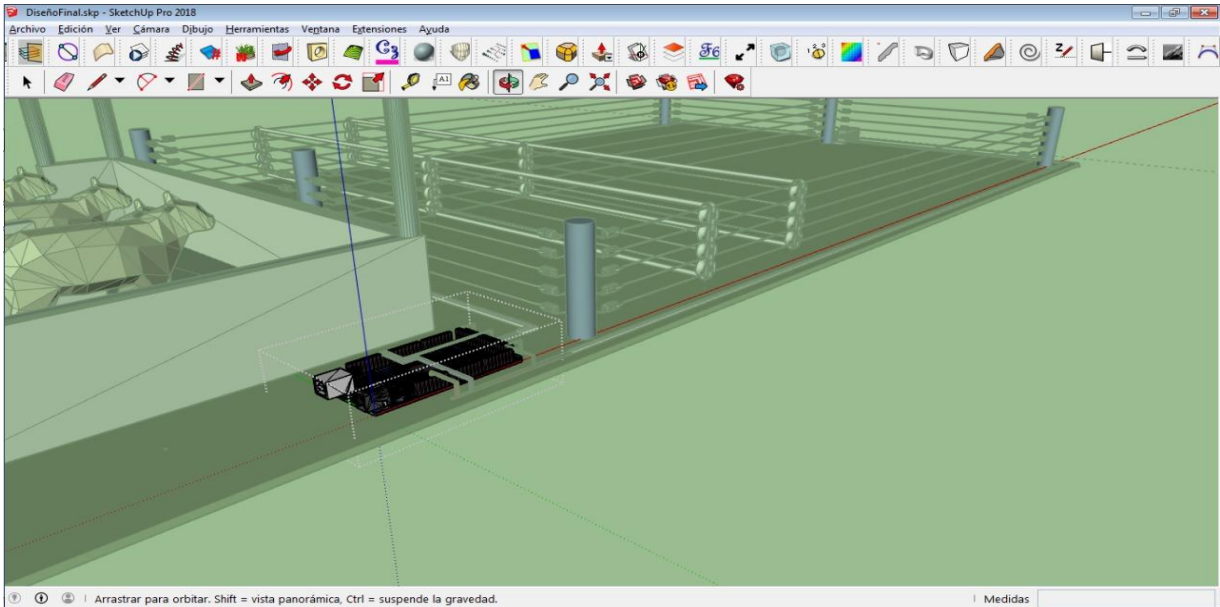


Fig. 41 Diseño y montaje del microcontrolador ATmega 2560.

Diseño y proceso de conexión de los Servomotores de rotación continua a la placa del microcontrolador ATmega 2560 (Fig. 42).

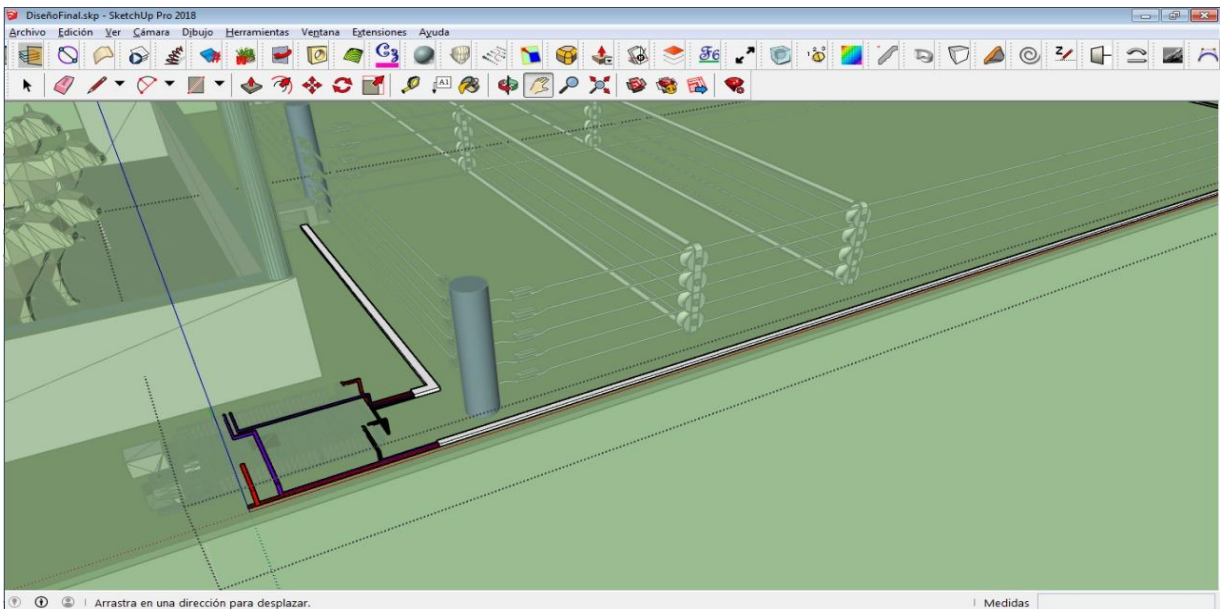


Fig. 42 Diseño y proceso de conexiones.

Diseño del prototipo terminado vista de 2 ángulos (Fig. 43 y 44).

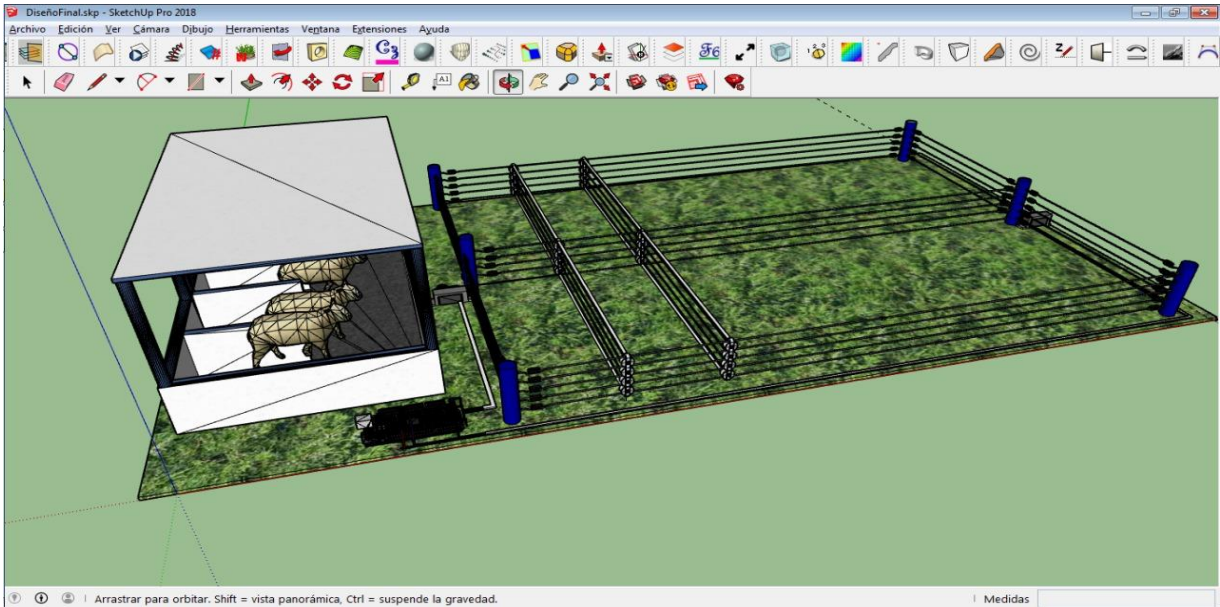


Fig. 43 Prototipo terminado (Ángulo 1).

