

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



FOMENTO DE NOPAL FORRAJERO FERMENTADO EN GANADO VACUNO

**Reporte de Estancia**

Que presenta ULISES ANTONIO ALCARAZ NAVA  
como requisito para obtener el Diploma como  
ESPECIALISTA EN MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES  
DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

Saltillo, Coahuila

Julio 2020

# FOMENTO DE NOPAL FORRAJERO FERMENTADO EN GANADO VACUNO

## Reporte de estancia

Elaborado por ULISES ANTONIO ALCARAZ NAVA como requisito parcial para obtener el diploma como Especialista en Manejo Sustentable de Recursos Naturales de Zonas Áridas y Semiáridas con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría

Dr. Luis Samaniego Moreno

Asesor Principal

Dr. Silvia Yudith Martínez Amador

Asesor

Dr. Jesús Valdés Reyna

Asesor

Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente

Subdirector de posgrado  
UAAAN

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios, que me da fortaleza todos los días para seguir adelante, que me cuida en todo momento y me hace ser mejor persona.

A mis padres, por su amor incondicional, que me apoyan en todas las decisiones que tomo en la vida, me dan consejos valiosos en cualquier situación y me hacen ser mejor persona cada día.

Al cuerpo académico de la especialidad, fueron los encargados guiarme en el transcurso de un año en el posgrado. Adquirí conocimiento teórico y habilidades para poder desarrollarme profesional y académicamente.

A todo el personal de CONANP región Cuatro Ciénegas. Estoy muy agradecido por haberme aceptado para realizar la estancia académica. Durante todo el periodo sentí todo su apoyo para desarrollar satisfactoriamente el proyecto, me brindaron herramientas y conocimiento en todo momento. Todo el personal forma un gran equipo, los cuales están muy comprometidos con proteger la zona de manera sustentable involucrando a la misma comunidad en varias de sus actividades.

A los alumnos CBta No. 22, fueron el núcleo del proyecto debido a que ellos realizaron todo el proceso, el cual es muy pesado y requiere varias horas para desarrollarlo. Espero que hayan aprendido lo suficiente, concluyan su bachillerato y sigan su estudio superior.

A la comunidad del municipio de Cuatro Ciénegas, son personas muy amables, cálidas, amigables y agradecidas. Desde que llegué a dicho lugar me sentí muy bien recibido. Hacen gran labor al cuidar sus áreas protegidas.

## INDÍCE

AGRADECIMIENTOS .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Descripción del APFFCC.....	5
Cultivo de alfalfa en el Valle de Cuatro Ciénegas.....	5
Plan de investigación CONANP-CBta No. 22.....	6
Nopal forrajero.....	6
Fermentación del nopal .....	7
DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	8
Actividades del proyecto de investigación: “Fomento de nopal forrajero fermentado en ganado vacuno” .....	8
Acompañamiento a diferentes actividades y eventos realizados por personal operativo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas .....	9
RESULTADOS.....	10
Proyecto Biodigestor.....	10
Acompañamiento a diferentes actividades realizadas por personal del APFFCC .....	13
CONCLUSIÓN .....	17
REFERENCIAS .....	19

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados de muestras tomadas durante el proceso de investigación.....	12
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Invernadero de nopal verdura. Antes y después del mantenimiento...	10
Figura 2. Capacitación teórica y práctica a los alumnos participantes.....	10
Figura 3. Estudiantes utilizando biodigestor y deshidratador solar.....	11
Figura 4. Nopal fermentado deshidratado y ganado bovino consumiendo el producto.....	11
Figura 5. Porcentaje de MS y PC.....	12
Figura 6. Participación del APFFCC en la feria del tamal en el centro de Cuatro Ciénegas y asistencia en curso de sobre reproducción de tortuga bisagra en cautiverio.....	16

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existe gran necesidad de conservar los ecosistemas, evitar alterar sus factores y mantenerlos dentro de ciertos rangos de variación, la ciencia ecológica juega un papel muy importante (Oesterheld, 2008).

