

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA  
UNIDAD ACADÉMICA HERMOSILLO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN  
BIOSUSTENTABLE**



**FUENTES ARTIFICIALES DE AGUA Y ALIMENTO  
PARA MEJORAMIENTO DEL HÁBITAT DEL VENADO  
BURA (*Odocoileus hemionus eremicus*) EN LA UNIDAD DE  
MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE SAN  
HUBERTO, A.C.**

**TESIS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO DE  
MAESTRIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION  
BIOSUSTENTABLE**

**PRESENTA:**

**JOSE P. ARROYO ORTEGA**

**HERMOSILLO, SONORA;**

**MAYO DE 2017**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA**  
**UNIDAD ACADÉMICA HERMOSILLO**  
**MAESTRÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BIOSUSTENTABLE**

**TESIS**

**FUENTES ARTIFICIALES DE AGUA Y ALIMENTO PARA MEJORAMIENTO  
DEL HÁBITAT DEL VENADO BURA (*Odocoileus hemionus eremicus*) EN  
LA UNIDAD DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE  
SAN HUBERTO, A.C.**

**COMITÉ REVISOR**



**PRESIDENTE**

**Dr. Alberto Macías Duarte**



**SECRETARIO**

**Dra. Carmen Isela Ortega Rosas**



**VOCAL**

**Dr. Leopoldo Villarruel Sahagún**

**HERMOSILLO, SONORA;**

**MAYO DE 2017**

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1. Justificación.....	6
1.2. Objetivos .....	7
1.2.1. General.....	7
1.2.2. Específicos.....	7
1.3. Hipótesis de la Investigación.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Tasa de Retorno .....	10
2.2. Foto Trampeo.....	11
2.3. Método de Captura – Recaptura .....	12
2.4. Índice de Vegetación Normal Estandarizado (NDVI) .....	13
2.5. Unidades de Conservación y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMAS) .....	14
2.5.1. Definición de UMA.....	15
2.5.2. Objetivos de las UMA.....	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	17
3.1. Descripción de la Especie de Estudio .....	17
3.2. Descripción del Área de Estudio .....	19
3.2.1. Ubicación.....	19
3.2.2. Clima.....	20
3.2.3. Topografía .....	21
3.2.5. Vegetación .....	22
3.2.6. <i>Fauna</i> .....	24
3.3. Muestreo con Cámaras Trampa.....	26
3.4. Suplementación de agua y alimento .....	28
3.5. Análisis de la vegetación (NDVI).....	30
3.6. Análisis Estadístico .....	31

3.6.1. Tasa de Permanencia .....	31
3.6.2. Índice de Vegetación de Diferencias Normalizado (NDVI).....	33
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	34
5.3. Discusión.....	2
CONCLUSIONES .....	2
RECOMENDACIONES.....	2
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	0
ANEXOS .....	9

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura. 1.- Distribución del venado bura en México
Figura 2.- Obras de mejoramiento de Hábitat
Figura 3.- Imágenes de satélite NDVI
Figura 4.- Venado Bura
Figura 5.- Localización UMA San Huberto
Figura 6.- Topografía del área de estudio
Figura 7.- Tipos de vegetación en el área de estudio
Figura 8.- Vegetación representativa del área de estudio
Figura 9.- Fauna silvestre presente en la UMA
Figura 10.- Ubicación de las cámaras-trampa
Figura 11.- Información proporcionada por las cámaras
Figura 12.- Bebedero especial para fauna silvestre
Figura 13.- Suplementación de agua de los bebederos
Figura 14.- Comedero especial para fauna silvestre
Figura 15.- Suplementación de alfalfa en los comederos
Figura 16.- Polígonos de Thiessen por estación de foto trampeo
Figura 17.- Imagen de valores NDVI del Mes de Noviembre 2015

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.- Diseño de muestreo factorial 2 x 2 completo

Tabla 2. Tabla de organización de datos formato 1 (Excell)

Tabla 3.- Análisis estadístico de los datos formato 2 (Excell)

Tabla 4.- Concentrado general de los machos foliados por periodo de muestreo, bebedero/comedero y tratamiento

Tabla 5.- Frecuencias de Captura (presencia) por macho foliado

Tabla 6.-Resultados Generales

Tabla 7.- Análisis de Imágenes NDVI

## RESUMEN

Los recursos naturales renovables se han constituido desde hace muchos años en importantes fuentes generadoras de bienes y servicios, de manera que cuando la actividad cinegética se realiza de manera legal, organizada, sustentable y responsable, además de los beneficios económicos que de ella pueden derivar esta actividad se convierte en una herramienta fundamental para el manejo de los ecosistemas naturales y para mantener el equilibrio de las poblaciones de fauna silvestre.

Es importante señalar que el aprovechamiento sustentable de las poblaciones de fauna silvestre es el resultado de las mejoras que se hacen en favor del hábitat natural. Algunas de las obras más utilizadas son las fuentes artificiales de agua y alimento.

Sin embargo y a pesar del alto costo de implementar estas acciones, existen señalamientos de que dichas obras no han dado resultados satisfactorios, incluso que estas han generado problemas más serios para la vida silvestre como son: competencia, depredación e incluso problemas de sanidad.

En el año 2005, se implementó en la UMA San Huberto un programa de suplementación artificial de agua y alimento.

Se evaluó la tasa de permanencia de los venados bura machos a partir del uso de los bebederos y/o comedero artificiales; mediante el método de captura recaptura utilizando cámaras trampa; se utilizó el índice NDVI, para evaluar el efecto que sobre la utilización de los bebederos y comederos pudiera tener la vegetación natural del rancho.

El presente proyecto pretende evaluar de manera objetiva el costo-beneficio de dicho programa y a partir del análisis de los resultados del presente estudio planear de mejor manera la administración de la UMA.

## INTRODUCCIÓN

En México, se denomina “Ganadería Diversificada” a la producción combinada de las especies ganaderas domésticas y el aprovechamiento racional y sostenido de las especies de flora y fauna silvestres nativas o introducidas (Villareal et al., 1995).

Tomando en cuenta la descapitalización de los productores y la necesidad apremiante de una mayor productividad y rentabilidad de sus predios, aunado a la demanda de trofeos por parte del turismo cinegético, se propició la conceptualización del esquema de producción basado en el aprovechamiento múltiple de los pastizales naturales con ganadería bovina y fauna silvestre (Villareal, 1997).

El aprovechamiento de la fauna silvestre se lleva a cabo de diversas formas en nuestro país. Una de las más importantes, sobre todo en el norte, es mediante la cacería deportiva, actividad considerada de gran importancia en términos económicos (SEMARNAP, 1997).

Este auge en la actividad cinegética inició con la operación del Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997- 2000 por parte de la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Mediante este programa se reconocieron los derechos del aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres a los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde éstas se distribuyen. Teniendo además la posibilidad de que dichos recursos puedan ser comercializados legalmente con el beneficio económico que de ello se deriva (Gallina, 2010). La derrama económica que recauda esta comercialización en el sector rural ha sido en algunos casos un impulsor para la economía de esas zonas, ya que el aprovechamiento de vida silvestre genera beneficios para la

población, crea diversas fuentes de empleo, ingresos para las comunidades e incrementa el mantenimiento de los servicios ambientales (SEMARNAP, 2007).

En el estado de Sonora se localizan varias de las especies cinegéticas con mayor valor económico en México, las que se distinguen por vivir en lugares áridos y con poca vegetación, entre ellos el venado bura (*Odocoileus hemionus*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) y el jabalí de collar (*Pecari tajacu*) entre otros. El venado bura tiene gran importancia, no solo desde el punto de vista ecológico, sino también por su alto valor cinegético y como un recurso importante de alimento para los habitantes locales y pueblos indígenas (SEMARNAT, 2010).

Se estima que se ha reducido el área de distribución del venado bura en el extremo sur y oriental de su distribución histórica en México y la información sobre su abundancia es escasa (Figura 1).

Autores como Sánchez-Rojas y Gallina (2007) estiman que las poblaciones naturales, en el contexto de aprovechamiento cinegético, se encuentran fragmentadas y que se desconoce su estado actual; Incluso refieren que las poblaciones en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas y San Luis Potosí están en riesgo de desaparecer (Weber y Galindo, 2005).

La cacería y la destrucción del hábitat de esta especie han sido las principales causas de la reducción masiva de sus poblaciones en México. Ceballos y Oliva (2005) citados por Weber y Galindo, (2005) consideraron al venado bura como una especie en peligro de extinción para toda la región del Desierto Chihuahuense en México. Weber y Galindo (2005) observan que la competencia con el ganado por alimento, agua y sombra además de la cacería de subsistencia son factores determinantes de su distribución y abundancia.

El incremento en la demanda de aprovechamiento cinegético y comercial, el deterioro y fragmentación del hábitat y la cacería furtiva plantean la necesidad de instrumentar medidas que fomenten el mantenimiento, o en su caso el incremento, de las poblaciones del venado bura. Lo anterior puede lograrse



mediante la aplicación de prácticas de mejoramiento del hábitat, frecuentemente enfocadas en el restablecimiento, mantenimiento e incremento de poblaciones de animales de caza. Estas medidas incluyen leyes proteccionistas, refugios de fauna, control de depredadores y más recientemente algunas prácticas de mejoramiento del hábitat (Owen, 1977). El mejoramiento del hábitat (Figura 2) se puede definir como las prácticas realizadas para incrementar la capacidad de carga mediante la manipulación directa e indirecta de los cuatro componentes del hábitat: agua, alimento, cobertura y espacio (Villareal *et al.*, 1998).

En los ranchos ganaderos diversificados, estas prácticas no solo benefician al venado, sino también a todas las especies de fauna silvestre que comparten el hábitat, así como a las especies domésticas. Por lo cual estos ranchos se constituyen como verdaderas reservas de los ecosistemas naturales y de la fauna silvestre regional que en ellos habita (Villarreal, 1995).



Figura. 1.- Distribución del venado bura en México



Figura 2.- Obras de mejoramiento de Hábitat

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde finales de los años cuarenta e inicios de los cincuentas, los administradores de fauna silvestre, en el suroeste de Estados Unidos y en el norte de México han supuesto que el agua y el alimento son los principales factores limitantes para el incremento de poblaciones de vida silvestre, sobre todo en hábitats desérticos (Rosenstock *et al.*, 1999). Bajo este supuesto, algunas dependencias de gobiernos estatales y del gobierno federal de Estados Unidos de Norteamérica iniciaron programas para el desarrollo de fuentes de agua artificiales para intentar mantener o incrementar el tamaño de las poblaciones de fauna silvestre, sobre todo de las especies de caza (Rosenstock *et al.*, 1999).