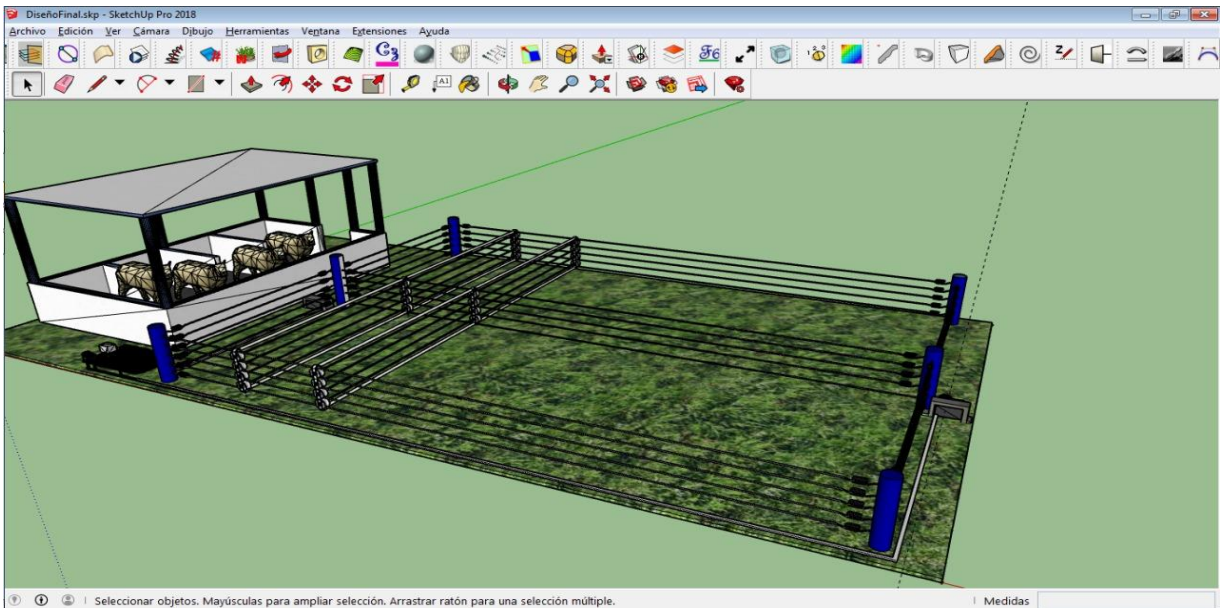


Fig. 44 Prototipo terminado (Ángulo 2).

7.5 Construcción de la Maqueta Demostrativa

Una vez terminado el diseño en el Software Sketchup Pro 2018, se realizó la construcción de la maqueta demostrativa con la cual se participó en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT) 2018, usando medidas a escala del terreno con el que cuenta el Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Huejutla en donde en un futuro no muy lejano se instalará el módulo demostrativo, comenzando con la preparación de la base, recreando el área de trabajo donde se instalará el mismo (Fig. 45).



Fig. 45 Preparación de la base para la maqueta demostrativa.

Colocación de postes a escala en la maqueta (Fig. 46) y recreación del área ovina (Fig. 47 y 48).



Fig. 46 Colocación de los postes.



Fig. 47 Recreación del área ovina (Ángulo 1).



Fig. 48 Recreación del área ovina (Ángulo 2).

Puesta de pasto artificial para la recreación del pasto natural (Fig. 49).



Fig. 49 Colocación del pasto artificial.

Construcción de la Cerca electrificada movable (Fig. 50).



Fig. 50 Construcción de la Cerca electrificada movable.

Instalación de la jaula y de los Servomotores de Rotación Continua a cada lado del cerco eléctrico (Fig. 51).



Fig. 51 Instalación de la jaula y de los Servomotores de Rotación Continua.

Puesta de la maya sombra en la Cerca electrificada movable (Fig. 52).

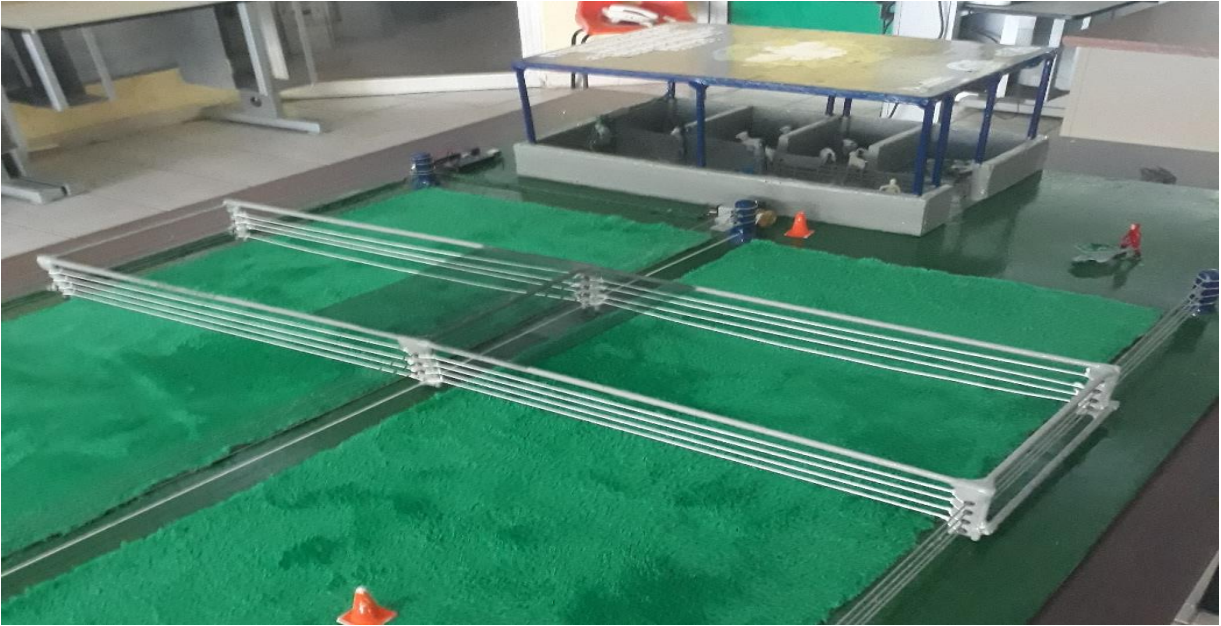


Fig. 52 Maya sombra en la Cerca electrificada movable.

VIII. EVALUACIÓN O IMPACTO ECONÓMICO

8.1 Factibilidad Operativa

A través de la realización de encuestas a los encargados del área ovina del Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Huejutla y personal que labora dentro del mismo, existe disposición e interés para el aprendizaje de la manipulación del Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional Automatizado una vez que este implementado, de igual forma alumnos prestantes de servicio social o residentes.

El uso y manipulación del mismo no requerirá de gente experta en el área de programación o electrónica, sólo bastará una capacitación previa y clara, del interés del usuario.

8.2 Factibilidad Técnica

En cuestión de la tecnología el microcontrolador ATmega 2560, variedad de sensores, servomotores y cables, en la actualidad su uso es más cotidiano, su compra aun no es muy popular en Huejutla de Reyes, Hidalgo, México, no obstante, se puede hacer la compra por medio de la empresa Mercado Libre México, la cual la puedes realizar desde su página oficial www.mercadolibre.com.mx o desde tu teléfono descargando la app Mercado Libre.

La compra llega directamente hasta donde el usuario lo desee, con el servicio de envíos con el que cuenta la empresa.

Para realizar la programación del microcontrolador ATmega 2560, no se requiere de un SO (Sistema Operativo) específico, puede utilizarse Windows posteriores a XP, Mac o cualquier distribución de Linux.

El Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Huejutla cuenta con amplios laboratorios de cómputo con equipo capaz de poder realizar en ellos la programación y desarrollo sin ningún problema (Tabla 1).

Lista de Material Electrónico	
No.	Descripción
1	Microcontrolador ATmega 2560, Arduino Mega 2560
2	Módulo Temporizador Digital (RTC)
3	Servomotores Industriales
4	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Negro.
5	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Amarillo.
6	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Morado.
7	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Verde.
8	Relevador de estado sólido Ssr-40da 40°/250v 3-32vdc

Tabla 1 Lista de Material Electrónico.

8.3 Factibilidad Económica

El precio del material electrónico es sumamente accesible ya que por los componentes que se utilizaron en la realización del prototipo (Microcontrolador ATmega 2560 (Tarjeta Arduino), Módulo Temporizador Digital (RTC), Servomotor de Rotación Continua 5.5 Kg), no rebasa la cantidad de \$2, 470.00 M.N. (Tabla 2).