El valle de Cuatro Ciénegas es parte del Desierto Chihuahuense y es considerado como el humedal más importante en México. Abarca en toda el área un ecosistema desértico con especies endémicas y gran cantidad de humedales. Pese a los factores adversos del clima en el valle, como lo es baja precipitación teniendo 220 mm anuales (DOF, 2008), existe gran cantidad de agua que abunda en diferentes formas como lo son pozas, humedales, ríos, canales, lagunas y pantanos.

Una problemática que existe en el ecosistema del valle de Cuatro Ciénegas es el ineficiente manejo del recurso hídrico en la agricultura, ya que los acuíferos son sobreexplotados, se pierde agua en canales y en algunas parcelas se riega por inundación. En la mayor área designada para cultivar se tiene alfalfa, la cual ocupa 2 m<sup>3</sup> de agua para obtener 1 kg de alfalfa (Pérez, 2019). La agricultura incita el decrecimiento de las áreas inundadas y cambios en los niveles de agua en muchas de las pozas (INE-SEMARNAP, 1999).

Debido a su importancia ecológica, en 1994 se decretó a Cuatro Ciénegas como área natural protegida (ANP) (SEMARNAT, 2013). La Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP) en la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas (APFFCC) tiene como uno de sus objetivos, impulsar la participación de diferentes sectores de la población de Cuatro Ciénegas en acciones y proyectos de conservación de los ecosistemas en la región.

La dirección de APFFCC ha implementado un modelo demostrativo que promueva una alternativa agrícola de menor requerimiento de agua, tal como es el proyecto de investigación: “Fomento de nopal forrajero fermentado en ganado vacuno”, el cual consiste en fermentar nopal forrajero en un biodigestor semiautomatizado. Este proyecto busca sustituir el forraje de alfalfa por nopal fermentado, mismo que pueda competir con el porcentaje de proteína en masa seca, ofreciendo al

ganado los nutrientes requeridos para su dieta nutricional. De tal modo se puede disminuir el consumo de agua en más de diez veces. El área donde se lleva el proceso está ubicada en las instalaciones del CBta No. 22, mismo donde realizan el servicio social los estudiantes de educación media.



## OBJETIVOS

### Objetivo general

Implementar el proceso de deshidratación del nopal fermentado en un desecador solar, donde se tomarán muestras periódicamente para analizar el cambio del contenido proteico conforme pierde humedad en diferentes lapsos de tiempo.

### Objetivos específicos

1. Formar y capacitar un equipo de trabajo con estudiantes del CBta No. 22 para que realicen su servicio social en el proyecto.
2. Dar mantenimiento a invernadero de nopal verdura ubicado en las instalaciones del CBta No. 22.
3. Realizar el proceso de fermentación y deshidratación del nopal.
4. Realizar análisis sensorial del producto final con el ganado lechero que tiene el CBta No. 22.
5. Tomar muestras del nopal durante el proceso, para que un laboratorio certificado las procese.
6. Participar en diferentes actividades realizadas por la dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas (APFFCC).

## JUSTIFICACIÓN

El ecosistema del valle de Cuatro Ciénegas ha sido afectado gravemente por el mal manejo de los recursos hídricos utilizados en la agricultura, principalmente el riego de alfalfa. Esto se ha visto reflejado en los cuerpos de agua, solo queda el 10 % de la superficie original que había hace 100 años. Es por eso que la dirección APFFCC se ha dado a la tarea de persuadir a los agricultores para cambiar el cultivo de alfalfa por el del nopal forrajero y verdura, el cual consume menor cantidad de agua. Sin embargo, la alfalfa presenta mayor valor proteico, entre 30-35 % en masa seca (MS) mientras que el nopal es de 4% en masa seca. El proyecto de investigación busca producir un producto que pueda competir con las propiedades proteicas de la alfalfa, esto se puede lograr con la fermentación aerobia del nopal, la cual puede aumentar del 4 % MS al 25-35 % de MS. También se busca que el producto sea de mejor palatabilidad para las vacas y se pueda almacenar para su conservación, por tal motivo se va a realizar el proceso de deshidratación a partir de la energía solar térmica.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Descripción del APFFCC**

Cuatro Ciénegas de Carranza es un municipio del Estado de Coahuila de Zaragoza, situado en la región conocida como el desierto Chihuahuense o altiplano septentrional, se localiza entre la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental. El área protegida se encuentra en un valle con una superficie de alrededor de 150,000 Ha, a 700 msnm (SIMEC, 2000).