Sin embargo recientemente algunos críticos han sugerido que las fuentes de agua construidas para mejoramiento de hábitat para especies silvestres no han proporcionado los beneficios esperados y que estos desarrollos pueden hacer daño a la vida silvestre debido al aumento en depredación, competencia y transmisión de enfermedades (Rosenstock *et al.*, 2004). Así mismo, a pesar de su elevado costo económico, los efectos positivos o negativos de proporcionar agua y alimento a la vida silvestre no son generalmente apoyados por investigaciones científicas y siguen siendo en su mayoría especulativos (Simpson *et al.*, 2011).

Aunque efectos negativos del desarrollo de fuentes de agua, parecen ser en gran parte no comprobados, muchos efectos positivos de la provisión de agua para fauna silvestre, han sido documentados (Rosenstock *et al.*, 1999; Kraussman *et al.*, 2006). Individuos de muchas especies de caza y no cinegéticos se han visto beneficiados, pero no todos los proyectos de desarrollo de fuentes de agua han tenido los incrementos esperados en la distribución y abundancia de los animales (Rosenstock *et al.*, 1999).

Las diferentes prácticas de mejoramiento de hábitat para venado bura en Sonora han sido realizadas básicamente copiando las prácticas que se

desarrollaron en Coahuila y Nuevo León, que a su vez fueron importadas de las zonas áridas del suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica (Arizona, Nuevo México y Texas). Estas prácticas incluyen obras de manejo de suelos para captación de agua, siembra de cultivos, desmontes en franjas, quemas controladas y suplementación de agua, alimento y minerales (Villareal, 2012).

La efectividad de estas prácticas rara vez es evaluada, debido a que se invierte una gran cantidad de recursos financieros en estas obras, se considera necesario realizar estudios a corto, mediano y largo plazo para responder a preguntas sobre la eficacia y los efectos ecológicos de la suplementación de agua en fuentes artificiales y de alimento (Rosenstock *et al.*, 1999).

En este sentido la Unidad de Conservación y Manejo de la Vida Silvestre (UMA) San Huberto A. C., cumpliendo con lo establecido en su plan de manejo y con el objetivo inicial de incrementar la población de venado bura, estableció en el año 2005 una red de distribución de agua mediante la instalación de setenta bebederos e igual número de comederos especiales para fauna silvestre, en los cuales se proporciona de manera periódica agua y alfalfa henificada. Sin embargo no tienen conocimiento o información precisa sobre el beneficio de esta actividad de Manejo en su UMA. Es por ello la necesidad de este trabajo de investigación

### **1.1. Justificación**

Considerando que no existe un consenso en la comunidad científica y los usuarios del recurso, sobre la utilidad de la suplementación de agua y alimento como herramienta de mejoramiento de hábitat se asevera necesario hacer una evaluación de estas acciones. Así mismo ya que no existe una planeación técnica, y los altos costos de operación actuales, es necesario además analizar el costo-beneficio de implementar estas obras de manejo de hábitat.

El manejo de fauna silvestre se ha hecho siguiendo el sentido común más que una justificación técnica. Por ello existe la inquietud por parte los propietarios de evaluar objetivamente la efectividad de dicha suplementación.

Los resultados de esta investigación serán determinantes para evaluar el costo–beneficio de las prácticas de mejoramiento del hábitat implementadas y dará a los gestores y administradores de fauna silvestre elementos técnicos para administración de las UMAS y llevar a cabo un aprovechamiento sostenido de la fauna cinegética.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Evaluar la efectividad de las fuentes artificiales de agua y alimento como herramientas de mejoramiento de hábitat para venado bura, mediante la utilización de cámaras trampa para determinar la tasa de permanencia del venado bura machos durante la temporada invernal en la UMA San Huberto A.C.

### **1.2.2. Específicos**

- Determinar la frecuencia de uso de los bebederos artificiales por los venados buras machos mediante cámaras-trampa.
- Determinar la frecuencia de uso de comederos artificiales por los venados buras machos mediante cámaras-trampa
- Determinar el efecto de la disponibilidad de alimento natural (vegetación) sobre la utilización de las fuentes de agua y comederos artificiales.

## **1.3. Hipótesis de la Investigación**

La suplementación artificial de fuentes de agua y alimento incrementa la tasa de permanencia de los venados bura machos en la UMA San Huberto.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Diversos autores afirman que el cambio o la degradación del hábitat durante los últimos años han provocado que las poblaciones de caza se hayan visto reducidas. Así mismo se observa que mejorar las características de un hábitat puede permitir un aumento natural de las poblaciones silvestres (Rands, 1987; Aebischer y Lucio, 1997). Por ello, el suministro de alimento y agua de manera natural o artificial se yergue como herramientas trascendentes de mejoramiento de hábitat para la gestión cinegética (Leopold, 1963); Rands, 1987; Aebischer y Ewald, 2004).

La alimentación suplementaria resulta de especial interés para numerosos investigadores desde hace décadas (Newton, 1980; Martin, 1987; Guthery *et al.*, 2004; Bromley *et al.*, 2006; Draycott *et al.*, 2007; Gaudioso Lacasa *et al.*, 2010). En este contexto, las principales razones o situaciones que pueden motivar la suplementación artificial de agua y alimento son:

- Factores climáticos: la disponibilidad de recursos nutritivos puede ser limitante durante la sequía estival y el invierno, así como después de incendios, inundaciones, heladas y nevadas intensas (Armenteros *et al.*, 2004).
- Factores reproductivos: la evolución de funciones vitales como la reproducción y su posterior resultado la tasa de natalidad de la población depende, en cierta manera, de la disponibilidad de alimento. La época de reproducción, cría y la fase de crecimiento de los juveniles son los momentos críticos más importantes en los ciclos anuales de las especies (Aebischer y Ewald, 2004).

Respecto a la suplementación artificial de alimento, según algunos autores sus principales objetivos son:

- Favorecer la supervivencia y el estado corporal e inmunitario de los individuos adultos (Egan y Brittingham, 1994; Cucco y Malacarne, 1997; Guthery *et al.*, 2004; Brzek y Konarzewski, 2007; Draycott *et al.*, 2007).
- Mejorar la tasa de reproducción y aumentar el éxito de supervivencia de las crías (Koskela *et al.*, 1998; Hoodless *et al.*, 1999; Robb *et al.*, 2008).
- Incrementar la probabilidad de localizar a los animales, fomentar la reducción del área de campeo (*home range*) o concentrar a los individuos en determinados entornos, zonas o territorios (Walther y Gosler, 2001; Demaso *et al.*, 2002; Larsen *et al.*, 2007; Draycott *et al.*, 2007; Gaudioso Lacasa *et al.*, 2010).
- Reducción de la mortalidad y mejoramiento del estado corporal de los animales adultos durante la época invernal. La reducción de la tasa de mortalidad invernal en las poblaciones suplementadas es defendida por algunos autores (Egan y Brittingham, 1994; Lahti *et al.*, 1998; Huitu *et al.*, 2003). Los animales superan la época de carestía con un mejor estado corporal que resulta ventajoso en las fases fisiológicas posteriores: alcanzan con anterioridad el peso corporal óptimo, entran en celo en fechas más tempranas, realizan mayores puestas o camadas, repetición de celo más rápidamente, mejor estado inmunitario, etc. (Martin, 1987; Hoodless *et al.*, 1999; Brzek y Konarzewski, 2007; Newey *et al.*, 2010).

Sin embargo, se debe considerar que la alimentación suplementaria también puede traer efectos colaterales negativos, como un incremento en la depredación hacia las especies de interés (Godbois *et al.*, 2004; González *et al.*, 2006; Turner *et al.*, 2008) o favorecer a otras especies de menor valor cinegético (Guthery *et al.*, 2004). Estos factores pueden hacer que los efectos de la alimentación suplementaria sean inexistentes e incluso negativos para las especies diana. La alimentación artificial será una medida efectiva siempre que la

escasez de alimento o agua sea el factor limitante en el medio, lo contrario su efectividad se verá reducida o será nula (Doerr y Silvy, 1987).

No obstante lo anterior, la alimentación no es el único factor limitante al crecimiento poblacional, existiendo otras variables que influyen o regula el tamaño de las mismas (Newton, 1980) como es el suministro de agua.

El suministro de agua resulta un factor fundamental y limitante para el crecimiento y supervivencia de la fauna silvestre, principalmente en zonas con climas áridos o semiáridos. La creación de fuentes de agua para la fauna es una herramienta de gestión cinegética fundamental y su uso está ampliamente extendido (Tschudin *et al.*, 2011).

Aparte de los beneficios que la suplementación de agua y alimento tiene sobre parámetros de dinámica poblacional (natalidad, supervivencia, etc.) de especies cinegéticas, otro papel relevante de esta suplementación es el de retener individuos y poblaciones a una área de interés (Pérez, 2006). Esto adquiere especial relevancia en las fases iniciales de las repoblaciones, translocaciones, refuerzos poblacionales o sueltas cinegéticas, momentos en los que la búsqueda de alimento y el cambio de dieta comprometen el éxito de dichas acciones (Liukkonen-Anttila *et al.*, 2001; Millán *et al.*, 2003).

## **2.1 Tasa de Retorno**

La tasa de retorno (return rate) se considera como el producto de dos diferentes procesos de probabilidad:

- La probabilidad de sobrevivir y regresar al área de muestreo (supervivencia aparente). La probabilidad de ser encontrado, condicionado a estar vivo en la muestra (probabilidad de encuentro).

Tasa de retorno = probabilidad de supervivencia x probabilidad de encuentro.

Entonces Tasa de Retorno =  $\phi\rho$  (Cooch y White., 2006).



**La tasa de retorno** se puede definir como la proporción de individuos marcados encontrados en ocasiones subsecuentes de captura. Es decir, la **capacidad de permanecer en el lugar**.

En este contexto, la retención de individuos trofeos de alta calidad de venado bura silvestre dentro de las Unidades de Manejo Ambiental (UMAS), es de especial interés para realizar un adecuado aprovechamiento y manejo sostenible de sus poblaciones.