Material electrónico para realización de Prototipo				
No.	Concepto	Costo Unitario	Cantidad	Total
1	Microcontrolador ATmega 2560, Arduino Mega 2560	\$420.00 M.N	1	\$420.00 M.N
2	Módulo Temporizador Digital (RTC)	\$150.00 M.N	1	\$150.00 M.N
3	Servomotor de Rotación Continua 5.5 Kg	\$250.00 M.N	2	\$500.00 M.N
4	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Negro.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N

5	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Amarillo.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N
6	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Morado.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N
7	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Verde.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N
Subtotal				\$2,470.00 M.N.
Total				\$2,865.20 M.N.
Precios sujetos a actualizaciones				

Tabla 2 Cotización de Material Electrónico.

En la actualidad existen infinidad de microcontroladores en el mercado que puede realizar el proceso de la automatización, al día de hoy existe una placa que es muy popular y que puede llevar a cabo el mismo trabajo, La *Raspberry* tiene una gran demanda en cuanto a automatizaciones se refiera.

Al realizar una comparativa en cuanto a costos se refiera, el Microcontrolador ATmega 2560 es mucho más económico y cumple con todas las expectativas para el prototipo y de igual forma para la puesta en marcha de un módulo demostrativo (Tabla 3).

Tecnología	Placa	Módulo Temporizador Digital (RTC)	Servomotores de Rotación Continua 5.5 Kg. (2)	Cable estañado, varios colores (4 rollos)	Total
Arduino	\$420.00	\$150.00	\$500.00	\$1400.00	\$2,470.00
Raspberry	\$2700.00	\$150.00	\$500.00	\$1400.00	\$4,750.00
Precios sujetos a actualizaciones					

Tabla 3 Comparación de costos de tecnología.

Para la realización de la maqueta demostrativa que se utilizó en la defensa de este proyecto en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT) 2018, en sus tres etapas (Local, Regional y Nacional), la inversión no supera los costos a la tecnológica (Tabla 4).

No.	Concepto	Costo
1	Hoja de triplay (Base)	\$450.00 M.N.
2	Pintura y accesorios	\$500.00 M.N.
3	Papelería y Ferretería	\$570.00 M.N.
Subtotal		\$1,520.00 M.N.
Total		\$1,763.20 M.N.
Precios sujetos a actualizaciones		

Tabla 4 Costos de elaboración de maqueta demostrativa.

El Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Huejutla cuenta con una extensión de terreno de 48m x 26m, ideal para llevar a cabo este proyecto y ser el primer tecnológico con un módulo demostrativo de un Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional Automatizado, lo cual se realizaría un ajuste a la tecnología implementada en el prototipo para poder ofrecer mejor garantía en el funcionamiento (Tabla 5).

Material electrónico para realización del Módulo Demostrativo				
No.	Concepto	Costo Unitario	Cantidad	Total
1	Microcontrolador ATmega 2560, Arduino Mega 2560	\$420.00 M.N	1	\$420.00 M.N
2	Módulo Temporizador Digital (RTC)	\$150.00 M.N	1	\$150.00 M.N
3	Servomotor Industrial	\$3,800.00 M.N	2	\$7,600.00 M.N
4	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Negro.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N

5	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Amarillo.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N
6	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Morado.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N
7	Cable estañado para circuitos electrónicos calibre 22, Color Verde.	\$350.00 M.N	1	\$350.00 M.N
8	Relevador de estado sólido Ssr-40da 40°/250v 3-32vdc	\$450.00 M.N.	4	\$1800.00 M.N
Subtotal				\$11,370.00 M.N.
Total				\$13,189.20 M.N.
Precios sujetos a actualizaciones				

Tabla 5 Material electrónico para realización del Módulo Demostrativo.

Agregando el monto de los materiales para la infraestructura (Tabla 6).

Materiales para la construcción del Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo Automatizado				
No.	Concepto	Costo unitario	Cantidad	Total
1	Alambre Triple Galvanizado 1120 mt.	\$1,800.00 M.N	1	\$1,800.00 M.N
2	Poliwire 500 mt. Blanco	\$950.00 M.N	1	\$950.00 M.N
3	Postes para soporte del cerco eléctrico	\$250.00 M.N	6	\$1,500.00 M.N
4	Aisladores tipo chote	\$15.00 M.N.	30	\$450.00 M.N
5	Pulsador Speedrite de 10 km	\$4,000.00 M.N.	1	\$4,000.00 M.N.
6	Manguera de agua	\$10.00 M.N.	40	\$400.00 M.N
7	Poleas con soporte sencillo	\$1000.00 M.N	4	\$4,000.00 M.N
8	Poleas con soporte doble	\$1,800.00 M.N	2	\$3,600.00 M.N
Subtotal				\$16,700.00 M.N
Total				\$19,372.00 M.N

Tabla 6 Materiales para la construcción del Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo Automatizado.

Dando como resultado una inversión no mayor a los \$35,000. M.N. por una extensión de terreno de 48m x 26m (Tabla 7), más gastos de operación (Tabla 8).

No.	Concepto	Costo
1	Material electrónico para realización del Módulo Demostrativo	\$11,370.00 M.N.
2	Materiales para la construcción del Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo Automatizado	\$16,700.00 M.N.
Subtotal		\$28,070.00 M.N.
Total		\$32,561.20 M.N.

Tabla 7 Costo total del módulo demostrativo.

No.	Concepto	Precio/Hora	Total Horas	Costo Total
1	Programador	\$300.00 M.N	45	\$13,500.00 M.N
2	Diseñador	\$200.00 M.N	30	\$6,000.00 M.N
3	Trabajo Técnico	\$250.00 M.N	30	\$7,500.00 M.N

Tabla 8 Gastos de Operación.

Para poder instalar el módulo demostrativo en una extensión de terreno más exacta solo se realizará una modificación en la cantidad de Alambre Triple Galvanizado calibre 12.5, Hilo conductor Poliwire y Aisladores tipo chote (Tabla 6).

La inversión por hectárea se obtendría realizando la modificación de los materiales antes mencionados más gastos de operación (Tabla 8).

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La automatización de los sistemas de producción es una herramienta que ayuda a mejorar los parámetros productivos y la rentabilidad de las unidades de producción. La tecnología de microcontrolador utilizada en la fabricación del prototipo mostró ser eficiente y puede ser una alternativa viable para realizar la puesta en marcha en campo a través de un módulo demostrativo.

Al término del proyecto se obtuvo el diseño de un sistema rotacional intensivo automatizado en el programa Google SketchUp Versión 16 y un prototipo terminado y equipado con dos Servomotores, un Microcontrolador AtMega 2560 y un Módulo Temporizador Digital (RTC), producto de las pruebas que permitieron observar el funcionamiento de la programación previamente cargada al microcontrolador. Se obtuvo de la simulación del pastoreo durante todo un día, con un tiempo programado para realizar el cambio de sección, al término se activaron los dos servomotores en sentido contrario de las manecillas del reloj,

Dado el bajo costo de esta tecnología puede ser accesible para pequeños y medianos productores, los cuales constituyen la mayoría de los productores a nivel nacional.