La gran cantidad de agua en el ecosistema desértico, la región geográfica y el acomodo territorial del Valle dio como resultado la evolución de diferentes formas de vida, teniendo como consecuencia endemismos. En el APFFCC existen 1247 especies animales y plantas, 16 están en peligro de extinción, 39 amenazadas, 34 bajo protección especial y más de 80 son endémicas (Ibarra, 2017).

### **Cultivo de alfalfa en el Valle de Cuatro Ciénegas**

A través de los años la superficie del área de cultivo con riego ha ido incrementándose. En 1930 se componía de 1690 Ha, en 1960 de 3363 Ha y en 1994 de 9321 Ha. El aumento se debió a la construcción de obras hidráulicas, donde se construyeron conductos dentro del valle, además de la perforación de pozos para riego. La alfalfa es el cultivo más importante dentro del valle y sus alrededores. La práctica de los cultivos de la alfalfa ha agilizado la desertificación de la zona donde se precipitan menos de 250 mm de lluvia por año (CONANP, 2007).

El agua superficial que es conducida por los canales de Santa Tecla y Saca Salada es dirigida a los municipios de Frontera, Nadadores, San Buenaventura, Sacramento y Lamadrid (Ortíz *et al.*, 2016). El agua transportada en el canal es para uso agrícola. Las consecuencias son muy graves ya que la desviación del vital líquido no sigue su cauce natural y provoca desertificación en diferentes áreas del valle.

## **Plan de investigación CONANP-CBta No. 22**

La CONANP es el órgano encargado de la administración de las áreas naturales. La dirección de APFFCC, desde que inició su mandato, ha impulsado la conservación de los recursos naturales, de tal manera que el ecosistema del valle no se vea afectado. Para cumplir lo anterior, se ponen en marcha modelos demostrativos que promueven la baja demanda hídrica, como cambiar cultivos de menor demanda hídrica y el uso de tecnología agroalimentaria por medio de biorreactores, que brindan la alternativa de reemplazar la alfalfa por el nopal con el objetivo de ofrecer al ganado la proteína requerida sin menoscabo de sus estándares productivos, lo que permite disminuir el consumo del agua en aproximadamente 1400 l/kg de forraje producido (Ibarra, 2017).

Hoy en día la CONANP con la colaboración del CBta No. 22, realiza un proyecto de investigación con el objetivo de estandarizar la dieta de bovinos productores de leche a partir del nopal verdura. El nopal es sometido a un proceso de fermentación para incrementar el nivel proteico, posteriormente se deshidrata el producto para que sea fácil de conservar y obtener mejor palatabilidad.

### **Nopal forrajero**

El norte de México es árido, conformado por el desierto Chihuahuense y el desierto de Sonora. Una de las principales actividades en la zona es la cría de ganado bovino. Debido a las condiciones climatológicas hace muy difícil el cultivo temporal en dicho territorio.

Debido a este problema surge la necesidad de hacer uso de especies forrajeras como el nopal, el cual se encuentra presente en las zonas áridas de México. Cultivar nopal en zonas áridas representa hacer mejor uso del agua, siempre y cuando se haga con un buen manejo (Reveles *et al.*, 2010).

El género de nopal utilizado para forrajes es el *Opuntia*, es el más abundante y está distribuido en comunidades llamadas nopaleras, cuenta con 104 especies, donde el 60 por ciento está localizada en el desierto Chihuahuense (Ríos *et al.*, 2004).

### **Fermentación del nopal**

Las fermentaciones son procesos metabólicos de las levaduras y de varias bacterias que transforman compuestos químicos orgánicos en otras sustancias orgánicas químicas. La fermentación ha estado presente a lo largo de la historia con el fin de conservar alimentos, producir bebidas, obtener metabolitos, texturas, sabores y aromas específicos (Puerta, 2010).