## **2.2. Foto Trampeo**

El foto trampeo consiste en utilizar cámaras fotográficas con un disparador automático que se activa por un sensor que detecta movimiento de animales. Esta herramienta se ha utilizado en investigaciones de muy diversos organismos como: aves en sus nidos (Laurance y Grant, 1994), carnívoros medianos (Kerry, 1998), osos negros (Moruzzi *et al.*, 2002) rinocerontes (Griffiths y Van Schaik, 1993). Su uso resulta particularmente útil para el estudio de especies naturalmente poco abundantes, crípticas y de conducta elusiva (Moruzzi *et al.*, 2002).

Muchos de los estudios con foto trampeo están enfocados a especies con patrones de manchas en la piel, que permiten su identificación a nivel individual (e.g., tigres), con lo que se puede estimar aspectos como el tamaño y la densidad poblacional (Carbone *et al.*, 2001). Es un método sin manejo directo de los animales (poco invasivo), además el investigador no necesita estar todo el tiempo en el área de estudio, minimizando así la alteración del comportamiento natural de los animales (Azuara, 2005; Chávez y Ceballos, 2006; Karanth y Nichols, 2002).

Los estudios con foto trampeo brindan información sobre presencia y abundancia, ya sea relativa, número mínimo conocido vivo, o estimaciones de

abundancia absoluta (Karanth *et al.*, 2002; Lynam, 2002). Un factor importante en cualquier estudio con esta herramienta es la medición del esfuerzo de trapeo, que se mide con el número de trampas activas durante determinado tiempo (e.g., días-trampa). Estandarizando los datos por unidades de esfuerzo obtenemos tasas de captura comparables (Gompper *et al.*, 2006; Karanth *et al.*, 2002).

### **2.3. Método de Captura – Recaptura**

El monitoreo de las poblaciones silvestres ha comenzado a recibir cada vez más énfasis en todo el mundo (Likens, 1989). El uso de individuos marcados y la teoría de la captura-recaptura juegan un papel importante en este proceso. Por ejemplo, la evaluación del riesgo en las poblaciones de vertebrados superiores puede hacerse en el marco de la teoría de la captura-recaptura (Burgman *et al.*, 1993; Anderson *et al.*, 1995).

Los análisis de viabilidad de la población deben basarse en estimaciones de las tasas vitales de una población; a menudo sólo pueden derivarse únicamente del estudio de animales marcados. Así mismo, el componente de riqueza de la biodiversidad a menudo se puede estimar en el contexto de un modelo cerrado captura-recaptura (Burnham y Overton, 1978; Nichols y Pollock, 1978).

Finalmente, los componentes de monitoreo de gestión adaptativa puede ser rigurosamente abordado en términos de análisis de datos de subpoblaciones marcadas (Walters, 1986).

Se han utilizado datos de captura-recaptura como un método general de muestreo y análisis para evaluar el estado y las tendencias de las poblaciones (Burnham y White, 1996).

## **2.4. Índice de Vegetación Normal Estandarizado (NDVI)**

Un Índice de Vegetación puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y es particularmente sensible a la cubierta vegetal (Gilabert et al, 1997).

Estos índices no miden directamente productividad ni disponibilidad forrajera, pero tienen una estrecha relación con estas variables, lo que permite utilizarlos para análisis regionales. Es decir, que los cambios del índice de vegetación permiten decir si un determinado mes o año es mejor o peor respecto al valor histórico de la cubierta vegetal.

El utilizar estos índices tiene su fundamento en el particular comportamiento radiométrico de la vegetación. Una cubierta vegetal en buen estado de salud, tiene una firma espectral que se caracteriza por el contraste entre la banda del rojo (entre 0,6 y 0,7  $\mu\text{m}$ .), la cual es absorbida en gran parte por las hojas, y el infrarrojo cercano (entre 0,7 y 1,1  $\mu\text{m}$ .), que es reflectada en su mayoría. Esta característica de la vegetación permite la realización de su valoración cualitativa.

El NDVI permite identificar la presencia de vegetación verde en la superficie y caracterizar su distribución espacial así como la evolución de su estado a lo largo del tiempo. Esto está determinado fundamentalmente por las condiciones climáticas. La interpretación del índice debe asimismo considerar los ciclos fenológicos y de desarrollo anuales para distinguir oscilaciones naturales de la vegetación de los cambios en la distribución temporal y espacial causados por otros factores (Figura 3)

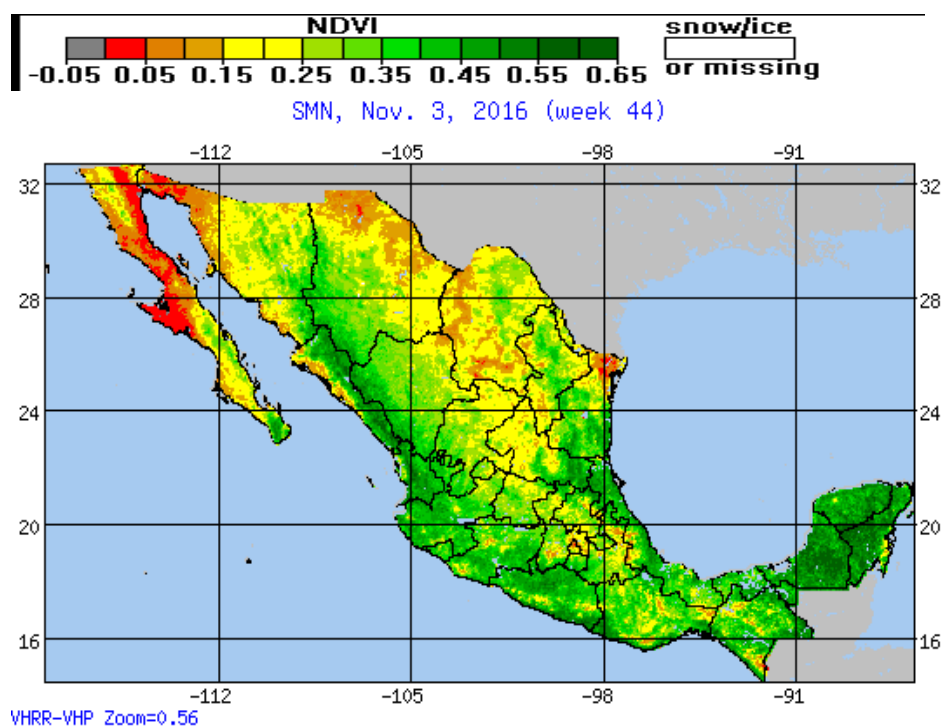


Figura 3.- Imágenes de satélite NDVI

## 2.5. Unidades de Conservación y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMAS)

México es considerado uno de los siete países con mayor biodiversidad en el mundo, debido a su posición geográfica, clima y variada topografía, lo que crea diferentes sistemas ecológicos cuyos tipos de vegetación permiten la existencia de una gran variedad de especies animales. Es por eso que asume la responsabilidad de conservar su riqueza biológica y patrimonio natural con base en políticas ambientales claras y definidas, que permitan conciliar intereses entre los diferentes sectores de la sociedad, y darle a la población de nuestro país alternativas productivas viables que les brinde beneficio económico y social (SEMARNAP, 1997).

Con la puesta en marcha del Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 se establece la política en la administración de los recursos de la flora y fauna silvestre para el país.

Esta propuesta pretende que la sociedad de su justo valor a la flora y fauna silvestres de nuestro país y reconozca los grandes beneficios que de ellos puede obtener.

### **2.5.1. Definición de UMA**

Es la forma de llamar a las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre y se refiere a un esquema de trabajo que se aplica a un área determinada, con la cual se crean oportunidades para aprovechar de forma legal y viable la vida silvestre.

Las UMA pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición, en un área claramente delimitada bajo cualquier régimen de propiedad, en donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestre (fines comerciales o cinegéticos), y que requieren un manejo para su operación. Son consideradas como UMA a todas las unidades de producción o exhibición de flora y fauna silvestres: viveros, jardines botánicos, criaderos de fauna intensivos y extensivos, zoológicos y ranchos cinegéticos, los cuales son centros que cuentan con infraestructura y un plan de manejo, con finalidad de lograr exitosamente la reproducción o propagación de ejemplares.

Las UMA de manejo de vida libre, involucran ejemplares o poblaciones de especies que se desarrollan en condiciones naturales, es decir, sin poner restricciones a sus movimientos;

Las UMA de manejo intensivo, involucran ejemplares o poblaciones de especies en condiciones de cautiverio o confinamiento controlado.

### **2.5.2. Objetivos de las UMA**

- Centros productores de pías de cría.
- Banco de germoplasma.
- Para reproducción de especies, su conservación y las de su hábitat.
- Para labores de educación ambiental e investigación.
- Como unidades de producción de ejemplares, productos y subproductos que pueden ser incorporados a los diferentes circuitos del mercado legal para su comercialización y aprovechamiento.
- Cacería deportiva.
- Ecoturismo.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Descripción de la Especie de Estudio

El venado bura (*Odocoileus hemionus eremicus*) se caracteriza por ser un individuo de gran tamaño con orejas muy largas, cola angosta y pequeña; el color del cuerpo es gris o café, blanco en lugares intermedios, el macho con una corona oscura, la cola blanca en su parte inferior y a los lados y con la punta negra, los cuernos de los machos se ramifican dicotómicamente (Figura 4).

Poseen una glándula metatarsal en la parte exterior de cada pierna trasera justamente abajo de la corva, de 40 mm de largo y una glándula grande pre orbital en el hueso del hueso lagrimal, en promedio las medidas varían de 1300 a 1600 mm; Cola 115 a 190 mm. El peso vivo de los machos es de 64 a 114 kg, y el de hembras de 45 a 70 kg.

Este venado pertenece al género *Odocoileus* uno de los setenta géneros de la familia *Cervidae* que incluye tal diversidad de animales como el moose, elk, caribou y muchos otros géneros europeos, sudamericanos, África y las islas del pacífico, esta familia pertenece al suborden de los rumiantes del orden de los artiodáctilos (Leopold, 1977).

Los cérvidos difieren conspicuamente de otros rumiantes en que los machos presentan un crecimiento de astas que son mudadas cada año (Wallmo, 1981). Existen dos tipos de venado bura en México, el de Baja California que prefiere un hábitat bien protegido con vegetación de chaparral de encino o pino; el otro tipo es el más grande llamado bura del desierto o venado bura de Sonora es más bien una animal de terrenos más desnudos y vive confortablemente en las áreas desérticas más desoladas con escasa vegetación (Leopold, 1977).