En la evaluación del prototipo funcional se logró una estimación de la eficiencia y control del sistema de pastoreo intensivo rotacional automatizado, lo que permitirá en el futuro un manejo adecuado de los borregos que se verá reflejado en el aumento de producción de forraje por hectárea e incremento en la productividad del sistema productivo ovino.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Valdez, A. M., Malliquinga, O., & Omar, A. (2017). *Diseño, construcción y automatización de un sistema de pastoreo rotacional mediante LOGO! 230 RC para incrementar la leche del ganado bovino con el objetivo de aumentar la producción de quesos en la finca las Silvanitas en la ciudad de Riobamba* (Master's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Amangandi, J. (05 de octubre de 2012). *blogsport.mx*. Recuperado el 09 de enero de 2018, de <http://jamangandi2012.blogspot.com/2012/10/que-es-arduino-te-lo-mostramos-en-un.html>
- Améndola, R. D. 2002. A dairy system based on forages and grazing in temperate México. PhD thesis. Wageningen University, The Netherlands. 269 pp.
- Bautista T. M., S. López, O., Pérez H. P., M. Vargas M., F. Gallardo L. y Gómez L. F. Gomez C. (2011). Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 63-66.
- Cantor. (10 de marzo de 2008). *MANEJO TRADICIONAL DEL PASTOREO OVINO*. Obtenido de MANEJO TRADICIONAL DEL PASTOREO OVINO: <http://ovinos.blogcindario.com/2008/03/00002-manejo-tradicional-del-pastoreo-ovino.html>
- Grillo Rodríguez, U., & Espinoza, A. C. (2013). *Sistema automatizado de riego y fertilización controlado por PLC LOGO 230RC para el cultivo de Maní en el Municipio de Managua, Comarca San Isidro Libertador, Comunidad Los Picones, Finca Santa Juana* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- López, F. (Agosto de 2012). *arduprojects.blogspot.mx*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <http://arduprojects.blogspot.mx/2012/08/normal-0-21-false-false-false-es-x-none.html>

- llamas, L. (10 de agosto de 2016). *informática*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://www.luisllamas.es/controlar-un-servo-de-rotacion-continua-con-arduino/>
- llamas, L. (18 de octubre de 2016). *ingeniería e informática*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://www.luisllamas.es/reloj-y-calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/>
- MercadoLibre. (2018). Recuperado el 2019 de enero de 12, de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-547851167-kit-raspberry-pi-3-16gbcarcasa-fuente-disipadores-_JM
- M., I. F. (marzo de 1988). *Centro de investigacion pecuarias del Estado de Sonora*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://patrocipes.org.mx/publicaciones/ranchos/RA0039.php>
- Rolo, R., Milera, M., & Iglesias, J. (1996). Sistema automatizado para el control del manejo de los pastizales (SISTABLE). *Pastos y Forrajes*, 19(3).
- Terrero, D., Turro, D., & Cervantes, I (1997). Pastoreo de ovinos con cerco eléctrico móvil en áreas de cítrico. Trabajo de estancia. Facultad de Agronomía. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba, 1997.
- Universidad de Missisipi, E. (21 de octubre de 2013). *ContextoGanadero*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <https://www.contextoganadero.com/blog/conozca-un-poco-mas-sobre-el-pastoreo-rotacional>
- Wikipedia. (2016 de Diciembre de 02). Recuperado el 2019 de enero de 11, de <http://www.encyclopedia libre.html>

XI. ANEXOS

ANEXO I. Código Funcional del Microcontrolador ATmega 2560.

```
#include <Servo.h>//se incluye la librería necesaria para la manipulación de un servo
```

```
Servo servo1, servo2;
```

```
int pos1;
```

```
int pos2;
```

```
int est=0;
```

```
int led1 = 2;
```

```
int led2 = 3;
```

```
int led3 = 4;
```

```
int led4 = 5;
```

```
int led5 = 6;
```

```
int led6 = 7;
```

```
void setup () {
```

```
servo1.attach (8);
```

```
servo2.attach (9);
```

```
est = 1;
```

```
for (int leds = 2; leds <= 7; leds ++){
```

```
pinMode(leds, OUTPUT);
```

```
}
```

```
for (int leds = 2; leds <= 7; leds ++){
```

```
digitalWrite(leds, HIGH);
```

```
}
```

```
}
```

```
void loop(){
```

```
if(est==1){
    servo_ir();
    delay(60000);
    est=2;
}else if(est==2){
    servo_vuelta();
    delay(60000);
    est=1;
}
}
```

```
void servo_ir() {
    for (pos1 = 0; pos1 < 360; pos1 += 1) //destensa servo 1
    {
        servo1.write(pos1);
        servo2.write(pos1);
    }
    delay(100);
}
```

```
void servo_vuelta() {
    for (pos1 = 360; pos1 > 0; pos1 -= 1) //tensa servo1
    {
        servo1.write(pos1);
        servo2.write(pos1);
    }
    delay(100);
}
```

ANEXO II. Imágenes reales de trabajo en campo.



Img. 1 Medición del perímetro del terreno.



Img. 2 Marcado perimetral del terreno.



Img. 3 Limpieza del terreno.



Img. 4 Acondicionamiento del terreno (Manual).



Img. 5 Acondicionamiento del terreno (Retroexcavadora).



Img. 6 Marcación del perímetro del terreno (Podadora).



Img. 7 Realización de los orificios para la colocación de los postes.



Img. 8 Colocación de pintura a los postes.



Img. 9 Preparación de concreto para la fijación de los postes.



Img. 10 Postes fijados.



Img. 11 Adquisición del Alambre Triple Galvanizado Calibre 12.5 para el Cerco eléctrico y el Hilo Conductor Poliwire.



Img. 12 Colocación del Alambre Triple Galvanizado calibre 12.5 para el Cerco Eléctrico.



Img. 13 Marcado del área del terreno (Tractor).

ANEXO III. Constancias de Participación en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT) 2018 en su Etapa Local, Regional y Nacional.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

Otorga la presente

CONSTANCIA

Al alumno

MANUEL BAUTISTA MONTAÑO

Por haber participado en el **Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica** en su **Etapa Local** en la categoría de **Proceso** con el Proyecto **“Automatización de un Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo de Ovinos”**.

Huejutla de Reyes, Hgo. a 30 de Mayo del 2018

Excelencia en Educación Tecnológica®



S.E.P.
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE HUEJUTLA
DIRECCIÓN

HÉCTOR AGUILAR PONCE
DIRECTOR DEL I. T. HUEJUTLA

Img. 14 Constancia de Participación Etapa Local Manuel Bautista Montaña.



Otorga la presente

CONSTANCIA

Al alumno

PEDRO FRANCO CERVANTES

Por haber participado en el **Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica** en su **Etapa Local** en la categoría de **Proceso** con el Proyecto **“Automatización de un Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo de Ovinos”**.

Huejutla de Reyes, Hgo. a 30 de Mayo del 2018



Excelencia en Educación Tecnológica®

S.E.P.
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE HUEJUTLA
DIRECCIÓN



HÉCTOR AGUILAR PONCE
DIRECTOR DEL I.T. HUEJUTLA

Img. 15 Constancia de Participación Etapa Local Pedro Franco Cervantes.



EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA
OTORGAN EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO


A

MANUEL BAUTISTA MONTAÑO

POR SU DESTACADA PARTICIPACIÓN PRESENTANDO EL
PROYECTO AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO, EN EL
EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2018
ETAPA REGIONAL, ZONA IV

CELEBRADO DEL 2 AL 5 DE OCTUBRE

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO A 5 DE OCTUBRE DE 2018



M.C. ROBERTO RICARDO
VÉLEZ CÓRDOVA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN
E INTERCAMBIO ACADÉMICO



LIC. MARTA ELENA ROJAS RAUDA
DIRECTORA DEL IT DE TOLUCA



Img. 16 Constancia de Participación Etapa Regional Manuel Bautista Montaña.

EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA
OTORGAN EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO


A

PEDRO FRANCO CERVANTES


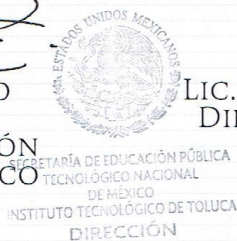
POR SU DESTACADA PARTICIPACIÓN PRESENTANDO EL
PROYECTO AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO, EN EL
EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2018
ETAPA REGIONAL, ZONA IV

CELEBRADO DEL 2 AL 5 DE OCTUBRE

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO A 5 DE OCTUBRE DE 2018



M.C. ROBERTO RICARDO
VÉLEZ CÓRDOVA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN
E INTERCAMBIO ACADÉMICO



LIC. MARÍA ELENA ROJAS RAUDA
DIRECTORA DEL IT DE TOLUCA



Img. 17 Constancia de Participación Etapa Regional Pedro Franco Cervantes.

EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA
OTORGAN LA PRESENTE

ACREDITACIÓN

A

MANUEL BAUTISTA MONTAÑO

PARA PARTICIPAR CON EL PROYECTO AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO
EN LA ETAPA NACIONAL DEL
EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2018
A REALIZARSE DEL 13 AL 16 DE NOVIEMBRE EN EL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO A 5 DE OCTUBRE DE 2018



M.C. ROBERTO RICARDO
VÉLEZ CÓRDOVA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN
E INTERCAMBIO ACADÉMICO



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA
DIRECCIÓN



LIC. MARIA ELENA
ROJAS RAUDA
DIRECTORA DEL IT
DE TOLUCA



Img. 18 Constancia de Acreditación Etapa Nacional Manuel Bautista Montaño.



EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA
OTORGAN LA PRESENTE

ACREDITACIÓN

A

PEDRO FRANCO CERVANTES

PARA PARTICIPAR CON EL PROYECTO AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO
EN LA ETAPA NACIONAL DEL
EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2018
A REALIZARSE DEL 13 AL 16 DE NOVIEMBRE EN EL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO A 5 DE OCTUBRE DE 2018

M.C. ROBERTO RICARDO
VÉLEZ CÓRDOVA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN
E INTERCAMBIO ACADÉMICO



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA
DIRECCIÓN

LIC. MARÍA ELENA
ROJAS RAUDA
DIRECTORA DEL IT
DE TOLUCA



Img. 19 Constancia de Acreditación Etapa Nacional Pedro Franco Cervantes.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA
OTORGAN EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A

MANUEL BAUTISTA MONTAÑO

POR SU DESTACADA PARTICIPACIÓN PRESENTANDO EL
PROYECTO AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO, EN EL
EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2018
ETAPA NACIONAL

CELEBRADO DEL 13 AL 16 DE NOVIEMBRE

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA A 16 DE NOVIEMBRE DE 2018

M.C. ROBERTO RICARDO
VÉLEZ CÓRDOVA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN
E INTERCAMBIO ACADÉMICO



DR. JOSÉ RIVERA MEJÍA
DIRECTOR DEL IT
DE CHIHUAHUA



Img. 20 Constancia de Participación Etapa Nacional Manuel Bautista Montaño.



EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA
OTORGAN EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A

PEDRO FRANCO CERVANTES

POR SU DESTACADA PARTICIPACIÓN PRESENTANDO EL
PROYECTO AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO, EN EL
EVENTO NACIONAL ESTUDIANTIL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2018
ETAPA NACIONAL

CELEBRADO DEL 13 AL 16 DE NOVIEMBRE

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA A 16 DE NOVIEMBRE DE 2018

M.C. ROBERTO RICARDO
VÉLEZ CÓRDOVA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN
E INTERCAMBIO ACADÉMICO



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CHIHUAHUA
DIRECCIÓN

DR. JOSÉ RIVERA MEJÍA
DIRECTOR DEL IT
DE CHIHUAHUA



Img. 21 Constancia de Participación Etapa Nacional Pedro Franco Cervantes.

ANEXO IV. Memorias de Participación en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT) 2018 en su Etapa Local, Regional y Nacional.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
 Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica 2018
 Etapa Local

Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica 2018
 Instituto Tecnológico de Huejutla

MEMORIA DEL PROYECTO

Nombre corto:	AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO
Categoría:	Proceso
Sector estratégico:	Automatización y robótica

Integrantes del proyecto

BAUTISTA MONTAÑO MANUEL
 FRANCO CERVANTES PEDRO
 MARTINEZ HERNANDEZ ADMIN AZAEL
 HERNANDEZ BAUTISTA JORGE LUIS
 NICOLAS ALVAREZ JESUS ADALID

Asesores del proyecto

VINIEGRA VARGAS JUAN DE DIOS
 HERNANDEZ RODRIGUEZ BLAS
 HERNANDEZ HERNANDEZ ELICEO

Estado de la técnica (estado del arte)

Diversos estudios han confirmado que los requerimientos nutricionales de los rumiantes pueden ser cubiertos con forrajes, y que la forma más económica de la utilización de los mismos, es el pastoreo (Bautista 2011). Sin embargo, varios autores han estimado que el animal sólo consume aproximadamente el 50% del forraje producido por la pradera, por esta razón y tomando en cuenta que el objetivo principal de los sistemas de manejo bajo condiciones de pastoreo, es lograr la máxima producción por hectárea, resulta indispensable lograr la utilización óptima del forraje producido. En Nueva Zelanda, con una agricultura predominantemente pastoril, alrededor del 90% de los requerimientos totales en los rumiantes provienen directamente del pastoreo (Hodgson, 1990). México es un país que posee zonas tropicales donde se pueden identificar sistemas de producción animal que los campesinos manejan de forma integral, donde se puede observar una estrecha relación entre la agricultura, el manejo forestal y la producción pecuaria (Bautista et al., 2011). La alimentación de los animales se basa en el pastoreo extensivo de pastos nativos e introducidos. Los pastos introducidos más utilizados son *Cynodon plectostachyus* y *C. nlemfuensis*. (Améndola, 2002; Bautista et al., 2011). En la Huasteca Hidalguense, es muy común la realización de estas formas de producción (tradicional o extensiva), donde el manejo, instalaciones y equipo y la tecnología son casi nulas. La implementación de cercos eléctricos son la última tecnología aplicada en el pastoreo de ovinos, asociándolo incluso con frutales como los frutos de naranja (Terrero, 1997), sin embargo, pocos lo han adoptado. No se ha encontrado información en la automatización de los cercos eléctricos con la finalidad de pastoreo de ovinos y sus investigaciones pertinentes se tendrán que realizar de acuerdo a las regiones, formas de producción, cosmogonía y necesidades de los productores.

El proyecto se ubica en el sector primario, en el ramo de la ganadería para la producción de carne, dentro de la actividad agropecuaria.

Img. 22 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 1).

En la actualidad existen en el mercado cercos eléctricos de forma tradicional, sin embargo, se desarrollará un sistema de cerco eléctrico automatizado que está integrado por un energizador con una capacidad de diez km, alambre galvanizado calibre 12.5, aisladores, multímetro y poliwire, tecnología de microcontrolador y un sistema de rieles que permitirá realizar un movimiento automático tomando en cuenta factores mínimos necesarios de etología

Img. 23 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 2).

del pastoreo y comportamiento animal, que evitará el subpastoreo y el sobrepastoreo.

Beneficios de la innovación

Los beneficios son:

1. Optimización en la producción de forraje.
2. Minimización de la mano de obra.
3. Mejoramiento de la vida útil de la pradera.
4. Aumento en la relación Beneficio/Costo.

Mercado potencial

En México existe una gran vocación pecuaria por lo que existe un gran potencial para la ganadería; sin embargo esta actividad no es muy rentable debido al mal manejo de la alimentación. El presente proyecto sobre automatización del pastoreo puede ser de gran interés para productores de ovinos, bovinos y caprinos. El propósito es ofertar este paquete tecnológico a un costo accesible para que se pueda integrar al proceso de producción de pequeños, medianos y grandes productores.

Mercado meta

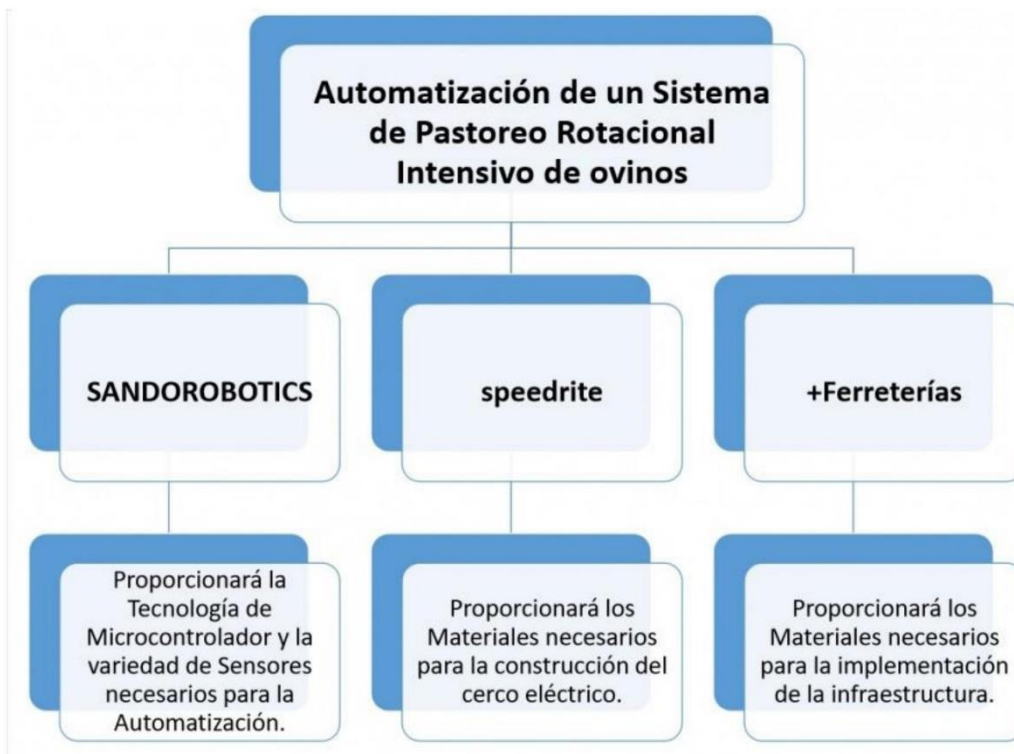
En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, de las cuales, 53% son intensivas y 47% extensivas (PROGAN 2010), por lo que alrededor de 24,900 productores de ovinos que utilizan el pastoreo serán nuestro mercado potencial.