El proceso de fermentación semisólida del nopal es un proceso biotecnológico, que consiste en aumentar la biomasa microbiana (levaduras y bacterias) que aportan mayor cantidad de proteína verdadera, se logra a partir de sustratos ricos en celulosa y pectinas del nopal, además del aditamento de nitrógeno no proteico (urea), minerales y vitaminas (Mejía *et al.*, 2011).

## DESARROLLO DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta una breve descripción de las actividades realizadas durante la estancia académica, la cual abarcó un periodo de 3 meses (enero-marzo), donde mi participación principal fue la dirección del proyecto de investigación, además participé en diferentes actividades que realizan los técnicos de la dirección de APFFCC

### **Actividades del proyecto de investigación: “Fomento de nopal forrajero fermentado en ganado vacuno”.**

- ❖ Planeación y acciones previas al arranque de proyecto de biodigestor:
  - Se convocó una reunión de trabajo con profesores del CBta No. 22 involucrados en el proyecto. La finalidad de dicha reunión fue la de elaborar un plan de actividades para el año 2020.
  - Se hizo una convocatoria a los alumnos del CBta No. 22 para participar en el proyecto de investigación. Se pasaron a todos los salones explicando en qué consistía el proyecto y beneficios académicos que obtendrían.
  - A los alumnos aceptados en el proyecto se les capacitó en campo para que aprendieran el funcionamiento del biodigestor, además se les dio una presentación para que tuvieran un panorama general del APFFCC y el proyecto.
  - Se hicieron acciones correctivas al biodigestor y al deshidratador, se compraron insumos y herramientas necesarias para llevar a cabo el proyecto.
- ❖ Arranque del proyecto. Con un total de 16 alumnos se procedió a realizar el proyecto. Se hicieron equipos de cuatro alumnos en cuatro sectores (agrícola, pecuario, laboratorio y biodigestor), los cuales se iban rotando. A continuación, se describen las funciones de cada sector.
  - Sector agrícola: Son los encargados de cortar, regar y deshierbar nopal verdura del invernadero.

- Sector biodigestor: Son los responsables de operar el biodigestor, ingresar nopal y colocar el producto fermentado en el deshidratador.
  - Sector laboratorio: Tienen la asignación de tomar muestras de nopal fermentado en el deshidratador, pesar nopal y químicos.
  - Sector pecuario: Tienen la asignación de retirar el nopal deshidratado, almacenar el alimento y dar de comer al ganado bovino
- ❖ Las muestras obtenidas se llevaron a un laboratorio certificado para que las procesaran.

**Acompañamiento a diferentes actividades y eventos realizados por personal operativo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas**

- Recorrido de vigilancia a sitio Las Playitas.
- Visita a los ejidos Antiguos Mineros del Norte, El Venado, La Vega, San Juan de Boquillas y San Vicente para entregar convocatorias del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES).
- Monitoreo de piezómetros en diferentes pozas del valle del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas.
- Visita a Rancho El Abuelo Woods, rancho sustentable, en conjunto con promotoras ambientales.
- Participación en curso-taller: “Terrapene Coahuila, situación actual y consideraciones para el manejo de individuos provenientes de cautiverio”.
- Participación en evento informativo en el centro de Cuatro Ciénegas.

## RESULTADOS

### Proyecto Biodigestor

Se rehabilitó el invernadero de nopal verdura, ubicado en las instalaciones del CBta No. 22, quedó limpio de hierbas y basura (Figura 1), se realizó un plan para riego mensual.



Figura 1. Invernadero de nopal verdura. Antes y después del mantenimiento.

Los alumnos participantes adquirieron las herramientas y conocimientos necesarios para desarrollar el proyecto satisfactoriamente (Figura 2).