El venado bura vive la mayor parte del año en pequeños grupos; las hembras con sus cervatillos y animales de un año tienden a formar unidades sociales estables de dos a seis individuos, y los machos se reúnen en pequeñas manadas de igual tamaño; sin embargo la segregación nunca es completa,

algunos machos especialmente los jóvenes se asocian regularmente con las hembras y algunos venados de cualquier sexo pueden vivir enteramente solos.

Cada venado o manada tiene su área de habitación específica en la cual vive. El tamaño de esta varía con la cubierta, alimentación y también con el agua disponible. Los machos adultos pueden hacer grandes viajes durante la época de reproducción, pero retornan exactamente a sus respectivas áreas una vez pasada la reproducción.

Entre Noviembre y Enero en las áreas desérticas, generalmente las hembras adultas y algunas hembras de un año entran en brama más o menos al mismo tiempo; la reproducción se efectúa al final del otoño y la mayor parte de los machos alcanzan su madurez reproductiva como resultado de un aumento considerable de hormonas que causan un abultamiento en el cuello, entonces se vuelven inquietos y agresivos peleando entre sí.

El apareamiento es promiscuo de tal forma que el primer macho que localice a las hembras las cubre, aun cuando los machos de dos y un año están capacitados fisiológicamente para reproducirse los machos adultos los obligan a apartarse de las hembras. Los cervatillos nacen en verano y la gestación requiere aproximadamente de siete meses. El venado del desierto nace al final de julio o agosto después que se han iniciado las lluvias de verano. Las hembras de un año cuando se reproducen normalmente tienen un solo cervatillo, pero las adultas pueden tener uno o dos y la proporción de que den a luz uno o dos cervatillos es un resultado directo de la disponibilidad del alimento para las hembras (Leopold, 1977). Los principales depredadores del venado bura del desierto son el puma y el coyote aunque estos últimos aunque matan algunos cervatillos su efecto sobre las poblaciones no son apreciables (Leopold, 1977).

El venado bura come una gran variedad de plantas y con frecuencia cambia temporalmente su dieta. Sus alimentos principales de la época lluviosa son pastos verdes y diversas hierbas; pero en invierno o en tiempos de sequía el venado bura come renuevos y yemas de arbustos y árboles, en el desierto algunas de sus



preferencias son el palo fierro (*Olneya tesota*), chamizo (*Atriplex canescens*) y palo verde (*Cercidium sp.*). También consumen ocasionalmente los frutos de algunos cactus y éstos solucionan las exigencias del agua en las zonas desérticas. Un venado bura necesita comer de 1.5 a 2 kg por día para conservar su buena condición (Leopold, 1977).



Figura 4.- Venado Bura

### **3.2. Descripción del Área de Estudio**

La principal actividad que se desarrolla en la UMA es la cacería deportiva, ya que el tipo de suelo y topografía presentes dificultan el desarrollo de otras actividades productivas en la región, aunque la ganadería es la más importante en el área, cercano al sitio del predio se encuentran áreas agrícolas importantes

#### **3.2.1. Ubicación**

La Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre UMA “Rancho San Huberto”, se localiza en el Municipio de Hermosillo, Sonora y cubre una superficie total de 18083-00-00 ha (Figura 5). Se ubica en el kilómetro 155 de la carretera Hermosillo a Puerto Libertad, para seguir por brecha de terracería de 15 km hacia el Oeste (Figura 5).

La unidad de manejo cuenta con una infraestructura básica de apoyo como son caminos, casa y pozo para el abastecimiento de agua y una red de abastecimiento de agua y alimento para la fauna silvestre.

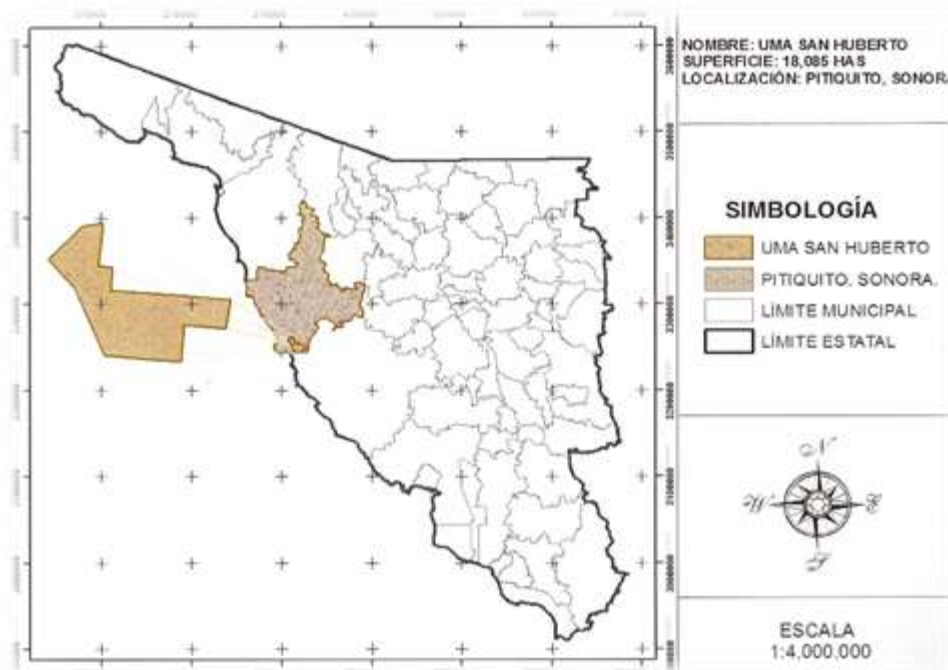


Figura 5.- Localización de la UMA San Huberto

### 3.2.2. Clima

De acuerdo a los sitios de productividad forrajera determinados por COTECOCA, en la UMA se identifican dos sitios que determinan el tipo de clima.

*Sitio Db (h) r4.*-El clima dominante en el sitio es el Muy Seco o Desértico BWh, algunas intrusiones del muy seco Semicálido BWh (h), con temperatura media anual de 22°C y precipitación media anual de 100 a 200 mm (COTECOCA, 1992).

*Sitio Dsr (h).*- Los climas dominantes son el seco o desértico BW en sus modalidades semicálido BWh'(h) y cálido BW(h)h, además del clima seco muy cálido BSo(h'), con temperatura media anual de 22 a 25°C y una precipitación media anual que varía de 75 a 250 mm (COTECOCA, 1992).

### 3.2.3. Topografía

De acuerdo a los sitios de productividad forrajera determinados por COTECOCA, en la UMA se identifican dos sitios que determinan su topografía.

*Sitio Db (h) r4.*- La fisiografía en este sitio está representada por planos, planos inclinados, planos ondulados y lomeríos muy suaves de topografía uniforme y compleja de 0 a 6%, el relieve es subnormal y se encuentra en altitudes que varían de 50 a 700 m (Figura 6). Los suelos son de origen in-situ, aluvial, coluvial y marinos, profundos (más de 50 cm), a medios (25 a 50 cm), coloración castaño claro, castaño rojizo claro y castaño grisáceo claro; textura areno limosa, franco arenosa y areno arcillosa principalmente; drenaje interno rápido, la pedregosidad y la rocosidad son casi nulas, presentando erosión hídrica laminar y eólica (COTECOCA, 1992).

*Sitio Dsr (h).*- La fisiografía para este sitio está formada por planos, planos inclinados, lomeríos bajos, medianos y altos y cerriles, de topografía uniforme y compleja, cuya pendiente varía de 0 a 6%, encontrándose áreas con pendientes mayores, quedando comprendidos dentro de las clases “a nivel” a “muy fuerte” (Figura 6). Se localiza en altitudes que varían de 0 a 900 m. Su formación es de origen aluvial, coluvial e In-situ, la profundidad varía de someros a profundos, dominando las texturas de migajones arenosos y areno-limoso, presenta estructura granular en su mayor parte. Su coloración varía de castaño claro a castaño rojizo claro, con algunas áreas del castaño rojizo; el drenaje interno varía de medio a rápido; la pedregosidad es de 10 a 25% y la rocosidad es de 6 a 20%, aunque existen áreas (cerriles principalmente) donde la rocosidad es mayor del 75% (COTECOCA, 1992).

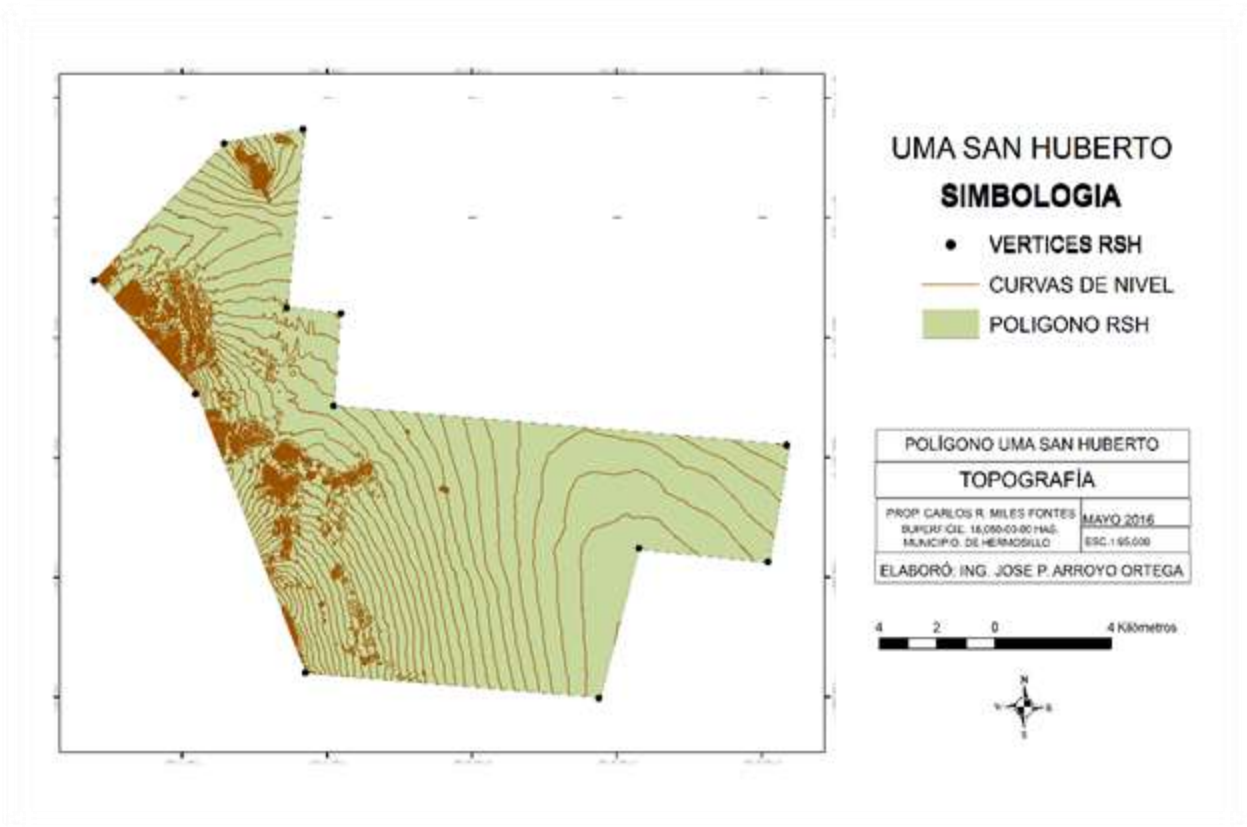


Figura 6.- Topografía del área de estudio

### 3.2.5. Vegetación

La descripción de la vegetación se basó en el documento de INEGI (2007) y se describe a continuación:

Matorral Desértico Micrófilo se localiza en la parte plana, baja y en lomeríos suaves, corresponde a una asociación de arbustos bajos a medianos de tallos leñosos, hojas simples y compuestas, pequeñas y perennes como: gobernadora (*Larrea tridentata*), franseria (*Franseria deltoidea*); caducas como el ocotillo (*Fouquieria splendens*) y rama blanca (*Encelia farinosa*); asociadas con cactáceas altas y bajas como: sahuaro (*Carnegiea gigantea*), pitaya (*Stenocereus thurberi*) y choyas (*Opuntias spp.*); y en el estrato bajo, se encuentran principalmente gramíneas anuales como zacate liebrero (*Bouteloua barbata*); del 20 al 25 % de las especies presentan espinas (Figura 7 y 8).

Matorral Sarcocaulé se localiza en lomeríos medianos, altos, cerriles y corresponde a una asociación de arbusto bajos y medianos, de tallo blando, como: matacora (*Jatropha cuneata*), lomboy (*Jatropha cinerea*) y arboles bajos de hojas pequeñas, caducas de tallo blando como: copal (*Bursera hindsiana*), torote blanco (*Bursera microphyla*) o leñoso como palo verde (*Parkinsonia microphylum*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), asociadas con cactáceas bajas y altas como: choya saltona (*Opuntia biyelovii*), cardón (*Pachycereus pringley*); de crecimiento lento, sistema radicular profundo o superficial, el foliar reducido o modificado, las hojas generalmente aparecen en la época de lluvia y luego caen al pasar ésta (Figuras 7 y 8)

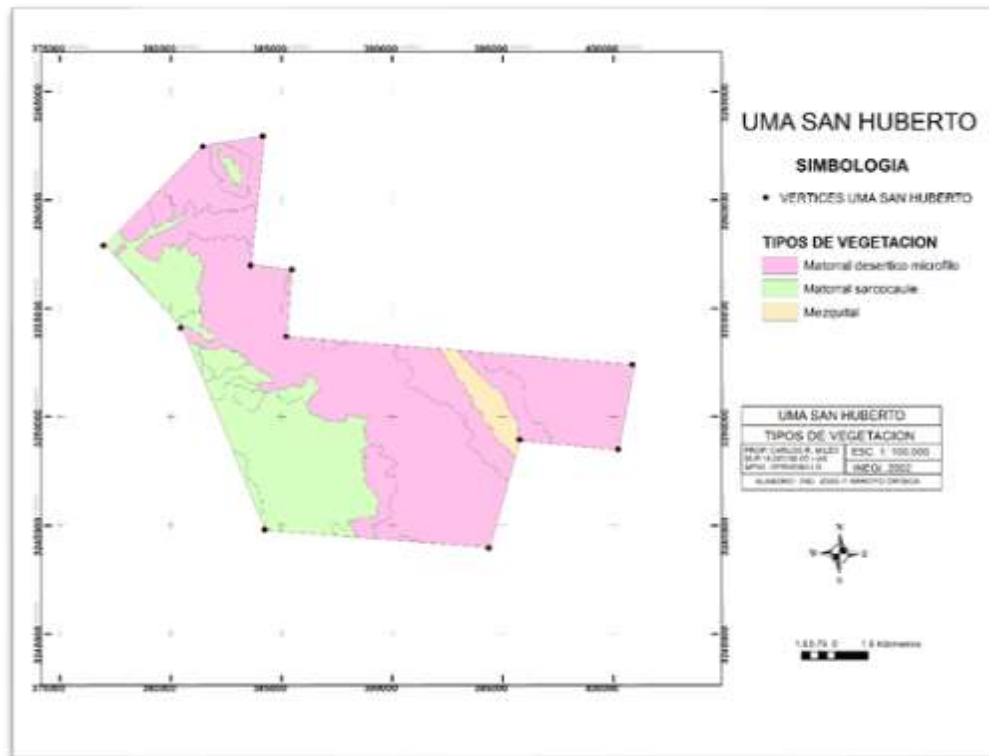


Figura 7.- Tipos de vegetación en el área de estudio



Figura 8.- Tipos de vegetación representativa del área de estudio

### 3.2.6. Fauna

Se encuentran presentes en el predio (Figura 9): borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), puma (*Felis concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), tlalcoyote (*Taxidea taxus*), zorrillo listado (*Mephitis sp.*), jabalí de collar (*Tayassu tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus coues*), venado bura (*O. hemionus eremicus*), ardillon de las rocas (*Spermophilus variegatus*), liebre cola prieta (*Lepus californicus*), liebre antílope (*Lepus alleni*), conejo (*Sylvilagus cunicularis*), serpiente de cascabel (*Crotalus viridis*), serpiente de cascabel (*Crotalus atrox*), víbora chirrionera (*Masticophis flagellum*), culebra (*Masticophis bilineatus*), camaleón cornudo (*Phrynosoma solare*), monstruo de gila (*Heloderma suspectum*), tortuga del desierto (*Gopherus agassizi*), caracara (*Polyborus plancus*), pico curvo (*Toxostoma curvirostre*), ceniztonle (*Mimus polyglottos*), correcominos (*Geococcyx californianus*), cuervo común (*Corvus corax*), zopilote



(*Cathartes aura*), búho cornudo (*Bubo virginianus*), paloma de la mañana (*Zenaida macroura*), paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*) y halcón de Harris (*Parabuteo unicinctus*) (Moreno, 1992).



Figura 9.- Fauna silvestre presente en la UMA.

### 3.3. Muestreo con Cámaras Trampa

Se utilizó el método de captura-recaptura utilizando cámaras trampa equipadas con sensor de movimiento infrarrojo, programadas para tomar una serie de tres fotografías cada dos minutos. Para lo cual se colocaron un total de 40 estaciones de foto trapeo en sitios seleccionados según el diseño experimental a una distancia de entre 4 y 7 metros del bebedero y/o comedero (Figura 10).

Las cuarenta estaciones de foto trapeo se dejaron activas las 24 horas del día por periodos establecidos de muestreo. Este esfuerzo de muestreo se llevó a cabo durante la temporada de aprovechamiento cinegético (Noviembre de 2015 a Abril de 2016).

Con las fotografías obtenidas se elaboró una base de datos para cada estación de foto trapeo para su clasificación, organización y análisis incluyendo la siguiente información: número de fotografía, ubicación, fecha, hora, número de individuos, número de individuos en distintas categorías (adultos machos, adultos hembra, adultos, juveniles) y observaciones. Las fotografías consecutivas del mismo organismo en un mismo día, fueron consideradas como una sola captura.

Para efectos del modelo analítico en este caso las astas de los machos, se utilizaron para reconocer las capturas y recapturas de cada uno de los machos fotografiados. Con la fecha marcada en cada foto, dividieron los días o bloques de días como eventos discretos de muestreo (Figura 11).



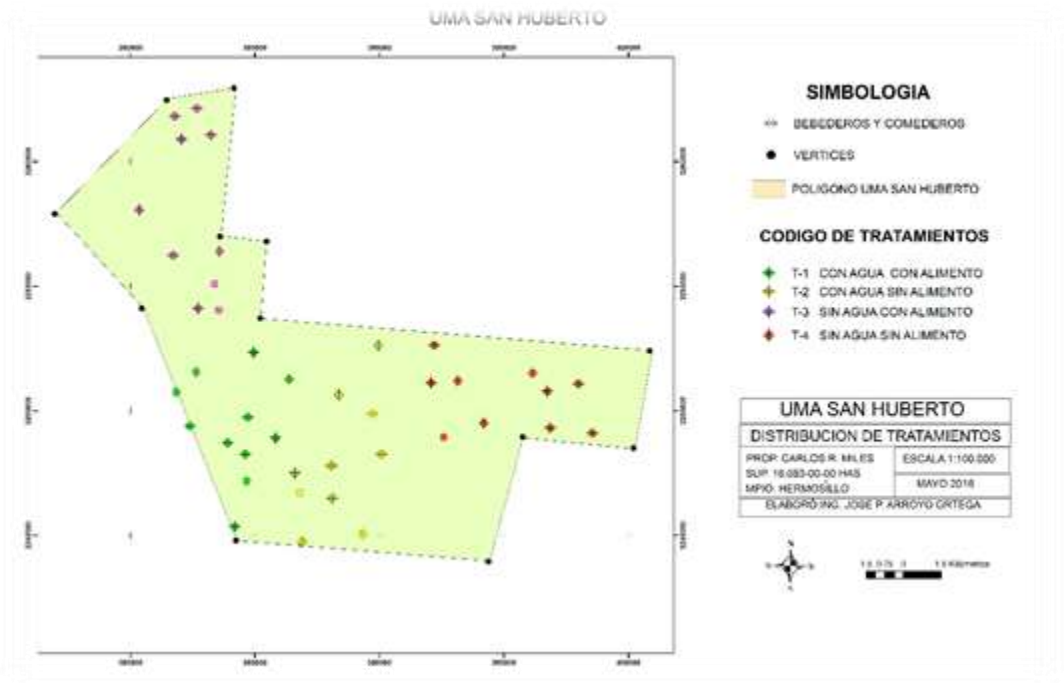


Figura 10.- Ubicación de las cámaras-trampa



Figura 11.- Información proporcionada por las cámaras

### 3.4. Suplementación de agua y alimento

Como parte de los planteamientos y estrategias para mejorar el hábitat en la UMA San Huberto, se estableció una red de distribución de agua de cuarenta bebederos, con un diseño especial para uso de la fauna silvestre (Figura 12); distribuidos por cuestiones de logística, siguiendo las brechas existentes en el predio, los cuales son abastecidos periódicamente y cada vez que así lo requieren con una pipa con capacidad de 10,000 litros (Figura 13).