Estrategia de propiedad intelectual

Se realizarán gestiones ante las instancias correspondientes del TecNM para obtener asesoría y poder realizar el registro de propiedad intelectual del proyecto. El Tecnológico Nacional de México será la figura de propiedad intelectual.

Barreras para entrar al mercado

1. Los productores tendrán que invertir para implementar el Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo Automatizado y la recuperación de la inversión será a mediano plazo.
2. Gestionar apoyos del gobierno estatal o federal para apoyar a los productores para la implementación del proyecto.
3. Emplear estrategias para dar a conocer los beneficios del proyecto ya que los productores no están familiarizados con los proyectos de Automatización.



Cadena de suministro

Las siguientes empresas, serán las abastecedoras de todo material requerido para el proyecto; las cuales son:

1. **SANDOROBOTICS** suministra todo el material que requiera la automatización.
2. **speedrite** suministra material para la construcción del cerco eléctrico.
3. **Ferreterías** suministra material para la infraestructura metálica.

Viabilidad financiera

Con la puesta en marcha del proyecto se pretende reducir el ciclo de engorda de los ovinos de 10 a 6 meses, lo cual nos reduce los costos en cuanto a alimentación, mano de obra y riesgos por enfermedad. Se reduce los costos de producción al minimizar la mano de obra utilizada. Se incrementa hasta en un 300% la producción animal por hectárea comparado con el pastoreo continuo.

Entrevista con expertos

Dado que el proyecto es una innovación en general no es conocido por los expertos, sin embargo, es aprobado y

Img. 25 Memoria del Proyecto Etapa Local (Hoja 4).

comentan que la automatización de un sistema de pastoreo rotacional intensivo de ovinos tiene mucho futuro, ya que es muy viable económica y productivamente. Coinciden en que el paquete tecnológico puede adoptarse solamente en terrenos planos o con poca pendiente. Anexo los nombres de algunos de los expertos que han participado en la evaluación del proyecto:

1. Ing. en Electrónica Delfino Olivares Sagahon, Profesor Investigador del TecNM Plantel Huejutla.
2. M. en C. Eliceo Hernández Hernández, Profesor Investigador del TecNM Plantel Huejutla.
3. Ing. Agrónomo Zootecnista Blas Hernández Rodríguez, Profesor Investigador del TecNM Plantel Huejutla.
4. Ing. en Sistemas Computacionales Humberto Calleja Juarez, Profesor Investigador del TecNM Plantel Huejutla.

Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica 2018

Instituto Tecnológico de Huejutla

MEMORIA DEL PROYECTO

Nombre corto:	AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO
Nombre descriptivo:	AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PASTOREO ROTACIONAL INTENSIVO DE OVINOS
Categoría:	Proceso
Sector estratégico:	Automatización y robótica

Integrantes del proyecto

BAUTISTA MONTAÑO MANUEL
FRANCO CERVANTES PEDRO
MARTINEZ HERNANDEZ ADMIN AZAEL
HERNANDEZ BAUTISTA JORGE LUIS
NICOLAS ALVAREZ JESUS ADALID

Asesores del proyecto

VINIEGRA VARGAS JUAN DE DIOS
HERNANDEZ RODRIGUEZ BLAS
HERNANDEZ HERNANDEZ ELICEO

Antecedentes del proyecto

La implementación de cercos eléctricos son la última tecnología aplicada en el pastoreo de ovinos asociándolo incluso con frutales, sin embargo pocos la han adoptado. No se ha encontrado información en la automatización de los cercos eléctricos con la finalidad de pastoreo en ovinos, dichas investigaciones realizadas sobre los diferentes tipos de pastoreos existentes y de igual forma sobre las tecnologías que han tenido gran impacto en la sociedad moderna, han sido de gran apoyo para la creación de este proyecto, permitiendo ser el primer proyecto de automatización de pastoreo intensivo rotacional.

Descripción de la problemática, necesidad u oportunidad identificada

El pastoreo rotacional consiste en seccionar el área de pastoreo en varias divisiones que serán pastoreadas sistemáticamente, de modo que mientras una división es pastoreada, las demás descansan y se recuperen. Una de las variantes más empleadas es el pastoreo en franjas. El pastoreo rotacional por franjas convencional, no cuenta con el control adecuado de tiempos de pastoreo, lo anterior puede ser por el manejo empírico de las personas que manipulan el sistema ya que no aprovechan de una forma eficiente las áreas de pastoreo teniendo como consecuencia un subpastoreo o sobrepastoreo. Cuando existe un mal manejo del tiempo de pastoreo en cada división, no se cumple con el tiempo suficiente para que el ovino cubra sus requerimientos nutricionales y tenga una mayor productividad. Además con un pastoreo mal manejado se acorta la vida útil de la pradera, se incrementa la compactación y erosión del suelo.

Img. 27 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 1).



Img. 28 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 2).



Figura 2. Muestra el Prototipo del Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional Automatizado

Estado de la técnica (estado del arte)

Autores han estimado que el animal sólo consume aproximadamente el 50% del forraje producido por la pradera, tomando en cuenta que el objetivo principal de los sistemas de manejo bajo condiciones de pastoreo, es lograr la máxima producción por hectárea, resulta indispensable lograr la utilización óptima del forraje producido. México es un país que posee zonas tropicales donde se pueden identificar sistemas de producción animal que los campesinos manejan de forma integral, donde se puede observar una estrecha relación entre la agricultura, el manejo forestal y la producción pecuaria (Bautista et al., 2011). La alimentación de los animales se basa en el pastoreo extensivo de pastos nativos e introducidos. El pasto introducido más utilizado es *Cynodon plectostachyus*. (Améndola, 2002; Bautista et al., 2011). En la Huasteca Hidalguense, es muy común la realización de estas formas de producción (tradicional o extensiva), donde el manejo, instalaciones y equipo y la tecnología son casi nulas. La implementación de cercos eléctricos son la última tecnología aplicada en el pastoreo de ovinos, asociándolo incluso con frutales (Terrero, 1997), sin embargo, pocos lo han adoptado. No se ha encontrado información en la automatización de los cercos eléctricos con la finalidad de pastoreo de ovinos y sus investigaciones pertinentes se tendrán que realizar de acuerdo a las regiones, formas de producción, cosmogonía y necesidades de los productores.

Img. 29 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 3).

Industria a la que pertenece

El proyecto se ubica en el sector primario, en el ramo de la ganadería para la producción de carne, dentro de la actividad agropecuaria.

Descripción de la innovación

Se desarrollará un sistema de cerco eléctrico automatizado que está integrado por un energizador con una capacidad de diez km, alambre triple galvanizado calibre 12.5, aisladores tipo chote, multímetro y poliwire, un microcontrolador ATmega 2560, 2 Servomotores de Rotación Continua, Un Módulo Temporizador Digital (RTC) y un sistema de poleas colocadas en el alambre galvanizado en forma que permitirá realizar un movimiento automático, cuando el Módulo Temporizador Digital (RTC) detecte que ha llegado al término del tiempo programado para que permita accionar los servomotores, un servomotor moverá el cerco hacia adelante mientras el otro realizara el empuje, tomando en cuenta factores mínimos necesarios, evitará el subpastoreo y el sobrepastoreo.