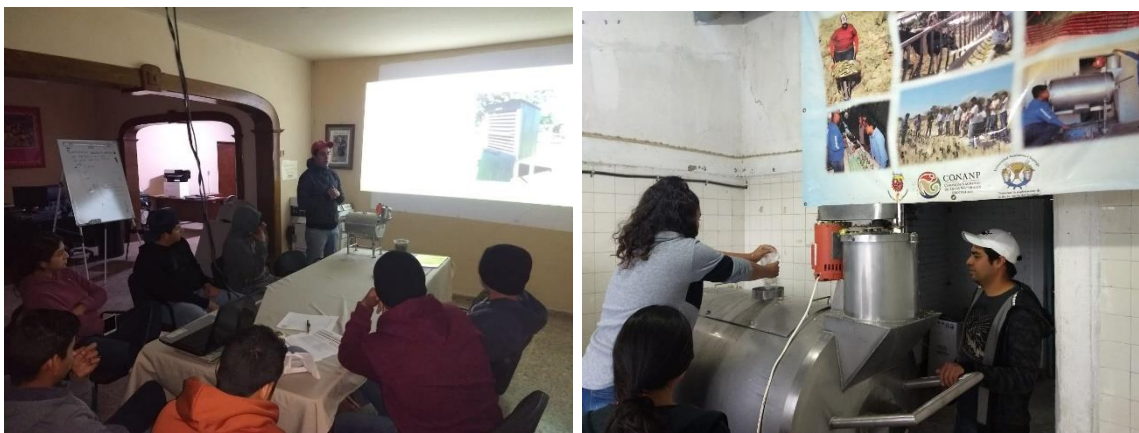


Figura 2. Capacitación teórica y práctica a los alumnos participantes.

Los alumnos desarrollaron el proyecto satisfactoriamente (Figura 3). Se operó cuatro veces el biodigestor, en cada una se utilizó 50 kg de nopal, 20 l de agua, 500 g de urea, 500 g de levadura de cerveza y 50 g de sulfato de amonio. Se trabajaron con 4 ciclos, cada uno constó de 40 min de trabajo y 40 min de reposo.



Una vez terminado el proceso se llevó el producto fermentado al deshidratador, el tiempo de deshidratación fue entre 3 a 5 días, según las condiciones climatológicas.



Figura 3. Estudiantes utilizando biodigestor y deshidratador solar.

Una vez que el nopal fermentado es deshidratado se obtuvo un producto con bajo contenido de humedad, se percibió un olor agradable, aromático a hierbas; presentaba en consistencia un buen tostado, “crunch” y un buen color verde oliva. El producto fue almacenado en costales para posteriormente dárselo al ganado (Figura 4).



Figura 4. Nopal fermentado deshidratado y ganado bovino consumiendo el producto final.

En el proceso se tomaron muestras con el fin de evaluar la evolución del incremento del valor proteico después del proceso de fermentación y demostrar que no hay pérdida de éste después de que el producto es deshidratado. Un laboratorio certificado externo procesó las muestras.

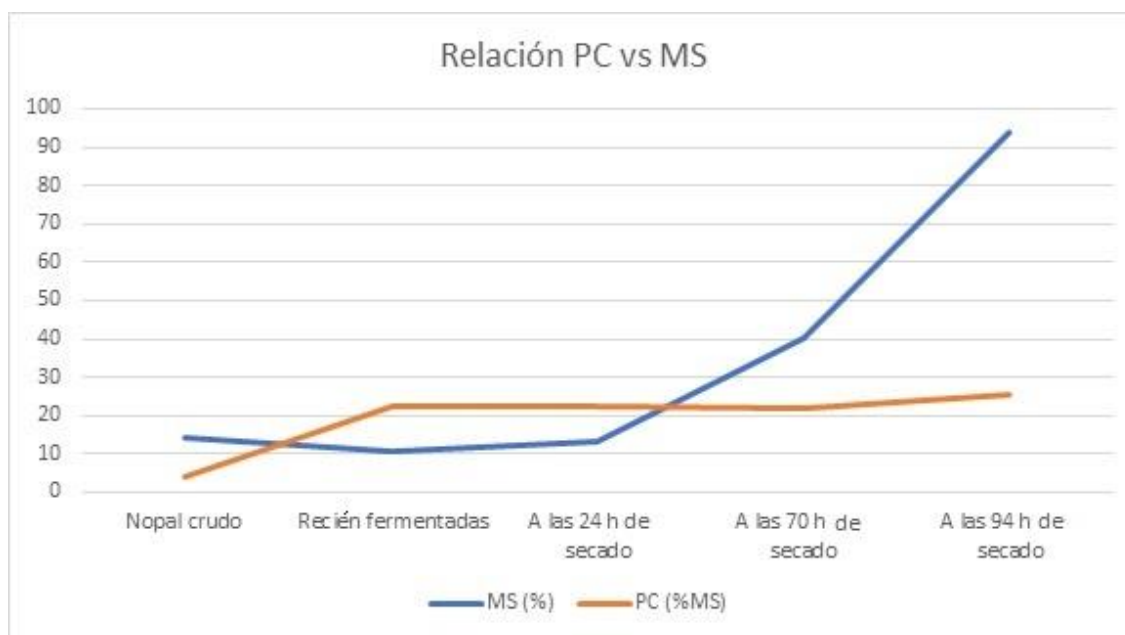
El primer muestreo que se tomó fue del nopal recién cortado. El segundo muestreo fue del nopal fermentado. La tercer, cuarta y quinta muestra fue del proceso de deshidratado a 24, 70, 94 h respectivamente. Para cada muestreo se tomaron cuatro muestras (Cuadro 1). A partir de las muestras procesadas se obtuvieron los resultados del promedio de masa seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra ácido detergente (FAD).