De la misma manera y en los mismos puntos se colocaron cuarenta comederos especiales para fauna silvestre conocidos como alfalferos (figura 14) en los cuales se deposita, cada vez que así se requiere una paca de alfalfa henificada (Figura 15).



Figura 12.- Bebedero especial para fauna silvestre



Figura 13.- Suplementación de agua de los bebederos



Figura 14.- Comedero especial para fauna silvestre



Figura 15.- Suplementación de alfalfa en los comederos

### **3.5. Análisis de la vegetación (NDVI)**

Asumiendo que las condiciones de la vegetación natural en el rancho pudieran tener un efecto sobre la utilización del agua y la alimento suplementados de manera artificial, se analizan mediante imágenes de satélite las variaciones de la condición de la vegetación en el área de estudio utilizando el NDVI.

Para evaluar las condiciones de la vegetación natural se analizaron imágenes de satélite Landsat, determinando previamente el área de influencia de cada estación de foto trapeo mediante el método de polígonos de Thiessen (Figura 16).

Para cada estación de foto trapeo se analizaron dos imágenes de satélite mensuales correspondientes a los meses de Noviembre de 2015 a Abril de 2016; lo que nos da doce imágenes por estación de foto trapeo (bebedero/comedero); para un total de 480 imágenes.



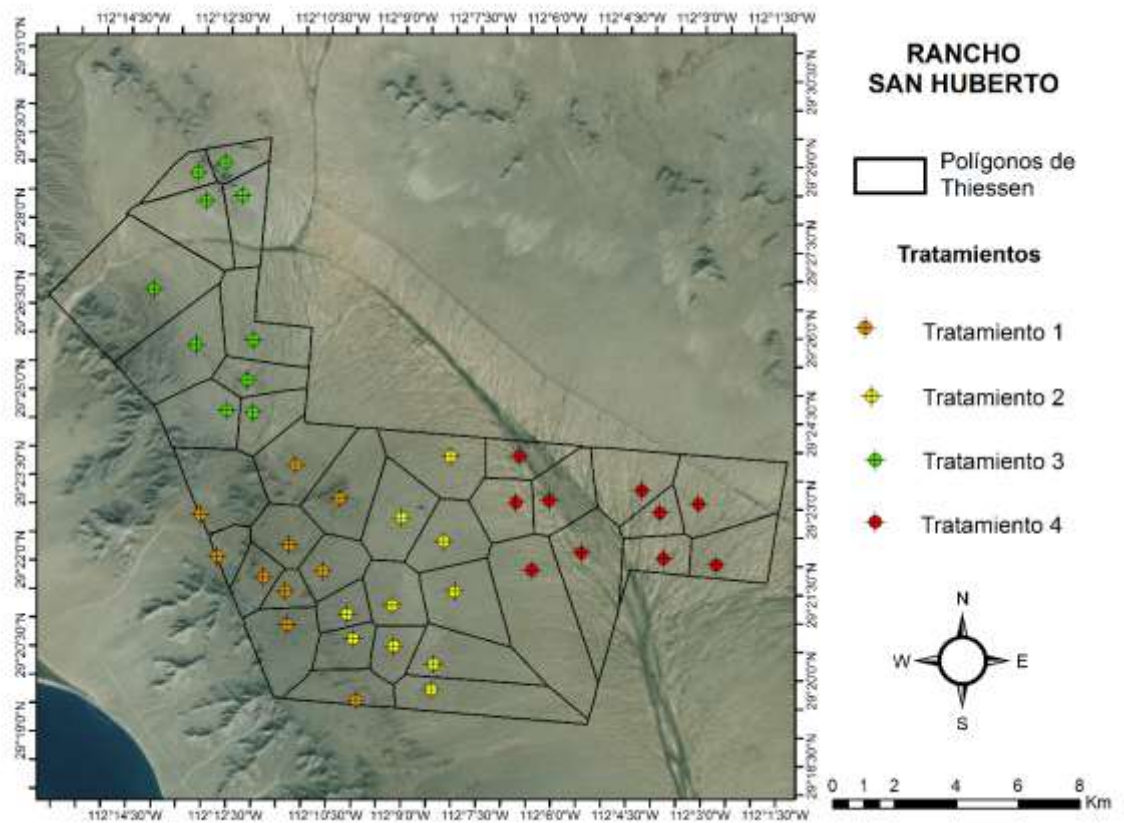


Figura 16.- Polígonos de Thiessen por estación de foto trampeo

### 3.6. Análisis Estadístico

#### 3.6.1. Tasa de Permanencia

La estimación de la tasa de permanencia, los efectos de la suplementación con agua y alimento, así como el efecto de la covariable NDVI se realizará mediante el modelo de Cormack-Jolly-Seber (CJS) en el programa MARK (White y Burnham, 1999).

La variable aleatoria de respuesta a observar ( $y$ ) es la presencia/ausencia de individuos machos de venado bura en las cámaras trampa.

A partir de las observaciones ( $y_1, y_2, \dots, y_n$ ) Se estimará la tasa de permanencia ( $\phi$ ), que es el número de animales que sobreviven o no emigran de la población.

Para evaluar el efecto de la suplementación de agua y alimento sobre a tasa de permanencia se implementará el modelo lineal:

$$\text{logit}(\phi) = \text{AGUA} + \text{ALIMENTO} + \text{ndvi} + \text{AGUA} \times \text{ndvi} + \text{ALIMENTO} \times \text{ndvi}$$

Donde:

El factor *AGUA* tiene dos niveles (con agua y sin agua) y el factor *ALIMENTO* tiene dos niveles (con alimento y sin alimento).

Se incluyó al Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) como covariable en el modelo, asumiendo que la disponibilidad de alimento natural puede tener un efecto sobre la efectividad de los tratamientos de suplementación.

Los términos *AGUA*×*ndvi* y *ALIMENTO*×*ndvi* denotan interacciones.

El modelo implementado en campo es un diseño de muestreo factorial 2×2 completo (Tabla 1).

		<i>ALIMENTO</i>	
		Sin alimento	Con alimento
<i>AGUA</i>	Sin agua	10 cámaras	10 cámaras
	Con agua	10 cámaras	10 cámaras

Tabla 1.- Diseño de muestreo factorial 2 x 2 completo

### 3.6.2. Índice de Vegetación de Diferencias Normalizado (NDVI)

El cálculo de NDVI se efectuara a partir de dos bandas, el Infrarrojo Cercano (NIR) y el rojo (RED) utilizando la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{\phi NIR - \phi RED}{\phi NIR + \phi RED}$$

Donde NIR es la reflectancia espectral del canal infrarrojo cercano y RED representa la reflectancia en el canal rojo del visible. Los valores de este índice fluctúan entre -1 y +1.

Por definición los valores más altos o positivos indican presencia de vegetación y cuanto más alto sea el valor de este índice, las condiciones de vigor son mejores. Valores muy bajos o negativos, indican poca vegetación, menos vigor o incluso presencia de nieve, agua o nubes (figura 17).

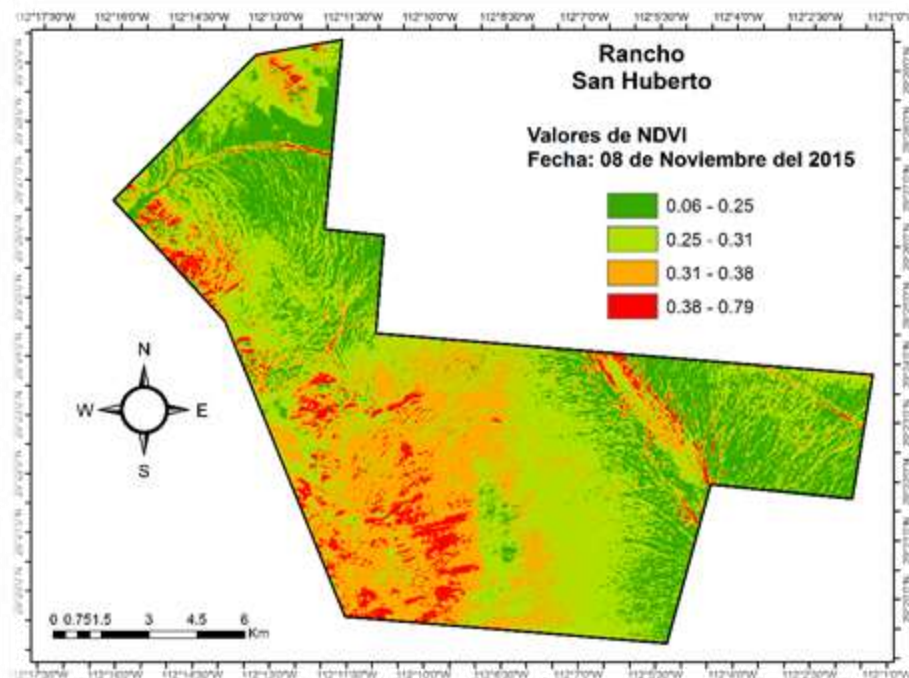


Figura 17.- Imagen de valores NDVI de Noviembre 2015

## **CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- 4.1 Densidad de Venado bura machos en el rancho San Huberto
- 4.2 Efectos de la suplementación de agua y alimento
- 4.3 Tasa de permanencia de la población de venado bura macho
- 4.4 Efecto del alimento natural (vegetación) en la suplementación de alimento
- 4.5 Beneficios y/o indicadores sustentables del manejo de hábitat en el rancho |san Huberto



Tabla 2. Tabla de organización de datos formato 1 (Excell).