Propuesta de valor

1. Optimización en la producción de forraje.
2. Minimización de la mano de obra.
3. Mejoramiento de la vida útil de la pradera.
4. Aumento en la relación Beneficio/Costo.

Con estos beneficios y elementos se va a crear un valor al proceso que ofrece el sector pecuario al aplicar la automatización acortando el ciclo de engorda del Ovino (borrego) de 10 a 6 meses, lo cual nos reduce los costos en cuanto a alimentación, mano de obra y riesgos por enfermedad. Se reduce los costos de producción al minimizar la mano de obra utilizada. Se incrementa hasta en un 300% la producción animal por hectárea comparado con el pastoreo continuo.

Mercado objetivo

- En México existe una gran vocación pecuaria por lo que existe un gran potencial para la ganadería; sin embargo esta actividad no es muy rentable debido al mal manejo de la alimentación. El propósito es ofertar este paquete tecnológico a un costo accesible para que se pueda integrar al proceso de producción de pequeños, medianos y grandes productores.
- Este proyecto va dirigido para productores de ovinos, bovinos y caprinos en el estado de Hidalgo y la región huasteca, se vendará a través de redes sociales, radio, periódico y organizaciones gubernamentales.
- En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, de las cuales, 53% son intensivas y 47% extensivas (PROGAN 2010), por lo que alrededor de 24,900 productores de ovinos que utilizan el pastoreo serán nuestro mercado potencial.

Competencia

Img. 30 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 4).

Hasta el momento no existe una competencia en el mercado en base al sistema de pastoreo intensivo rotacional automatizado, ya que es el primero en crearse para mejorar el ciclo de engorda del ovino en promedio de 10 meses a 6 meses, permitiendo reducir los costos de alimentación y disminuye el costo de mano de obra.

Barreras para entrar al mercado

1. Los productores tendrán que invertir para implementar el Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo Automatizado y la recuperación de la inversión será a mediano plazo.
2. Gestionar apoyos del gobierno estatal o federal para apoyar a los productores para la implementación del proyecto.
3. Emplear estrategias para dar a conocer los beneficios del proyecto ya que los productores no están familiarizados con los proyectos de Automatización.

Plan de operaciones

Proveedores: son locales y cuentan con el material suficiente para el proyecto y para la puesta en marcha en la región. Se realizarán estrategias con las asociaciones ganaderas de los municipios de la huasteca y sierra del estado de Hidalgo y Veracruz. Asimismo se realizará una alianza con las presidencias municipales para la transferencia del paquete tecnológico a través del área de proyectos productivos Otra estrategia es aprovechar la labor que realiza el Instituto Tecnológico de Huejutla de brindar capacitación y asesoría técnica a los productores de la región para realizar la transferencia de esta tecnología a los productores de ovinos. Costo total de la implementación del paquete por hectárea es de \$ 30 000.00 y el periodo de recuperación es de 1 a 3 años.

Plan financiero

De acuerdo a la evaluación económica del proyecto considerando la inversión a realizar y a las utilidades esperadas se tiene que por cada peso invertido se obtendrán 0.80 pesos de utilidad (relación costo/beneficio).

Estrategia de PI

Se realizarán gestiones ante las instancias correspondientes del TecNM para obtener asesoría y poder realizar el registro de propiedad intelectual del proyecto. El Tecnológico Nacional de México será la figura de propiedad intelectual.

Fuentes consultadas

Hodgson (1990), J.: Grazing Management. Science into Practice. Longman Sceintific & Technical. United Kingdom.

Améndola, R. D. 2002. A dairy system based on forages and grazing in temperate México. PhD thesis. Wageningen University, The Netherlands. 269 pp.

Img. 31 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 5).

Bautista T. M., S. López, O., Pérez H. P., M. Vargas M., F. Gallardo L. y Gómez L. F. Gomez C. (2011). Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 63-66.

Terrero, D., Turro, D., & Cervantes, I (1997). Pastoreo de ovinos con cerco eléctrico móvil en áreas de cítrico. Trabajo de estancia. Facultad de Agronomía. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba, 1997.

Img. 32 Memoria del Proyecto Etapa Regional (Hoja 6).

Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica 2018
Instituto Tecnológico de Huejutla

MEMORIA DEL PROYECTO

Nombre corto:	AUTOMATIZACIÓN DEL PASTOREO
Nombre descriptivo:	AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PASTOREO ROTACIONAL INTENSIVO DE OVINOS
Categoría:	Proceso
Sector estratégico:	Automatización y robótica

Integrantes del proyecto

BAUTISTA MONTAÑO MANUEL
FRANCO CERVANTES PEDRO
MARTINEZ HERNANDEZ ADMIN AZAEL
HERNANDEZ BAUTISTA JORGE LUIS
NICOLAS ALVAREZ JESUS ADALID

Asesores del proyecto

VINIEGRA VARGAS JUAN DE DIOS
HERNANDEZ RODRIGUEZ BLAS
HERNANDEZ HERNANDEZ ELICEO

Antecedentes del proyecto

La implementación de cercos eléctricos son la última tecnología aplicada en el pastoreo de ovinos asociándolo incluso con frutales, sin embargo pocos la han adoptado. No se ha encontrado información en la automatización de los cercos eléctricos con la finalidad de pastoreo en ovinos, dichas investigaciones realizadas sobre los diferentes tipos de pastoreos existentes y de igual forma sobre las tecnologías que han tenido gran impacto en la sociedad moderna, han sido de gran apoyo para la creación de este proyecto, permitiendo ser el primer proyecto de automatización de pastoreo intensivo rotacional.

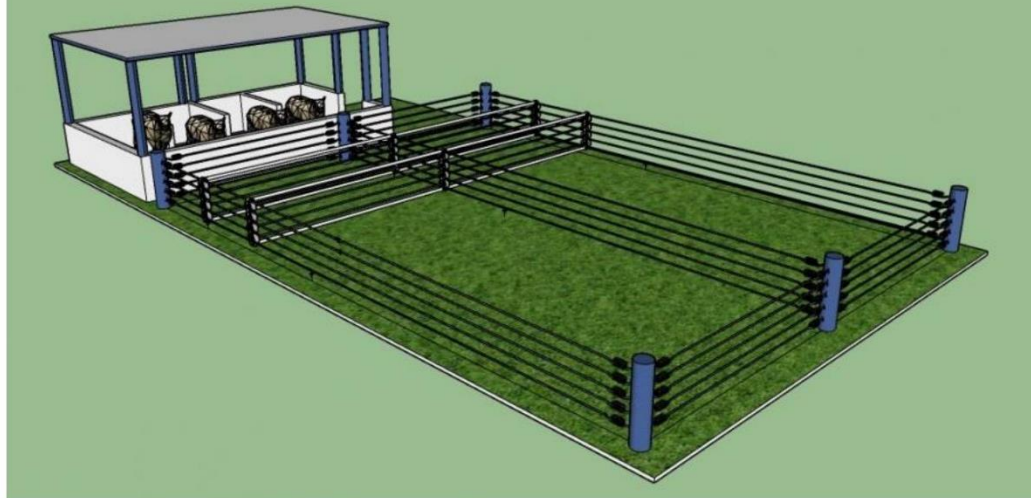
Descripción de la problemática, necesidad u oportunidad identificada

El pastoreo rotacional consiste en seccionar el área de pastoreo en varias divisiones que serán pastoreadas sistemáticamente, de modo que mientras una división es pastoreada, las demás descansen y se recuperen. El pastoreo rotacional convencional por lo general se realiza de forma manual sin conocimiento del comportamiento animal y Etología del pastoreo, lo anterior se debe al manejo empírico de los productores que manipulan el sistema, lo que ocasiona un aprovechamiento de forma deficiente de las áreas de pastoreo teniendo como consecuencia un subpastoreo o sobrepastoreo. Cuando existe un mal manejo del tiempo de pastoreo en cada división el ovino no cubre sus requerimientos nutricionales lo que influye de forma negativa en los parámetros productivos. Además con un pastoreo mal manejado se acorta la vida útil de la pradera, se incrementa la compactación y erosión del suelo, y el tiempo invertido por el productor es mayor.