Cuadro 1. Resultados de muestras tomadas durante el proceso de investigación.

Descripción	MS (%)	PC (%MS)	FDA (%)	Número de muestras
Nopal crudo	14.46	3.99	11.52	4
Recién fermentadas	10.82	22.55	12.82	4
A las 24 h de secado	12.98	22.42	13.66	3
A las 70 h de secado	40.21	21.78	14.14	4
A las 94 h de secado	93.73	25.28	14.42	4

Se graficó el aumento de proteína cruda (% PC) y masa seca (% MS) en un lapso de 94 h a partir del muestreo del nopal fermentado (Figura 5).

Figura 5. Porcentaje de MS y PC.



### **Acompañamiento a diferentes actividades realizadas por personal del APFFCC**

#### **Recorrido de vigilancia a sitio Las Playitas**

Se llevó a cabo un recorrido de vigilancia/supervisión a sitio Las Playitas, como parte de las labores técnicas de los Guardaparques del APFFCC correspondiente a actividades turísticas recreativas dentro del Área Natural Protegida (ANP), se contempla la realización y ejecución de recorridos de vigilancia en el perímetro protegido. Debido a su próxima reapertura como sitio turístico es necesario que cumpla los lineamientos establecidos por CONANAP. Durante el recorrido se encontró en buen estado el camino de terracería, se identificó la instalación de dos baños portátiles cerrados, una palapa de madera removible con piso despegado del suelo aproximadamente 50 centímetros, no se encontró basura, se observó instalada una cámara de vigilancia en un poste de madera y un kayak a las orillas del cuerpo de agua, sin presencia de turistas ni manejadores del sitio.

### **Visita a los ejidos dentro del valle, para hacer entrega de convocatoria del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES)**

Se visitaron los ejidos que se encuentran dentro del ANP, para hacer entrega de convocatoria de Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES). Dicho programa tiene como objetivo promover a los habitantes de las Áreas Naturales Protegidas y sus zonas de influencia, aprovechar los recursos naturales y la biodiversidad de forma sustentable para el desarrollo social. Los ejidos que se visitaron fueron Antiguos Mineros, El Venado, San Juan de Boquillas, La Vega y San Vicente. Las convocatorias fueron colocadas en el salón de juntas ejidal, además se entregaron a los comisariados ejidales de cada localidad, donde se les explicó las bases y condiciones para poder participar.

### **Monitoreo de piezómetros en diferentes pozas del valle del APFFCC**

Se llevaron a cabo dos monitoreos de piezometría en distintas pozas ubicadas en el valle. Las pozas visitadas en la primera fecha fueron: La Becerra, Poza Azul, Los Abuelos y Poza Escobedo. Las pozas visitadas en la segunda fecha fueron: Las Teclas, Las Teclitas, Los Gatos y Poza Hundidos. El equipo utilizado fue Levellogger, los cuales tienen la función de medir el nivel superficial y la temperatura en lapsos una hora, de tal modo se observó con los datos graficados el cambio de la altura de las pozas a través del tiempo. Por medio de la interpretación de las gráficas se pueden tomar acciones preventivas o correctivas, con el fin de mantener un nivel y temperatura deseado en las pozas.