Nombre de Carpeta	N° de bebedero	N° de cámara	Periodo de fotografías		N° de días efectivos de muestro	Total de fotos	Fallas técnicas en la cámara			
							Si /No	Período (s) de falla (s)		Total de fotografías fallidas
<b>CAMARAS DICIEMBRE 13 AL 20 2015</b>	29	19	13-dic-15	21-dic-15	8	16	NA	NA		NA
	32	15	13-dic-15	21-dic-15	8	60	Si	13-dic-15	13-dic-15	1

Venado Bura (Machos)					Venado Bura (Hembras)		Otras especies		
N° de individuos	Fecha de aparición	Código de venado	N° de fotografía	Fecha	N° de individuos	N° de Fotografía	Especie	Fecha de aparición	N° de fotografía
2	16-dic-15		6,7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	17-dic-15		30	19-dic-15	1	45	Paloma Ala Blanca	14-dic-15	06-ene
2	19-dic-15		44 y 46					15-dic-15	11
								16-dic-15	17
								17-dic-15	26

Tabla 3. Clasificación de los datos por periodo de muestreo formato 2 (Excell).

<b>PERIODO DE MUESTREO: 2 AL 20 DE NOVIEMBRE DE 2015</b>				
BEBEDERO	MACHO NO.	FECHAS DE CAPTURA	HORA	TRATAMIENTO
5	001	2/NOV/15		SIN AGUA/SIN COMIDA
	002	5/NOV/15		
	043	23/NOV/15		
12	006	4/NOV/15		SIN AGUA/CON COMIDA
		5/NOV/15		
		10/NOV/15		
23	023	3/NOV/15		CON AGUA/SIN COMIDA
	034	26/NOV/15		
	011	2/NOV/15		
		4/NOV/15		
34	018	6/NOV/15		CON AGUA/CON COMIDA
	002	7/NOV/15		
	024	7/NOV/15		
	008	10/NOV/15		
		11/NOV/15		

Tabla 4. Concentrado general de los machos foliados por periodo de muestreo, bebedero/comedero y tratamiento  
 Formato 3 (Excell).

FOLIO	BEBEDERO.	FECHAS DE CAPTURA	TRATAMIENTO
005	47	2/NOV/1515	SIN AGUA/SIN COMIDA
	48	5/NOV/15	
	36	23/NOV/15	
012	33	4/NOV/15	SIN AGUA/CON COMIDA
		5/NOV/15	
		10/NOV/15	
023	40	3/NOV/15	CON AGUA/SIN COMIDA
	41	26/NOV/15	
	44	2/NOV/15	
		4/NOV/15	
		18/NOV/15	
034	47	6/NOV/15	CON AGUA/CON COMIDA
	47	7/NOV/15	
	48	7/NOV/15	
	48	10/NOV/15	
	49	11/NOV/15	

Tabla 5.- Frecuencias de Captura (presencia) por macho foliado

VENADO	FRECUENCIA DE APARICIÓN	VENADO	FRECUENCIA DE APARICIÓN
1	4	28	2
2	3	34	1
3	6	40	1
4	2	41	4
7	1	42	2
17	3	43	3
18	1	45	3
19	1	46	3
20	1	47	5
22	3	49	2
23	1	53	1
24	6	58	1
25	3	59	1
26	9	61	2

Tabla 6.- Resultados Generales

No. DE FOTOGRAFÍAS REVISADAS	No. DIAS EFECTIVOS DE MUESTREO	No. DE MACHOS IDENTIFICADOS (FOLIADO)	No. DE REGISTROS TOTALES
163151	3194	87	578

Tabla 7.- Imágenes NDVI

No. DE IMAGENES	TRATAMIENTO	No. DE BEBEDEROS/COMEDEROS	FECHAS
8	T-1	10	8 Y 24 DE NOVIEMBRE
8	T-2	10	10 Y 26 DE DICIEMBRE
8	T-3	10	11 Y 27 DE ENERO
8	T-4	10	12 Y 28 DE FEBRERO

### **5.3. Discusión**

A partir del análisis preliminar de los datos obtenidos es posible emitir un juicio previo sobre el efecto positivo que el uso de los bebederos y comederos artificiales tiene sobre tasa de permanencia de los venados bura machos en la UMA San Huberto ya que existe una marcada tendencia por parte de los venados de visitar continuamente, de manera periódica los comederos y bebederos artificiales.

### **CONCLUSIONES**

Se observó que los tratamientos T-1 (con agua y alimento) y T-4) sin agua con alimento) fueron los más visitados, por lo que se pudiera señalar que tanto el agua como el alimento tienen un efecto directo aunque no en la misma proporción sobre el evento tasa de permanencia de los venados bura en la UMA San Huberto.

Otro aspecto importante que se debe tomar en cuenta es el estado de la vegetación natural, ya que al parecer tiene un efecto directo sobre el uso de comederos y bebederos por los venados.

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda considerar a futuro aspectos climatológicos como precipitaciones y temperaturas ya que al parecer estas variables también pueden tener un efecto importante sobre la utilización de los bebederos y comederos artificiales por los venados.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aebischer, N. and Lucio, A. (1997). *Red-legged partridge (Alectoris rufa)*. In: *The EBBC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance*. pp. 208–209.
- Aebischer, N. J. and Ewald, J. A. (2004). *Managing the UK Grey Partridge Perdix recovery population change, reproduction, habitat and shooting*. *Ibis*, 146, 181–191.
- Anderson, D.R., White, G.C. & Burnham, K.P. (1995) some specialized risk assessment methodologies for vertebrate populations. *Environ. Ecol. Stat.*, 2, 91-115.
- Armenteros, J. A., Barasona, J. A., Boadella, M., Acevedo, P., Górtazar, C. and Vicente, J. (2013). *Una propuesta para considerar aspectos sanitarios en la regulación cinegética*. *Ecosistemas*, 22, 54–60.
- Azuara, D. (2005). *Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la selva Lacandona, Chiapas*. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bromley, P. T., Geis, A. D. and Jay, B. (2006). *Feeding Wild Birds Virginia Cooperative Extension*, 420, 3.
- Brzek, P. and Konarzewski, M. (2007). *Relationship between avian growth rate and immune response depends on food availability*. *The Journal of Experimental Biology*, 210, 2361–7.
- Burgman, M.A., Ferson, S. & Akcakaya, H.R. (1993) *Risk Assessment in Conservation Biology*. Chapman & Hall, New York.
- Burnham, K.P. & Overton, W.S. (1978) Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, 65, 625-633.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R. & White, G.C. (1996) Meta-analysis of vital rates of the Northern Spotted Owl. *Stud. Avian Biol.*, 17, 92-101.
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. W.

- Macdonald, D.Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Sidensticker, D.J.L. Smith, M. Sunquist, R. Tilson y W.N. Wan Shahrudin. (2001). the use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, 4:75-79.
- Ceballos, G. and Oliva, G. (Eds.). (2005). *Los Mamíferos Silvestres de México*, CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Ceballos, G. y Miranda, (1992). *Estado actual de la fauna silvestre de México*. Trace s.c., México, D.F.
- Chávez, C. y G. Ceballos. (2006). Memorias del Primer Simposio. *El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Cooch, E., & White, G. (2006). Program MARK: a gentle introduction. Available in pdf format for free download at <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book>.
- COTECOCA, (1992). *Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Sonora*. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México, D.F.
- Cucco, M. and Malacarne, G. (1997). *The effect of supplemental food on time budget and body condition in the black redstart Phoenicurus Ochrurus*. *Ardea*, 85, 211–221.
- Cuellar, G. y López, R. (2010). *Plan de manejo tipo de venado bura (odocoileus hemionus) para UMA extensiva*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Dirección General de Vida Silvestre.
- Cutler, T. L. y Swann, D. E. (1999). Remote photography in wildlife ecology: review. *Wildlife Society Bulletin*, 27, 571–581.
- Demaso, S. J., Townsend, D. E., Cox, S. A., Parry, E. S., Lochmiller, R. L. and D., P. A. (2002). *The effect of quail feeders on Northern Bobwhite density in Western Oklahoma*. In: National Quail Symposium 5, pp. 241–244.



- Díaz, P., (1998). *Gestión de vida silvestre. XVI simposio sobre fauna silvestre*, Universidad Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Doerr, T. B. and Silvy, N. J. (1987). *Supplemental Feeding Application of Northern Bobwhite in South Texas*.
- Draycott, R. A. H., Hoodless, A. N. and Sage, R. B. (2007). *Effects of pheasant management on vegetation and birds in lowland woodlands*. Journal of Applied Ecology, 45, 334–341.
- Egan, E. S. and Brittingham, M. C. (1994). *Winter survival rates of a southern population of black-capped chickadees*. Wilson Bulletin, 106, 514–521.
- Galindo-Leal, C., y M. Weber. (2005). Venado bura. Pp. 515-517. En: Ceballos, G., y G. Oliva. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, CONABIO. México D.F.
- Gallina, S. (2010), *Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA): Retos para su correcto funcionamiento*.
- Gallina, S. and Mandujano, S. (2009). Investigaciones sobre ecología, conservación y manejo de los ungulados en México. Tropical Conservation Science Vol. 2 (2):128-139.
- Gaudioso Lacasa, V. R., Sánchez García-Abad, C., Prieto Martín, R., Bartolomé Rodríguez, D. J., Pérez Garrido, J. a. and Alonso de La Varga, M. E. (2010). *Small game water troughs in a Spanish agrarian pseudo steppe: visits and water site choice by wild fauna*. European Journal of Wildlife Research, 56, 591–599.
- Godbois, I. V. Y. A., Conner, L. M. and Warren, R. J. (2004). *Space-Use Patterns Of Bobcats Relative To Supplemental Feeding Of Northern Bobwhites*. Ecological Research, 68, 514–518.

Gompper, M.E., R.W. Kays, J.C. Ray, S.D. Lapoint, D.A. Bogan y J.R. Cryan. (2006).

A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin*, 34:1142-1151.

Gonzalez, L., Margalida, a, Sanchez, R. and Oria, J. (2006). Supplementary feeding as an effective tool for improving breeding success in the Spanish imperial eagle (*Aquila adalberti*). *Biological Conservation*, 129, 477–486.

Griffiths, M. y C. Van Schaik. (1993). Camera- trapping: A New Tool for the Study of Elusive Rain Forest Animals. *Tropical Biodiversity*, 1:131-135.

Guthery, F. S., Hiller, T. L., Puckett, W. H., Baker, R. A., Smith, S. G. and Rybak, A. R. (2004). Effects of feeders on dispersion and mortality of bobwhites. *Wildlife Society Bulletin*, 32, 1248–1254.

Hoodless, A. N., Draycott, R. A. H., Ludiman, M. N. and Robertson, P. A. (1999). *Effects of supplementary feeding on territoriality, breeding success and survival of pheasants*. *Journal of Applied Ecology*, 35, 147–156.