Img. 33 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 1).



Figura 2. Muestra el Prototipo del Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional Automatizado



Estado de la técnica (estado del arte)

Autores han estimado que el animal sólo consume aproximadamente el 50% del forraje producido por la pradera, tomando en cuenta que el objetivo principal de los sistemas de manejo bajo condiciones de pastoreo, es lograr la máxima producción por hectárea, resulta indispensable lograr la utilización óptima del forraje producido. México es un país que posee zonas tropicales donde se pueden identificar sistemas de producción animal que los campesinos manejan de forma integral, donde se puede observar una estrecha relación entre la agricultura, el manejo forestal y la producción pecuaria (Bautista et al., 2011). La alimentación de los animales se basa en el pastoreo extensivo de pastos nativos e introducidos. El pasto introducido más utilizado es *Cynodon plectostachyus*. (Améndola, 2002; Bautista et al., 2011). En la Huasteca Hidalguense, es muy común la realización de estas formas de producción (tradicional o extensiva), donde el manejo, instalaciones y equipo y la tecnología son casi nulas. La implementación de cercos eléctricos son la última tecnología aplicada en el pastoreo de ovinos, asociándolo incluso con frutales (Terrero, 1997), sin embargo, pocos lo han adoptado. No se ha encontrado información en la automatización de los cercos eléctricos con la finalidad de pastoreo de ovinos y sus investigaciones pertinentes se tendrán que realizar de acuerdo a las regiones, formas de producción, cosmogonía y necesidades de los productores.

Industria a la que pertenece

El proyecto se ubica en el sector primario, en el ramo de la ganadería para la producción de carne, dentro de la actividad agropecuaria.

Descripción de la innovación

Se desarrollará un sistema de cerco eléctrico automatizado que está integrado por un energizador con una capacidad de diez km, alambre triple galvanizado calibre 12.5, aisladores tipo chote, multímetro y poliwire, un microcontrolador ATmega 2560, 2 Servomotores de Rotación Continua, Un Módulo Temporizador Digital (RTC) y un sistema de poleas colocadas en el alambre galvanizado en forma que permitirá realizar un movimiento automático, cuando el Módulo Temporizador Digital (RTC) detecte que ha llegado al término del tiempo programado para que permita accionar los servomotores, tomando en cuenta factores mínimos necesarios, evitan el subpastoreo y el sobrepastoreo.

Propuesta de valor

1. Optimizar la producción de forraje.
2. Minimizar de la mano de obra.
3. Alargar la vida útil de la pradera.
4. Incrementar la rentabilidad.

Estos beneficios y elementos permiten crear un valor al proceso que ofrece el sector pecuario al aplicar la automatización acortando el ciclo de engorda del Ovino (borrego) de 10 a 6 meses, lo cual nos reduce los costos en cuanto a alimentación, mano de obra y riesgos por enfermedad. Se reducen los costos de producción al minimizar la mano de obra utilizada. Se incrementa hasta en un 300% la producción animal por hectárea comparado con el pastoreo continuo.

Mercado objetivo

Img. 35 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 3).

- En México existe una gran vocación pecuaria por lo que existe un gran potencial para la ganadería; sin embargo esta actividad no es muy rentable debido al mal manejo de la alimentación. El propósito es ofertar este paquete tecnológico a un costo accesible para que se pueda integrar al proceso de producción de pequeños, medianos y grandes productores.
- Este proyecto va dirigido para productores de rumiantes que cuentan con áreas de pastoreo con pendientes menores al 15%.
- Se venderá a través de redes sociales, radio, periódico y organizaciones gubernamentales.
- En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, de las cuales, 53% son intensivas y 47% extensivas (PROGAN 2010), por lo que alrededor de 24,900 productores de ovinos que utilizan el pastoreo serán nuestro mercado potencial.

Competencia

Hasta el momento no existe una competencia en el mercado en base al sistema de pastoreo intensivo rotacional automatizado, ya que es el primero en crearse para mejorar el ciclo de engorda del ovino en promedio de 10 meses a 6 meses, permitiendo reducir los costos de alimentación y disminuye el costo de mano de obra.

Barreras para entrar al mercado

1. Los productores tendrán que invertir para implementar el Sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo Automatizado y la recuperación de la inversión será a mediano plazo.
2. El desconocimiento de nuestro producto en el mercado.
3. Una parte de nuestro mercado meta (productores) no están familiarizados con los proyectos de Automatización.

Plan de operaciones

Proveedores: son locales y cuentan con el material suficiente para el proyecto y para la puesta en marcha en la región. Se realizarán estrategias con las asociaciones ganaderas de los municipios de la huasteca y sierra del estado de Hidalgo y Veracruz. Asimismo se realizará una alianza con las presidencias municipales para la transferencia del paquete tecnológico a través del área de proyectos productivos. Otra estrategia es aprovechar la labor que realiza el Instituto Tecnológico de Huejutla de brindar capacitación y asesoría técnica a los productores de la región para realizar la transferencia de esta tecnología a los productores de rumiantes. Costo total de la implementación del paquete por hectárea es de \$ 30 000.00 y el periodo de recuperación es de 1 a 3 años.

Plan financiero

De acuerdo a la evaluación económica del proyecto considerando la inversión a realizar y a las utilidades esperadas se tiene que por cada peso invertido se obtendrán 0.80 pesos de utilidad (relación costo/beneficio).

Estrategia de PI

Img. 36 Memoria del Proyecto Etapa Nacional (Hoja 4).

Se realizarán gestiones ante las instancias correspondientes del TecNM para obtener asesoría y poder realizar el registro de propiedad intelectual del proyecto.

Fuentes consultadas

Améndola, R. D. 2002. A dairy system based on forages and grazing in temperate México. PhD thesis. Wageningen University, The Netherlands. 269 pp.

Bautista T. M., S. López, O., Pérez H. P., M. Vargas M., F. Gallardo L. y Gómez L. F. Gomez C. (2011). Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 63-66.

Terrero, D., Turro, D., & Cervantes, I (1997). Pastoreo de ovinos con cerco eléctrico móvil en áreas de cítrico. Trabajo de estancia. Facultad de Agronomía. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba, 1997.

Valdés, F., & Pallas, R. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC. *España: Marcombo*.

ANEXO V. Carta de Liberación de Proyecto de Titulación.



Instituto Tecnológico de Huejutla

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Huejutla de Reyes, Hgo. 18/Febrero/2019
ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación

ING. BLANCA FLOR ARGUELLES ARGUELLES
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este conducto le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación

a) Nombre del (los) Residente(s):	Pedro Franco Cervantes Manuel Bautista Montaño
b) Carrera:	Ingeniería en Sistemas Computacionales
c) No. Control:	14840139 13840126
d) Nombre del Proyecto:	Automatización de un Sistema de Pastoreo Intensivo Rotacional de Ovinos con Tecnología de Microcontrolador.
e) Producto	Tesis

El vocal suplente para la presentación del acto de recepción será:

Vocal Suplente	Ing. Jesús Aguilera Hernández
----------------	-------------------------------

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación de nuestro estudiantado.

A T E N T A M E N T E

"Hombre, Campo, Razon y Estudio"®

M. en C. ROSE ARELI HERNÁNDEZ CRUZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

S.E.P.
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE HUEJUTLA
DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

M. en C. Juan de Dios Uribe Vargas PRESIDENTE	M. en C. José Ma del Romero Orta SECRETARIO	M.T.I. Salomón Blas Hernández VOCAL



Km. 5.5 Carretera Huejutla-Chalahuiyapa, C. P.
43000
Huejutla de Reyes, Hgo. Tel./Fax: 789 89
60648
Email: dir huejutla@tecnm.mx



RSGC-582 Alcance de la Certificación: Servicio educativo que comprende desde la inscripción hasta la entrega del Título y Cédula Profesional de licenciatura
Fecha de Actualización: 2018.09.13