### **Visita a Rancho sustentable El Abuelo Woods**

Se brindó acompañamiento a promotoras ambientales al rancho El abuelo Woods. La anfitriona, explicó la composición estructural de su casa ecológica, hecha a base de materiales amigables con el medio ambiente y la importancia de la arquitectura verde. Cuentan un área de acampado para turistas que visitan la zona, considerado como una actividad de bajo impacto, ya que tiene un sistema eficiente en la separación de residuos sólidos, existen letrinas

ecológicas, temazcales, zonas delimitadas para fogatas, cuartos contruidos de adobe, entre otras.

**Participación en curso-taller: “Terrapene Coahuila, situación actual y consideraciones para el manejo de individuos provenientes de cautiverio”**

El curso fue impartido por investigadores de la Universidad Juárez del Estado de Durango, el M. en C. Jorge Ernesto Becerra López, M. en C. Bruno Rodríguez López, el Ecol. Francisco Javier Arellano Maldonado y la Ecol. Italia García Reza, impartida en 10 horas dividida en dos secciones. La primera sesión fue una presentación, donde se planteó el marco teórico de la tortuga bisagra, enfermedades comunes en las tortugas, importancia y características de un tortuguero; la disminución de esta en los últimos años y su relación con la disminución del agua.

En la segunda sesión se visitó el predio El Anteojo, lugar donde se realiza el proyecto de reproducción asistida de tortuga bisagra (Figura 6). En esta visita se observaron las estructuras de los tortugeros, actualmente son cuatro, dos para tortugas recién eclosionadas y otros dos para reproducción, con un total de 3 tortugas adultas existentes al momento de la visita. Como parte de la capacitación se contempló la instalación de una malla sombra alrededor de los tortugeros a fin de proporcionar la necesaria para la especie.

**Participación de evento informativo en el centro de Cuatro Ciénegas**

Se participó en evento para conmemorar el día de los humedales, siendo un evento informativo en la plaza Central de Cuatro Ciénegas, donde participó el personal operativo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. Se tuvo como objetivo difundir las iniciativas y los resultados obtenidos a través de estrategias que están enfocadas principalmente al uso responsable del agua para la preservación de los ecosistemas e impartir alternativas en métodos de cultivos alternativos utilizando nuevas tecnologías que brinden mayor eficiencia para utilizar los recursos naturales (suelo, agua) de manera responsable. Para dicho evento se presentó una maqueta representativa de una parcela de alfalfa en

comparativa con una de nopal, además de una maqueta a escala del biodigestor utilizado en el proyecto de investigación (Figura 6), utilizando dichas herramientas para explicar la importancia de la sustentabilidad agrícola e hídrica, así como el proceso de la fermentación del nopal y los resultados esperados.



Figura 6. Participación del APFFCC en el día de los humedales en el centro de Cuatro Ciénegas y asistencia en curso de sobre reproducción de tortuga bisagra en cautiverio.

## CONCLUSIÓN

La estancia académica realizada en la CONANP representó una grata experiencia, donde apliqué los conocimientos teóricos adquiridos durante la especialidad, además fue una oportunidad de poder participar en proyectos que tienen gran impacto en la conservación del ecosistema del valle a través del buen uso de los recursos naturales. Sin duda alguna la estancia me dio las herramientas necesarias para poder desenvolverme profesionalmente en el sector público y me dio un panorama amplio de la importancia de la investigación a través de diferentes tecnologías para cuidar el medio ambiente y eficientar los recursos naturales.

La dirección de APFFCC está interesada en la conservación del valle. A través de diferentes actividades, persuade a la población local a colaborar en ella. El proyecto biodigestor está integrado por alumnos de educación media de la localidad, ellos son el futuro de Cuatro Ciénegas, es necesario que desde temprana edad conozcan la manera de hacer buen uso de los recursos naturales, debido a que ellos son hijos de campesinos, ganaderos y prestadores de servicios dentro de la zona.