Huitu, O., Koivula, M., Korpimäki, E., Klemola, T. and Norrdahl, K. (2003). Winter Food Supply Limits Growth of Northern Vole Populations in the Absence of Predation. *Ecology*, 84, 2108–2118.

Karanth, K. U., Nichols, J. D., Kumar, N. S., Link, W. and Hines, J. E. (2004). Tigers and their prey: Predicting carnivore densities from prey abundance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **101**, 4854–8

Karanth, K.U. y J.D. Nichols (eds.). (2002). *Monitoring Tigers and their prey. A manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.

Karanth, K.U., J. D. Nichols, P.K. Sen y R. Vinod. 2002. Monitoring tigers and prey: A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin*, 34:1142-1151.

- Karanth, K.U., N.S. Samba Kumar y R.S. Chundawat. (2002). Field surveys: assessing spatial distributions of tigers and prey. Pp. 39-50, en: *Monitoring Tigers and their prey* (K. U. Karanth y J. D. Nichols, eds.). Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- . Kerry R.F.(1998). Comparison of proposed survey procedures for detection of forest carnivores. *Journal of Wildlife Management*, 59:164-169.
- Koskela, E., Jonsson, P., Hartikainen, T. and Mappes, T. (1998). *Limitation of reproductive success by food availability and litter size in the bank vole, Clethrionomys glareolus*. The Royal Society, 265, 1129–1134.
- Krausman, P. R., Rosenstock, S. S., and III, J. W. C. (2006). Developed waters for wildlife: science, perception, values, and controversy. *Wildlife Society Bulletin*, 34(3), 563-569.
- Lahti, K., Orell, M., Rytönen, S. and Koivula, K. (1998). *Time and food dependence in willow tit winter survival* ". *Ecology*, 79, 2904–2916.
- Larsen, R. T., Flinders, J. T., Mitchell, D. L., Perkins, E. R. & Whiting, D. G. (2007). *Chukar Watering Patterns and Water Site Selection*. *Rangeland Ecology Management*, 60, 559–565.
- Latch, E. K., Heffelfinger, J. R., Fike, J. A., & RHODES, J. (2009). Species-wide phylogeography of North American mule deer (*Odocoileus hemionus*): cryptic glacial refugia and postglacial recolonization. *Molecular Ecology*, 18(8), 1730-1745.
- Laurance, W.F. y J.D. Grant. (1994). Photographic identification of ground-nest predators in Australian tropical rainforest WF. *Wildlife Research*, 21:241-247.
- Leopold, A. S. (1963). *Wildlife Management in the Future*. National Park Service.
- Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, 3 de julio de 2000. México.
- Li, S., Mcshea, W. J., Wang, D., Shao, L. y Shi, X. (2010). The use of infrared-triggered cameras for surveying phasianids in Sichuan Province, China. *IBIS The international Journal of Avian Science*, 152, 299–309.

- Likens, G.E. (ed.) (1989) *Long-term Studies in Ecology* Springer-Verlag, Berlin.
- Liukkonen-Anttila, T., Kentala, A. and Hissa, R. (2001). *Tannins--a dietary problem for hand-reared grey partridge *Perdix perdix* after release?* Comparative Biochemistry and Physiology Part C, 130, 237–48.
- López-González, et al. (2011). *Carnívoros inventarios y monitoreo. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.* Retrieved from [http://www.uaq.mx/FCN/Investigacion/MANUAL\\_DE\\_TECNICAS\\_PARA\\_EL\\_ESTUDIO\\_DE\\_LA\\_FAUNA.pdf](http://www.uaq.mx/FCN/Investigacion/MANUAL_DE_TECNICAS_PARA_EL_ESTUDIO_DE_LA_FAUNA.pdf).
- Lynam, A. (2002). Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso. Pp. 62, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América.* (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Martin, T. E. (1987). *Food as a Limit on Breeding Birds: A Life-History Perspective.* Annual Review of Ecology and Systematics, 18, 453–487.
- Millán, J., Gortázar, C., J Buenestado, F., Rodríguez, P., S Tortosa, F. and Villafuerte, R. (2003). *Effects of a fiber-rich diet on physiology and survival of farm-reared red-legged partridges (*Alectoris rufa*).* Comparative Biochemistry and Moen, R. y Lindquist, E. L. (2006). *Testing a remote camera protocol to detect animals in the Superior National Forest.*
- Moreno, J. L. (1992). *Ecología, recursos naturales y medio ambiente en Sonora.* El Colegio de Sonora.
- Moruzzi, T.L., T.K. Fuller, R.M. De Graaf, R.T. Brooks y W. Li. 2002. Assessing remotely triggered cameras for surveying carnivore distribution. *Wildlife Society Bulletin*, 30:380-386.

- Newey, S., Allison, P., Thirgood, S., Smith, A. A. and Graham, I. M. (2010). *Population and individual level effects of over-winter supplementary feeding mountain hares*. *Journal of Zoology*, 282, 214–220.
- Newton, I. (1980). *The role of food in limiting bird numbers*. *Ardea*, 68, 11–30.
- Nichols, J.D. & Pollock, K.H. (1983) Estimating taxonomic diversity, extinction rates, and speciation rates from fossil data using capture-recapture models. *Paleobiology*, 9, 150-163.
- Owen, O.S. (1977). *Conservación de recursos naturales*. Edit. PAX-México. México, DF.
- Pérez, J. A. (2006). *Determinación de los principales parámetros ecoetológicos de la perdiz roja (Alectoris rufa Linnaeus, 1758) y su aplicación a la evaluación de animales destinados a repoblación*. *Physiology. Part A, Molecular and integrative physiology*, 134, 85–91.
- Rands, M. R. W. (1987). *Hedgerow Management for the Conservation of Partridges Perdix perdix and Alectoris rufa*. *Biological Conservation*, 40, 127–139.
- Robb, G. N., McDonald, R. a, Chamberlain, D. E., Reynolds, S. J., Harrison, T. J. E. and Bearhop, S. (2008). *Winter feeding of birds increases productivity in the subsequent breeding season*. *Biology letters*, 4, 220–3.
- Rojas, G. S., y Gallina, S. (2007). Metapoblaciones, el reto en la biología de la conservación: el caso del venado bura en el Bolsón de Mapimí. *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos*, 115.
- Rosenstock, S. S., Ballard, W. B., and Devos, J. C. (1999). *Viewpoint : Benefits and impacts of wildlife water developments*. *Journal of Range Management*, 52(July), 302–311.
- Rosenstock, S., Rabe, M., O'Brien, C., and Waddell, R. (2004). *Studies of Wildlife Water Developments in Southwestern Arizona: Wildlife Use, Water Quality, Wildlife Diseases, Wildlife Mortalities, and Influences on Native Pollinators*. Technical Guidance Bulletin, (8). Retrieved from [http://azgfd.com/pdfs/w\\_c/research/Res\\_Branch\\_Tech\\_Bulletin\\_No8.pdf](http://azgfd.com/pdfs/w_c/research/Res_Branch_Tech_Bulletin_No8.pdf)

- Rowcliffe, J. M., Field, J., Turvey, S. T. and Carbone, C. (2008). Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, **45**, 1228–1236.
- Sánchez-García, C., Armenteros, J. a., Alonso, M. E., Larsen, R. T., Lomillos, J. M. & Gaudioso, V. R. (2012). *Water-site selection and behaviour of red-legged partridge *Alectoris rufa* evaluated using camera trapping*. *Applied Animal Behaviour Science*, 1–10.
- Sanchez-Rojas, G., and Gallina, S. (2000). Factors Affecting Habitat Use by Mule Deer (*Odocoileus hemionus*) in the Central Part of the Chihuahua Desert, México: an Assessment with Univariate and Multivariate Methods. *Ethology, Ecology and Evolution* 12:405-417.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología (1997). ¿Qué son las UMA?: Unidades para la Conservación y Aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México D.F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología (1997). ¿Qué son las UMA?: Unidades para la Conservación y Aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México D.F.
- SEMARNAP. (1997). *Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997- 2000*. Instituto Nacional de Ecología .México, D.F.
- SEMARNAT. (2010). *Plan de manejo tipo para venado bura*. Dirección General de Vida Silvestre. México, D.F.
- Simpson, N. O., Kelley, M. S., and Bleich, V. C. (2011). *What have we learned about water developments for wildlife? Not enough!*. *California Fish and Game*, 97(4), 190–209.

- Tschudin, a, Clauss, M., Codron, D., Liesegang, and Hatt, J.-M. (2011). *Water intake in domestic rabbits (Oryctolagus cuniculus) from open dishes and nipple drinkers under different water and feeding regimes*. Journal of animal physiology and animal nutrition, 95, 499–511.
- Turner, A. S., Conner, L. M. and Cooper, R. J. (2008). *Supplemental Feeding of Northern Bobwhite Affects Red-Tailed Hawk Spatial Distribution*. Journal of Wildlife Management, 72, 428–432.
- Vallentine, J.F. (1980). *Range development and improvements*, 2nd ed. Brigham Young Univ. Press, Provo, Ut.
- Villareal, G.J.G., (1999). Venado Cola Blanca, Manejo y Aprovechamiento Cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- Villareal, G.J.G., (2012). Introducción al Manejo y Aprovechamiento Sustentable de fauna Silvestre en Ranchos Ganaderos Diversificados
- Villarreal, G.J.G., Rodríguez, J.C.S., Neri, O.F., (1998). Ranchos Cinegéticos. Oportunidad de Diversificación Ganadera Sustentable. FIRA BOLETIN INFORMATIVO. Num. 306, Volumen XXX.
- Walters, C. (1986) *Adaptive Management of Renewable Resources*. Macmillan, N.Y.
- Walther, B. a. and Gosler, a. G. (2001). *The effects of food availability and distance to protective cover on the winter foraging behaviour of tits (Aves: Parus)*. Oecologia, 129, 312–320.
- Weber, M., and Galindo-Leal, C. (2005). Venado bura, *Odocoileus hemionus* (Rafinesque, 1817). *Los Mamíferos Silvestres de México*, 515-517.
- White, G. C., & Burnham, K. P. (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird study*, 46(sup1), S120-S139.
- Yasuda, M. (2004). Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*, 29, 37–46.

## **ANEXOS**



Anexo 1.- Catálogo de identificación de machos



Folio 001



Folio 002



Folio 003



Folio 004



Folio 005



Folio 006

Anexo 2.- Catálogo de machos trofeo formato (power point)





VENADO COSECHADO QUE NO APARECIO EN LAS CÁMARAS