El proyecto de investigación del biodigestor demostró que se puede incrementar la cantidad de proteína del nopal a través del proceso de fermentación. La cantidad de proteína hace que pueda competir con la alfalfa, de tal modo se puede formar una dieta nutricional para el ganado bovino. La ventaja de usar este proceso es que se puede eficientar el uso del agua, debido a que el nopal necesita menor cantidad. El proceso de deshidratación dura de 3 a 5 días dependiendo de los factores climatológicos, sin embargo, Cuatro Ciénegas es parte de un desierto y tiene temperaturas altas, por lo que es un lugar óptimo para desarrollarlo. El producto deshidratado es fácil de almacenar debido a su bajo contenido de humedad y hace que tenga mejor palatabilidad en las vacas, debido a la textura y olor.



Mi estancia cumplió el objetivo de trabajar y capacitar durante tres meses con los estudiantes que realizan su servicio social, para que posteriormente ellos continuaran trabajando hasta terminar noviembre del 2020, sin embargo, la contingencia del virus COVID-19 perjudicó el plan de trabajo suspendiendo actividades desde el 19 de marzo por lo que el proyecto se tuvo que suspender temporalmente hasta que las autoridades de las SEP permitan el reingreso de actividades.

Las actividades que realiza el personal operativo son de suma importancia ya que es necesario mantener el control de todo el valle. A través de los acompañamientos se aprendió a usar un drone de vigilancia, cuatrimoto y piezómetros. Además, se adquirió conocimiento sobre el cuidado de especies endémicas, técnicas de vigilancia, importancia del turismo sustentable y cuidado del agua en la zona.



## REFERENCIAS

- CONANP (2007). Estudio sobre el cambio de uso de suelos en el Valle de Cuatro Ciénegas periodo 2002-2006. Consulta 21 de mayo de 2020. <http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/cuatrociénegas/docs/Tasa2006.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (2008). Consulta 25 de mayo de 2020. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5045495&fecha=16/06/2008](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5045495&fecha=16/06/2008)
- Ibarra F. (2017). La Biodiversidad en Coahuila. Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas: un espacio para la conservación de los recursos naturales. En: La biodiversidad en Coahuila. Estudio del Estado, vol. I. CONABIO, Gobierno del Estado de Coahuila Zaragoza. México, 255-260.
- INE-SEMARNAP (1999). Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. México: SEMARNAP.
- Oesterheld M. (2008). Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas. Fundamentos ecológicos y problemas más relevantes. Ecología Austral 18:337-346.
- Ortiz S., Romo M. (2014). Impactos socioambientales de la gestión del agua en el área natural protegida de Cuatro Ciénegas, Coahuila. Región y sociedad 28 (66): 195-209.
- Pérez I. (2019). La sexta extinción masiva de especies ha alcanzado a Cuatro Ciénegas. Consulta 20 de mayo de 2020. <http://ciencia.unam.mx/leer/850/cuatro-cienegas-a-punto-del-colapso>
- Puerta Q. (2010). Fundamentos del proceso de Fermentación del café. Cenicafé. 402: 1-12.
- Reveles H., Flores O., Blanco M., Valdez C., Félix R. (2010). El manejo del nopal forrajero en la producción del ganado bovino. RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición. 5: 130-144.
- Ríos R., V. Quintana M. 2004. Manejo general del cultivo del nopal. Colegio de Postgraduados, Secretaría de la Reforma Agraria. Manual del participante. México. 81 p.

SIMEC, CONANP (2000). Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región denominada Cuatrociénegas. Consulta 14 de mayo de 2020.

[https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_pcym/151\\_DOF.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_pcym/151_DOF.pdf)

SEMARNAT (2016). Cuatrociénegas, área de protección de flora y fauna. Uno de los humedales más importantes en México conmemora su aniversario. Consulta 25 de mayo de 2020.

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/cuatrociénegas-area-de-proteccion-de-flora-y-fauna>